

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

VINICIUS KENJI GOIA MACHADO

**Mapeamento bibliométrico das publicações de estudos geológicos,
geomorfológicos e pedológicos na Península Fildes, Ilha Rei George**

SÃO PAULO

2024

VINICIUS KENJI GOIA MACHADO

**Mapeamento bibliométrico das publicações de estudos geológicos,
geomorfológicos e pedológicos da Península Fildes, Ilha Rei George**

Trabalho de Graduação Integrado (TGI)
apresentado ao Departamento de
Geografia da Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas, da
Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Villela
Junqueira Nadal

São Paulo

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO

BANCA EXAMINADORA

AGRADECIMENTOS

Diversos nomes e situações surgem à memória, diante das dificuldades e alegrias dos últimos anos (de estudo), e infelizmente nem todos são listados nesse ínfimo agradecimento.

Relembro, com muito esmero, que a realização desse trabalho só pôde ser concluída pela dedicação e empatia do Prof. Dr. Fernando Villela Junqueira Nadal, à Pamela Cazarotto e a Michelle Odete, que nesses dois anos de convivência, muito me ensinaram, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual. Além da orientação, foram diversos os momentos de apaziguamento dos conflitos e angústias internas. Sou grato com sinceridade pelo cuidado em proporcionar-me a oportunidade de conclusão do curso com interesse genuíno.

Agradeço imensamente aos meus familiares, principalmente ao meu irmão, Bruno Goia e à minha tia Sueko Goia, que sempre fizeram tudo aquilo que estava ao alcance para impulsionar minha formação acadêmica.

Aos meus queridos amigos, Aristóteles, Lucas, Filipe, Maurício e Bruno, que sobretudo deixaram os meus dias mais coloridos e leves.

À Larissa, que terá meu carinho eterno, companheira dos momentos mais difíceis dessa pesquisa e da graduação.

À Mixa, pela atenção e fomento durante todo o meu processo de amadurecimento como aluno e pesquisador.

Aos professores do Departamento de Geografia, pela dedicação e comprometimento com a ciência Geográfica, fundamental para a análise dos complexos fenômenos de nosso tempo.

E por fim, à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, pela oportunidade de realização do curso.

RESUMO

O presente estudo utilizou o mapeamento bibliométrico para identificar e analisar pesquisadores que desenvolvem pesquisas nas áreas de geologia, geomorfologia e pedologia, com destaque na Península Fildes, na Antártica Marítima. A partir dos dados extraídos da plataforma *Web of Science* e com o auxílio do *software VosViewer*, foi possível mapear o panorama das produções científicas, identificando o volume de publicações, o número de citações recebidas e as revistas científicas em que foram publicados.

Os resultados revelaram que a grande maioria das pesquisas realizadas na Península Fildes são multidisciplinares e, determinados pesquisadores, como Carlos Ernesto Schaefer e Michel Roberto, possuem grande número de citações e influência na área, enquanto outros pesquisadores realizam estudos específicos, utilizando contribuições de disciplinas de diferentes pesquisas, como a geografia.

O levantamento também demonstrou a integração dos estudos na Península Fildes, onde as pesquisas em geomorfologia e pedologia, como as dos pesquisadores Carlos Ernesto Schaefer, de Michel Roberto, de Lupachev, entre outros autores, apresentaram contribuições significativas para o desenvolvimento do conhecimento da Geografia e de outras disciplinas. Esses estudos, ao descreverem as características dos solos, as unidades geomorfológicas e a dinâmica dos processos periglaciais que ocorrem na área de estudo, fornecem bases fundamentais para avanços dos estudos em diferentes áreas do conhecimento, além de evidenciar o papel da interdisciplinaridade no desenvolvimento científico.

Por fim, através da análise quantitativa, foi possível realizar a análise qualitativa com as principais contribuições teóricas relacionados a geologia, geomorfologia e pedologia da Península Fildes para a Geografia e outras áreas do conhecimento. Em conjunto, as análises ajudaram a identificar a importância da colaboração entre os pesquisadores para o desenvolvimento do conhecimento, além de evidenciar a importância das subnotificações de estudos. Estes, por sua vez, se referem aos trabalhos de pesquisadores que não estão disponíveis nas plataformas acadêmicas, como a *Web of Science*, mas que são fundamentais para compreender como o conhecimento nessas áreas foi se desenvolvendo ao longo do tempo.

ABSTRACT

This study utilized bibliometric mapping to identify and analyze researchers conducting studies in the fields of geology, geomorphology, and pedology, with a focus on the Fildes Peninsula, located in Maritime Antarctica. Based on data extracted from the Web of Science platform and employing the VosViewer software, it was possible to map the scientific production landscape, identifying the volume of publications, the periods of greatest productivity, the number of citations received, and the scientific journals where the works were published.

The results revealed that most of the research conducted on the Fildes Peninsula is multidisciplinary, and certain researchers, such as Carlos Ernesto Schaefer and Michel Roberto, have a significant number of citations and influence in the field. Meanwhile, other researchers conduct specific studies by leveraging contributions from various disciplines, such as geography.

The survey also demonstrated the integration of studies on the Fildes Peninsula, where research on geomorphology and pedology—such as those by researchers Carlos Ernesto Schaefer, Michel Roberto, Lupachev, among others—presented significant contributions to the development of geographical knowledge and other disciplines. These studies, by describing the characteristics of the soils, geomorphological units, and the dynamics of periglacial processes occurring in the study area, provide fundamental bases for advances in studies across different fields of knowledge. Moreover, they highlight the role of interdisciplinarity in scientific development.

Finally, through quantitative analysis, it was possible to carry out a qualitative analysis of the main theoretical contributions related to the geology, geomorphology, and pedology of the Fildes Peninsula for geography and other areas of knowledge. Together, these analyses helped to identify the importance of collaboration among researchers for knowledge development, as well as to highlight the relevance of underreported studies. These refer to works by researchers that are not available on academic platforms such as Web of Science but are essential for understanding how knowledge in these fields has developed over time.

SUMÁRIO

Introdução.....	8
Objetivo geral.....	9
Objetivos específicos.....	9
Justificativa.....	9
Fundamentação teórica.....	11
Bibliometria.....	11
Área de estudo.....	14
Aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos.....	17
Mapeamento bibliométrico.....	26
Método.....	28
Etapa de gabinete.....	28
Procedimentos.....	30
Software bibliométrico.....	33
Resultados e análises.....	35
Subnotificações.....	60
Contribuições em geologia e geomorfologia.....	62
Contribuições em pedologia.....	81
Considerações finais.....	90
Referências bibliográficas.....	93

Introdução

De acordo com Barton (1965), a interpretação e análise de feições geomorfológicas glaciais são cruciais para compreender a evolução de ambientes na Terra ao longo da história. A litosfera é moldada por diversos processos internos e externos do planeta que se relacionam de muitas maneiras, criando características únicas na superfície terrestre, especialmente em áreas glaciais. A criosfera engloba regiões glaciais e periglaciais, com processos ligados ao congelamento, degelo, crioclastia, crioplanação e nivação.

Nesse contexto, segundo Michel (2014), inscrita na criosfera do continente antártico, a Península Fildes, localizada no extremo sul da ilha Rei George, corresponde à maior área livre de gelo da ilha. Ela também possui vários vales e feições glaciais que atualmente estão sendo retrabalhados pelos canais fluviais alimentados pela água de fusão da neve, por precipitação líquida e por processos periglaciais, como gelifluxão e crioturbação.

Os estudos brasileiros na Península Fildes e nas Ilhas *Shetlands* do Sul começaram na segunda metade do século XX e foram conduzidos pelo Núcleo TERRANTAR, vinculado ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) da Criosfera. Essas pesquisas se concentram na associação entre fatores da paisagem, como atmosfera, relevo, solos e vegetação, para entender os ecossistemas existentes.

Esses estudos são cruciais para compreender a gênese e evolução geológica, pedológica e da cobertura vegetal nas ilhas do arquipélago das *Shetlands* do Sul na Antártica Marítima. Além disso, são realizados trabalhos acadêmicos e técnicos sobre geologia, geografia e paleontologia no âmbito do Programa Antártico Brasileiro, investigando a história geológica do continente sul-americano e fenômenos contemporâneos na Península Fildes.

O Núcleo de Pesquisa Terrantar também conduz estudos em outras ilhas e penínsulas das *Shetlands* do Sul, como a Península Potter e Barton, para entender as relações entre solos e formas de relevo.

Nesse cenário, para compreender melhor a evolução da gênese do quadro natural da Península Fildes, é necessário confeccionar um inventário acadêmico e um mapa bibliométrico com as principais pesquisas realizadas nesta área de estudo, analisando os principais autores, seus principais feitos, justamente para ter dimensão do desenvolvimento das pesquisas até a contemporaneidade.

Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é compreender quais são as principais produções científicas relacionadas a geografia, principalmente aos estudos atrelados aos aspectos geológicos, pedológicos e geomorfológicos realizados na Península Fildes durante o período de 1960 a 2024, a partir da bibliometria dos artigos publicados no *Web of Science (WOS)*.

Objetivos específicos

Realizar pesquisas bibliográficas sobre os estudos realizados na Península Fildes através do *Web of Science*; sistematizar os dados em tabelas; editar os dados coletados em *softwares* especializados para mapeamento bibliométrico; elaborar mapas bibliométricos e verificar a eficiência do *Web of Science* para analisar as contribuições científicas das pesquisas realizadas na Península Fildes.

Justificativa

A Península Fildes, localizada na Ilha King George, oferece uma oportunidade única para estudar feições geomorfológicas e pedológicas em ambientes glaciais. A análise dos estudos acadêmicos já realizados na Península é de fundamental importância para entender a evolução dos ambientes glaciais e periglaciais ao longo da história da Terra, incluindo o estudo da criosfera e dos processos associados, como crioclastia e crioturbação.

Desde a segunda metade do século XX, observa-se a evolução nas pesquisas nas áreas de geologia e pedologia para compreensão dos processos responsáveis pela formação estrutural e superficial da Ilha Rei George e da Península Antártica.

No Brasil, através do Núcleo TERRANTAR e do Programa Antártico Brasileiro, tem contribuído significativamente para a pesquisa na Península Fildes e nas Ilhas *Shetlands* do Sul. Este histórico de pesquisa inclui estudos sobre geologia, pedologia, climatologia e demais áreas acadêmicas vinculadas a estas, que são fundamentais para entender a história do continente sul-americano e os fenômenos contemporâneos da região. Revisitar e mapear a produção científica desses estudos é essencial para avaliar o progresso e identificar lacunas de conhecimento.

Verificou-se a partir de Bockheim (2013) a importância de inventariar os resultados já obtidos a partir de pesquisas anteriores para compreensão da evolução da área de conhecimento e análises como as que serão realizadas com o projeto em questão que objetiva, a partir das informações coletadas e especializadas, justamente porque construir um inventário bibliográfico permite analisar e compreender melhor a interação entre os materiais em subsuperfície e a dinâmica em superfície.

A Península Fildes é uma das áreas mais acessíveis para estudos científicos na Antártica, facilitando a realização de pesquisas de campo. No entanto, devido às condições extremas e à complexidade logística envolvida, é crucial otimizar o planejamento de futuras expedições científicas. Nesse sentido, um mapeamento bibliométrico ajudará a identificar o que foi realizado nos estudos prévios, auxiliando a planejar o método mais adequado para os estudos que serão realizados (MICHEL, 2014).

A análise bibliométrica, utilizando plataformas como *Web of Science*, permite que o leitor tenha uma compreensão da produção científica. Ao sistematizar dados e elaborar mapas bibliométricos, é possível identificar tendências, padrões e os principais contribuidores no campo de estudo. Esses resultados não apenas promovem o avanço do conhecimento científico, mas também ajudam na formulação de políticas públicas e estratégias de conservação ambiental.

A criação de um inventário acadêmico e de um mapa bibliométrico proporciona visibilidade e reconhecimento aos pesquisadores e instituições que contribuem para o estudo da Península Fildes.

Portanto, a realização desta pesquisa é crucial para consolidar e expandir o conhecimento sobre a evolução dos estudos realizados na Península Fildes, contribuindo para a compreensão dos processos ambientais, climáticos e geológicos. Além disso, promove a valorização da ciência antártica e apoia a auxilia na elaboração e tomada de decisões informadas para a conservação e manejo sustentável das regiões polares.

Fundamentação teórica

Bibliometria

A análise bibliométrica é um campo da ciência da informação que utiliza métodos quantitativos e estatísticos para analisar dados bibliográficos e mapear o cenário da pesquisa científica. Através da análise de publicações científicas, como artigos, livros e capítulos de livros, a bibliometria busca identificar padrões, tendências e características da produção científica em diferentes áreas do conhecimento (Fairthorne 1969).

Ao longo das décadas, a bibliometria se consolidou como uma ferramenta essencial para acompanhar a evolução dos estudos científicos. Através da análise de indicadores bibliométricos, como número de publicações, fator de impacto e outros índices bibliométricos, tornou-se possível avaliar a produtividade e o impacto de autores, instituições e países no cenário científico (Pritchard, 1969).

Segundo Pritchard (1969), a evolução e a relevância da análise bibliométrica iria crescer significativamente ao longo do século XX. No final dos anos 1970, Nicholas e Richie (1978) afirmaram: “A literatura científica está crescendo e mudando a um ritmo com o qual nenhum bibliotecário ou cientista da informação poderia acompanhar estando equipado com métodos e habilidades tradicionais” (NICHOLAS, RICHIE; 1978; p.9).”

Uma das principais razões para este desenvolvimento foi a disponibilidade de grandes bases de dados bibliográficos, cujo acesso e acréscimo de pesquisas nessas bases de dados, estava sendo, gradativamente, cada vez mais facilitado pelos avanços e maior acessibilidade à tecnologias que permitem a conexão entre as pesquisas acadêmicas e o leitor (GLANZEL, 2003).

Desta forma, com a difusão das tecnologias da informação em meados do século XXI, marcado, principalmente pela digitalização e pelo desenvolvimento da internet, propiciou um cenário benéfico para o crescimento das análises bibliométricas. A criação de grandes bases de dados bibliográficas, como *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar*, possibilitou o acesso a um volume sem precedentes de informações sobre a produção científica. Cabe ainda pontuar que, além das bibliotecas digitais já citadas, existem inúmeras outras bases de dados que fornecem acesso à milhares de documentos científicos em diversas áreas do conhecimento vinculados a universidades, órgãos governamentais, grupos de pesquisa e outros.

Cabe pontuar ainda, de acordo com Glanzel (2003), que essas plataformas não só armazenam um grande volume de dados, mas também começam a se desenvolver e, oferecem ferramentas de busca e análise, permitindo que os pesquisadores realizem buscas refinadas, encontrem rapidamente os documentos mais relevantes e analisem padrões de citação, colaborações entre autores e instituições, e tendências em diferentes campos científicos. Além disso, os avanços em tecnologias de informação e comunicação permitiram a integração dessas bases de dados com *softwares* de análise bibliométrica, como o *VOSviewer* e o *CiteSpace*, que auxiliam na visualização de redes de colaboração e na identificação de clusters temáticos.

A disponibilidade dos trabalhos acadêmicos em plataformas digitais, antes restrito a bibliotecas e instituições de pesquisa, tornou-se cada vez mais acessível ao decorrer dos anos. Ferramentas de busca avançadas e interfaces acessíveis permitiram que pesquisadores de todo o mundo consultassem e analisassem grandes quantidades de dados bibliográficos com relativa facilidade.

Com cada vez mais quantidade de estudos acadêmicos disponíveis, protagonizada pela tecnologia digital, a ciência passa pelo que autores chamam de “sobrecarga de informações” ou “fracasso de filtragem” (HUGGET, 2013). Isto significa que, à medida que a quantidade de publicações científicas fosse aumentando, fica cada vez mais difícil escolher, no universo de pesquisa, quais seriam os estudos mais relevantes. Nesse contexto, a bibliometria tornar-se-ia cada vez mais útil (PRICE, 1976; HUGGET, 2013).

Neste sentido, a disponibilidade de grandes bases de estudos acadêmicos à disposição com relativa facilidade no espaço digital, possibilitou também o desenvolvimento de métodos bibliométricos quantitativos e qualitativos mais sofisticados. Através da aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas complexas a esses conjuntos de dados, tornou-se possível analisar a produção científica de forma mais abrangente e profunda.

Desta forma, de acordo com Glanzel (2003), o atual campo de análises bibliométricas pode ser resumido em três principais nichos de pesquisas dos muitos existentes. O primeiro, está relacionado a “bibliometria para bibliométricos”, abrangendo os pesquisadores interessados em estudar a bibliometria básica, como questões teóricas e metodológicas que fundamentam e podem ser utilizadas nesse segmento de análise científica, já que a bibliometria é o principal objeto de estudo.

O segundo nicho, “bibliometria para disciplinas científicas” designa o segmento de pesquisa responsável pela informação científica, ou seja, os pesquisadores utilizam esse método de estudo como ferramenta para compreender as suas especificidades.

O terceiro nicho, é quando a bibliometria é utilizada para política e gestão da ciência, caracterizada por apresentar pesquisas em domínios de avaliação de pesquisa, responsáveis por estudar as estruturas científicas nacionais, regionais e institucionais, caracterizando o estudo da ciência em si (GLANZEL, 2003).

Nesse sentido, esses três principais nichos demonstram a versatilidade e a importância do desenvolvimento da análise bibliométrica ao longo do tempo, a qual vem ganhando espaço como o estudo da evolução da compreensão e avanço das ciências em si. Cada método de análise contribui de maneira específica, seja através de possibilitar uma melhor compreensão dos métodos de medição científica, da análise das dinâmicas específicas de diferentes áreas de pesquisa, ou do suporte à gestão e formulação de políticas científicas eficazes. Desta forma, ela ganha um caráter interdisciplinar, onde é possível utilizar ferramentas das ciências naturais e humanas para combinar análises qualitativas e quantitativas em um determinado campo de estudo (GLANZEL, 2003).

Área de estudo

Para realizar o mapeamento bibliométrico, torna-se fundamental que o pesquisador possua um conhecimento prévio da especificidade da área acadêmica que será analisada, levando em consideração, as especificidades de sua área de estudo.

Nesse cenário, a imersão no contexto específico se configura como um passo primordial para a construção de um estudo sólido e significativo para contribuir com análises futuras. Cabe ainda pontuar que, ao se familiarizar com os conceitos, teorias, debates e metodologias vigentes na área, o pesquisador estará apto a delinear um escopo sobre o tema e a área de estudo, permitindo a compreensão mais abrangente das nuances e particularidades dos temas de interesse.

Além disso, através de estudos bibliográficos sobre o local de estudo, é possível estabelecer lacunas de conhecimento existentes na literatura, direcionando o mapeamento para áreas que necessitam de maior investigação.

Vale ressaltar ainda que, a familiaridade com a área de estudo facilita a interpretação dos resultados, permitindo a identificação de padrões, tendências e relações entre os estudos de forma significativa para o campo de pesquisa.

Por isso, o conhecimento da área de estudo se configura como um elemento fundamental para a condução de um mapeamento bibliométrico de relevância. Através da imersão nesse contexto específico, o pesquisador dispõe de maior precisão do escopo, a selecionar os dados com base em determinados critérios, a interpretar os resultados e a comunicação eficaz das descobertas.

Nesse cenário, segundo Michel et al (2014), a Península Fildes, com uma área aproximada de 29 Km², está situada no sudoeste da ilha Rei George (Mapa 1), a qual faz parte do arquipélago das Ilhas *Shetland* do Sul, com cerca de 1400 Km², localizado entre os Estreitos de Drake e de Bransfield, no Mar de Bellingshausen (mapa 1). A península Fildes está conectada à ilha Ardley por meio de um istmo de aproximadamente 400 metros que é exposto durante as áreas de baixa-mar. Além disso, é limitada a nordeste por um domo de gelo, a geleira Collins (Mapa 1), com uma área de aproximadamente 15 km² e altitude de aproximadamente 270 metros (SCHAEFER et al 2014).

A topografia da Península Fildes e da Ilha Ardley é suave e é dominada por uma ampla planície central, sendo que as plataformas superiores, localizadas a aproximadamente 100 - 150 metros acima do nível do mar, estão espalhadas nos setores Sul e Nordeste da Península. Além disso, as principais formas costeiras foram geradas pela interação entre a

ação do mar e o levantamento tectônico, formando um relevo caracterizado por amplas planícies, principalmente no lado noroeste e oeste, compreendendo as plataformas médias, localizadas entre 30 e 50 m acima do nível do mar (SMITH et al., 2017)¹.

Vale salientar que as Ilhas *Shetland* do Sul são um grupo de ilhas localizadas na região do Oceano Antártico, ao norte da Península Antártica. Essas ilhas são conhecidas por sua geologia diversificada e são compostas, em grande parte de seu volume, por rochas vulcânicas. Além disso, merece destaque a existência de uma série de vulcões ativos e inativos nesta região, os quais estão relacionados à subducção da Placa de Scotia sob a Placa Antártica.

Este fenômeno de subducção iniciou em meados do Mesozóico-Cenozóico, mais especificamente durante o período Neógeno, o que possibilitou a ocorrência de atividades vulcânicas associadas à formação das Ilhas *Shetland* do Sul, incluindo a Península Fildes, e a formação de um arco vulcânico na região.

As ilhas da *Shetlands* do Sul são uma das primeiras áreas da Antártica marítima a ficarem livres de gelo desde o último máximo glacial (John and Sugden, 1971; Birkenmajer, 1989). Ambas possuem uma topografia dominada por planícies, apresentando pequenos afloramentos de tufos, arenitos vulcânicos e aglomerados (SMELLIE et al., 1984).

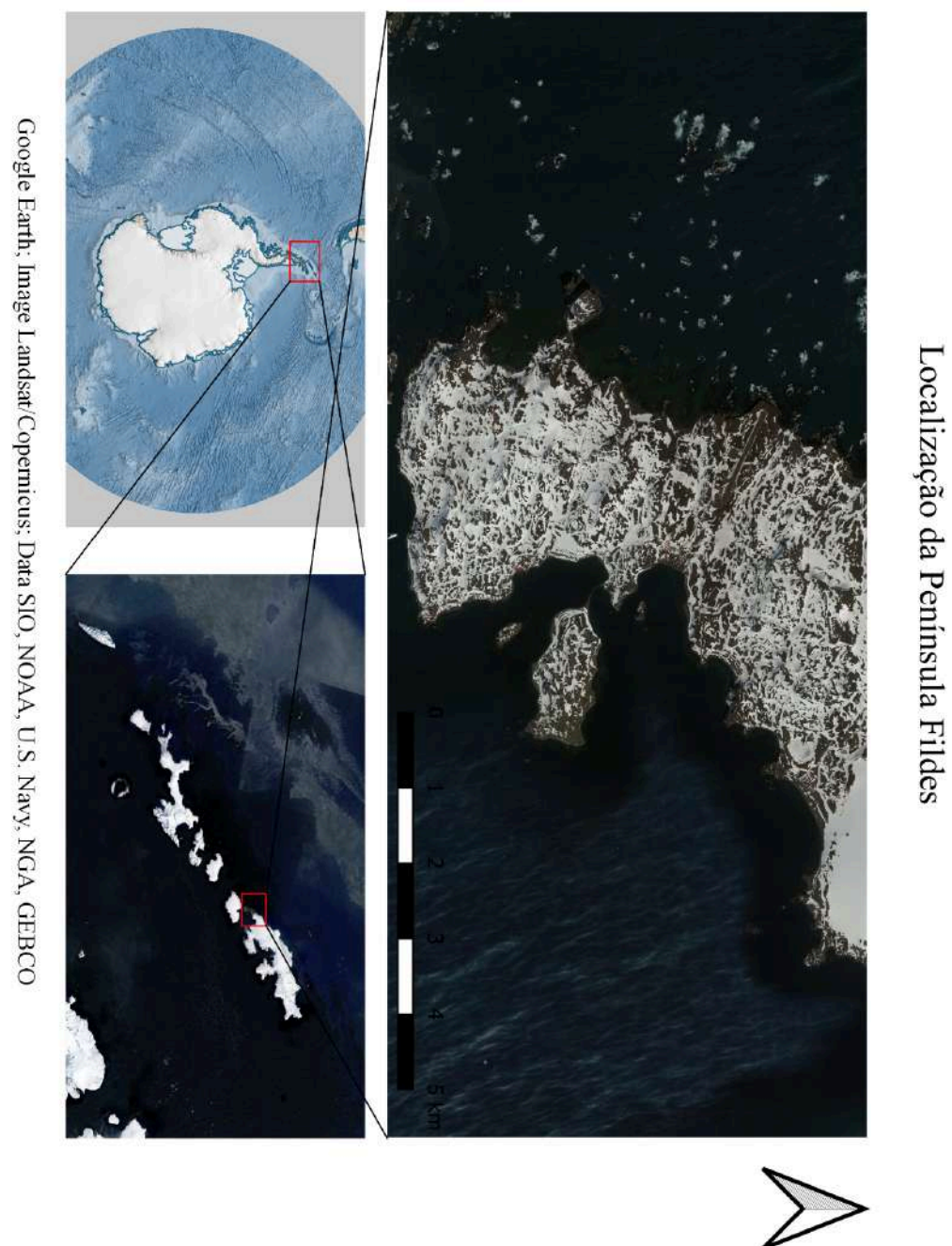
Segundo Bremer (2008), as áreas livres de gelo das Ilhas *Shetland* do Sul são compostas por terrenos jovens, drenados por canais intermitentes, e a morfodinâmica está associada a processos físicos e químicos resultantes da movimentação do gelo.

O local de estudo é drenado por canais intermitentes, acompanhados de processos tectônicos, intempéricos e erosivos específicos desta região. Os solos e as formas de relevo são influenciados pelo clima extremamente frio e por ventos fortes, além das extensas áreas cobertas por gelo.

As formas de relevo na região são predominantemente de origem glacial, formadas pela ablação do gelo e geleiras ao longo de milhares de anos. De acordo com Lopez Martinez et al. (2012), a Península Fildes apresenta as seguintes formas: plataformas marinhas soerguidas, vales planos, solos com padrão e lóbulos de gelifluxão.

¹ SCHMID *et al.* Geomorphological mapping of ice-free areas using polarimetric RADARSAT-2 data on Fildes Peninsula and Ardley Island, Antarctica. *Geomorphology*. 2017, p. 449.

Figura 1: Localização da Área de estudo, Península Fildes - Antártica Marítima.



Fonte de dados: Google Earth; Image Landsat/Copernicus; Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO.

Aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos

As Ilhas *Shetland* do Sul datam da Era Mesozóica, caracterizada por serem ilhas magmáticas fundadas em rochas de xisto de sílica e rochas sedimentares. As rochas mais antigas encontradas nas áreas livres de gelo da Ilha Rei George datam do Jurássico Superior e estão diretamente relacionadas ao vulcanismo da Península Antártica do mesmo período (SMELLIE et al., 1984).

Os xistos estão restritos às ilhas *Smith*, *Elephant* e *Clarence*, sendo compostos principalmente por filitos de baixo grau metamórfico, fazendo parte também de um cinturão metamórfico regional. Nesse contexto do último Jurássico e início do Cretáceo, também datam a formação da Península Fildes, localizada a sudoeste do arquipélago.

Sua formação consiste em basalto andesítico de lavas, predominando no oeste da ilha Rei George, sendo do Paleoceno mais recente ao início do Eoceno. Enquanto a Formação Hennequin é dominada por lavas de vidro andesita e tem idade eoceno-oligoceno.

Nesse sentido, de acordo com Smellie (1984)², as rochas vulcânicas da Península Fildes podem ser divididas em 3 membros:

Tabela 1: Estratigrafia das rochas vulcânicas do Cretáceo superior-terciário inferior

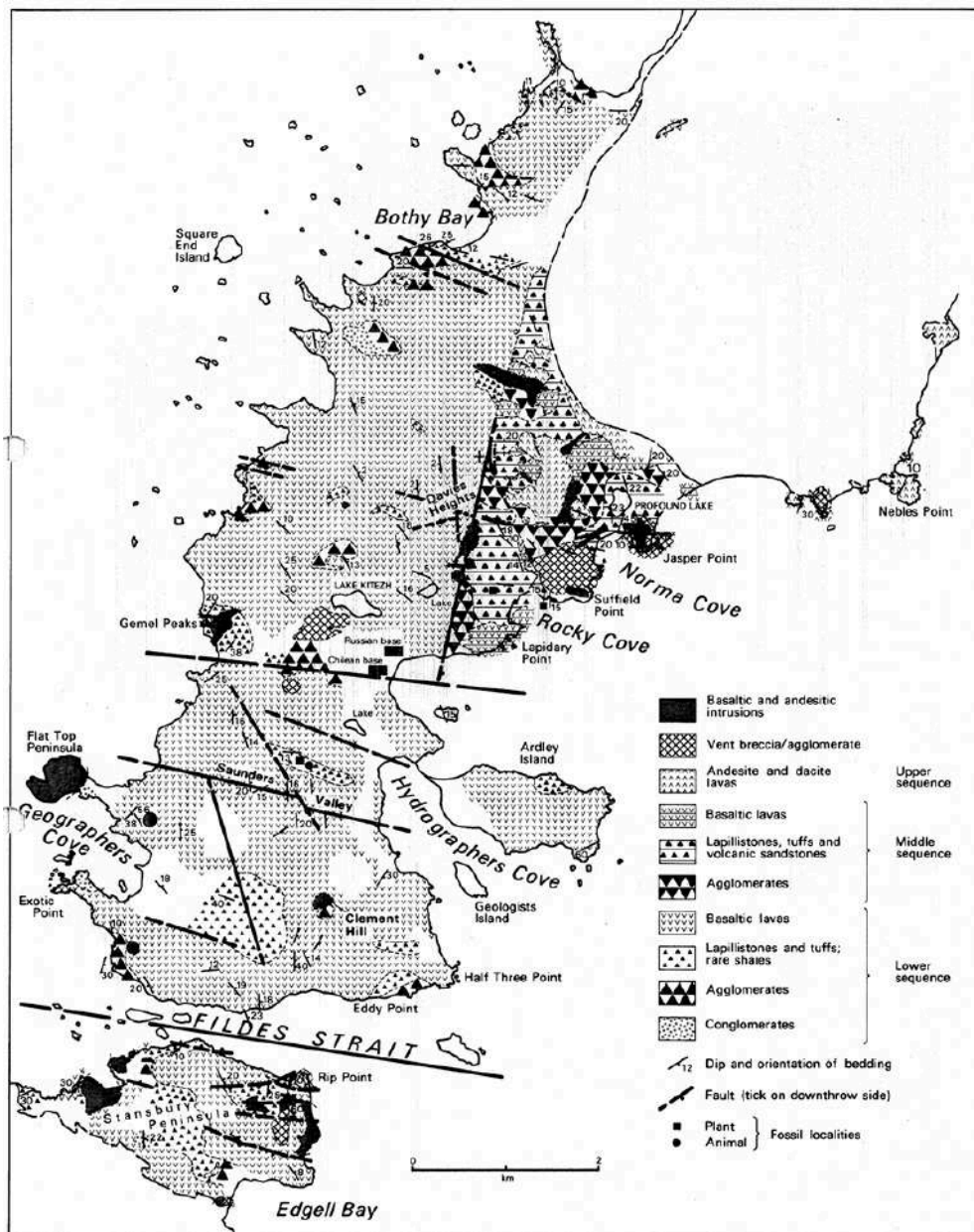
Unidade	Localização	Área	Principais características litológicas	Idade
Formação Hennequin	Ilha rei George, elenco da Baía do Almirantado	Ponto Hennequin, Ilha Rei George	hipersteno-augite-andesita degrãofino e vítreo; andesitebasáltico raro	Terciário Inicial (Eoceno-Oligoceno)
Formação Fildes	Ilha do rei george, oeste da baía do almirantado; península de Stansbury e afloramentos na Ilha de Nelson Oriental	Península Fildes, Ilha Rei George	Basaltos olivina-basaltos intemperizados e andesitos basálticos; piroxênio-andesito raros e dacitos	Terciário Inicial (Paleoceno-Eoceno)
Formação Coppermine	Nordeste da ilha de Livingston até a ilha Robert; possivelmente inclui alguns dos afloramentos de rochas vulcânicas alteradas no sul das ilhas Robert e Greenwich	Península Coppermine, Ilha Robert	Lavas de basalto-oliva; raros andesitos basálticos e piroxênios-andesitos; Múltiplas invasões	Cretáceo Superior

Tabela 2: Sucessão estratigráfica para a Península de Fildes, Ilha Rei George

Member	Description	Field Relationships
Upper Member	Lavas de andesita e dacita de grão fino e microporfiríticas	Início da sequência não exposto; De acordo com o membro do meio, sobrepõe-se ao membro do meio
Midde Member	principalmente rochas vulcânicas (localmente portadoras de plantas) com algumas lavas basálticas e basálticas andesitas	Base de sequência não exposta; Down-faulted contra o membro inferior
Lower Member	Basalto grosseiramente porfirítico e lavas basálticas andesitas entremeadas com rochas vulcânicas lateralmente impersistentes (algumas com fósseis de prata)	Nem base nem topo de sequência expostos

² SMELLIE, J. L.; PANKHHURST, R. J.; THOMSON, M.R. A.; DAVIES, R. E. S.. **The geology of the South Shetland Islands - stratigraphy, geochemistry and evolution**. 1984. 86 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geology, Cambridge University, Cambridge, 1984 p. 40 - tradução feito pelo próprio autor.

Figura 2: Mapa geológico da Península Fildes



Fonte: SMELLIE, J. L. et al. **The geology of the South Shetland Islands - stratigraphy, geochemistry and evolution**. 1984. 86 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geology, Cambridge University, Cambridge, 1984 p.41.

De acordo com Barton (1965) e Birkenmajer et al. (1990), durante o Paleógeno e Neógeno, o movimento das placas tectônicas Andinas desenvolveu novas formas de relevo relacionadas à gênese da movimentação da crosta na Península Antártica e nas Ilhas *Shetland* do Sul. Dessa forma, foram originadas, a partir dessa atividade, rochas plutônicas e vulcânicas que possibilitam formações de rochas basálticas, andesíticas, dacitos, depósitos piroclásticos como tufos, cinzas vulcânicas e também rochas cálcio-alcalinas contendo cristais de pirita.

Esse fenômeno aponta que a formação da Península Antártica está ligada à separação entre o atual continente da América do Sul e a Antártica através da abertura do Estreito de Drake no Oligoceno e Mioceno. Essa movimentação tectônica resultou em estruturas tectônicas orientadas em sistemas de falhas paralelas ao eixo principal NE-SW da Ilha Rei George, entrecortadas por falhas perpendiculares a essas ao longo desse complexo insular (BIRKENMAJER, 1989).

Além disso, o principal bloco que sustenta a Ilha, é o *Horst* de Barton, localizado a Noroeste pela Falha Collins que o separa do Bloco Fildes, estrutura basáltica e andesítica que margeia o Estreito de Drake. A Sudoeste, existem falhas transcorrentes, separando o Horst dos blocos vulcânicos de Warszawa e Kraków, em contato com o Estreito de Bransfield (BIRKENMAJER, 1983; KIM et al., 2000; SCHAEFER et al., 2003).

Durante o período Cenozóico, houve processos de mudanças climáticas globais, associados justamente à transformação estrutural dos continentes, responsável por alterar drasticamente a paleopaisagem. Um exemplo disso é a formação do Estreito de Drake no Oligoceno e Mioceno, que deslocou o que viria a ser o continente antártico para o extremo sul do planeta Terra, além da formação da Corrente Circumpolar Antártica. Esse deslocamento possibilitou a queda de temperatura no continente e tornou propícia a ocorrência de geleiras perenes, devido à menor incidência solar anual (BIRKENMAJER et al., 2005).

Na Ilha Rei George, no Bloco *Kraków*, há evidências de 4 épocas climáticas mais frias alternadas com 3 épocas interglaciais do Eoceno ao Mioceno (BIRKENMAJER, 2001). No Quaternário, as glaciações pleistocênicas teriam escavado vales, que posteriormente foram afogados com o aquecimento holocênico e a elevação do nível do mar (SCHAEFER et al., 2003).

Nesse sentido, esses ambientes são altamente sensíveis a mudanças climáticas e representam momentos dos últimos processos do planeta associados à transição glacial-interglacial quaternária, atualmente sob efeitos relacionados ao aumento do aquecimento global, os quais podem modificar a magnitude e frequência dos processos intempéricos e, conseqüentemente, a paisagem (KNIGHT e HARRISON, 2009).

Segundo Michel et al. (2014), desde o último máximo glacial (8000 a 5000 anos atrás), a paisagem da Península Fildes estava envolvida em condições paraglaciais e periglaciais, com a pedogênese marcada por processos criogênicos. Entretanto, de modo geral, os solos são moderadamente desenvolvidos para padrões antárticos devido aos processos intempéricos físicos (notadamente) e orgânicos, sendo em sua maioria túrbicos,

com podzolização, forte fosfatização, baixo teor de carbono orgânico, pouca diferenciação entre os horizontes e com acumulação de sais.

Após o último máximo glacial, o recuo dos glaciares levou ao levantamento glacioisostático e tectônico holocênico, favorecendo a ocorrência de processos periglaciais e paraglaciais, como intemperismo por gelo, crioturbação e nivologia. Esses processos periglaciais e proglaciais esculpiram as plataformas elevadas em diferentes graus e locais, até 60 m acima do nível do mar (MICHAEL et al. 2014)³.

O intemperismo, a crioclastia e a crioturbação são um dos diversos processos ativos nos solos, devido ao elevado número de ciclos diários de congelamento-descongelamento (BALKS et al., 2013). A alteração química é geralmente baixa, mas é importante para a formação do solo, especialmente em áreas onde a acidez é gerada pela oxidação de sulfetos no material progenitor ou devido à decomposição do guano de aves (SIMAS et al., 2007).

Nesse sentido, as áreas livres de gelo na *Shetland* do Sul são marcadas por processos periglaciais, com desenvolvimento do solo e distribuição da vegetação (LÓPEZ-MARTÍNEZ et al., 2012), sendo que a formação dos solos está intimamente relacionada à história glacial e evolução de superfícies, à geologia, e ao intemperismo, principalmente físicos. Some-se a isso também a significância de fatores biológicos, como a ornitogênese/fosfatização, oriundo dos dejetos animais na superfície terrestre (MICHAEL et al., 2005)⁴.

Além disso, a atividade orgânica desempenha um papel importante no desenvolvimento do solo na Península de Fildes e é comumente encontrada na costa norte da, assim como na Ilha Ardley. Essa atribuição possui destaque durante o verão, ocorrendo nos ambientes terrestres, interações que influenciam diretamente as relações tróficas e rotas de transferência de matéria e energia entre o oceano e as áreas costeiras na Antártica (RAKUSA-SUSZCZEWSKI, 1993).

Nestes locais, existe grande aporte de materiais orgânicos oriundos do ecossistema local (guano, urina, penas, casca de ovos, restos animais/vegetais e onchas) depositados por aves e mamíferos, com destaque para os pinguins, sendo a incorporação destes materiais orgânicos ao solo a principal influência na caracterização dos solos ornitogênicos (SCHAEFER et al., 2004; PEREIRA et al., 2013).

³ MICHEL, Roberto F. M.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, Jerónimo; SIMAS, Felipe N. B.; HAUS, Nick W.; SERRANO, Enrique; BOCKHEIM, James G. Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica. *Geomorphology*, [S. l.], v. 225, n. C, p. 76 - 85.

⁴ MICHEL, R.F.M. Solos criogênicos e ornitogênicos da área de entorno da ponta Llano, antártica marítima. 2005, p. 125.

De acordo com Rakusa-Suszczewski (PEREIRA, T. T. C. et al 2014)⁵, cada população de pinguim na Antártica (entre 30.000 e 50.000 casais) deposita em torno de 6,35 t de excremento no solo diariamente (indo de encontro com 0,14 t de excreta dos pássaros), sendo que a intensidade de aporte nas pinguineiras chega a 10 kg m⁻² de excreta durante uma estação. Segundo Ugolini (PEREIRA, T. T. C. et al 2014), representando uma quantidade significativa de matéria orgânica nos ecossistemas terrestres antárticos.

Desta forma, o depósito anual atinge aproximadamente 1,11 t de excreta no solo. Porém, o material depositado e outros nutrientes transportados para as terras por pinguins rapidamente retornam ao mar, devido aos agentes intempéricos e erosivos. Desse montante, de acordo com Myrcha (PEREIRA, T. T. C. et al 2014) sob condições favoráveis, aproximadamente 11% do fósforo depositado pode permanecer no solo, indicando que nesta transferência, a concentração e aumento do material orgânico se tornam importantes para o desenvolvimento dos ecossistemas costeiros pobres em nutrientes.

Além dos pinguins, outros animais também contribuem para o processo de ornitogênese, como as skuas, petréis e gaivotões. Além disso, é possível observar o desenvolvimento pedológico e vegetal em áreas distantes da costa próximo a ninhas destas aves, indicando a importância da fertilização dos solos por estes animais, e reflexo no estabelecimento de comunidades vegetais mais complexas (MICHAEL et al., 2005)⁶.

Os solos dominantes na Península de Fildes e na Ilha Ardley, os Cryosols, estão relacionados aos processos de crioturbação e camada ativa e se desenvolveram em amplas áreas ocupadas por campos de pedras, terrenos padronizados, morenas e encostas em plataformas médias, superiores e colinas nas áreas norte e sul.

De acordo com as amostras coletadas e horizontes analisados *in situ* (figura 3) por Michel (2005), os solos na região são bem desenvolvidos para os padrões antárticos e trinta e um dos quarenta e oito perfis estudados se enquadram no Grupo Principal Cryosol de acordo com a classificação WRB (World Reference Base for Soil Resources), que corresponde à ordem Gelisols da Taxonomia de Solos dos EUA. Desta forma, se destacam as seguintes classes de solo: Leptic/Lithic e Skeletic, Arenosols/Entisols e Cryosols/Gelisols. Os Cryosols são os solos dominantes na Península de Fildes e na Ilha Ardley, relacionados aos processos de crioturbação e camada ativa e se desenvolveram em amplas áreas ocupadas por campos de

⁵ Pereira, T.T.C.; Schaefer, C.E.G.R.; Rodrigues, R.A.; Pinheiro, L.S. Pedologia brasileira na antártica: a pesquisa de solos afetados por permafrost no cenário do aquecimento global. Rev. Geogr. Acadêmica v.8, n.1 (vii.2014) p. 23 - 25.

⁶ MICHEL, R.F.M. Solos criogênicos e ornitogênicos da área de entorno da ponta Llano, antártica marítima. 2005, p. 24.

pedras, terrenos padronizados, morenas e encostas em plataformas médias, superiores e colinas nas áreas norte e sul.

Figura 3: Horizontes dos solos analisados na Península Fildes



Fonte: MICHEL, R.F.M. Solos criogênicos e ornitogênicos da área de entorno da ponta Llano, antártica marítima. 2005, p. 24

Além disso, outros solos sem permafrost foram identificados e se enquadram nas seguintes classes de acordo com a WRB (e a Taxonomia de Solos dos EUA): Leptosols (Entisols), Arenosols (Entisols), Gleysols (Gelaquents) e Cambisols (Inceptisols) que possuem diferentes texturas, aspectos granulometria, profundidade entre outras características evidenciadas pela tabela 3. A presença de permafrost foi identificada em 19 perfis. A maioria dos solos apresenta altos teores de cascalho e grandes áreas têm solos com caracteres Leptic e Skeletic. A profundidade do solo variou de 10 a 120 cm, com uma média de 55 cm considerando todos os 48 perfis estudados.

Tabela 3: Classificação dos solos da Península Fildes

Península Fildes	IUSS (2006)	Soil Survey Staff (2010)
1	Haplic Arenosol (Eutric, Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, Typic Gelothents
2	Haplic Arenosol (Eutric, Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, Typic Gelothents
3	Haplic Arenosol (Eutric, Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, Typic Gelothents
4	Haplic Arenosol (Eutric, Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, Oxyaquic Cryopsamments
5	Haplic Arenosol (Ornithic, Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, "Ornithic" Typic Gelorthents
6	Haplic Arenosol ("Biogenic", Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, Oxyaquic Cryopsamments
7	Protic Arenosol (Eutric, Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, Typic Gelothents
8	Leptic Cambisol	Coarse-loamy, mixed, subgelic, Lithic Eutroglepts
9	Leptic Cambisol	Coarse-loamy, mixed, subgelic, "Ornithic" Lithic Eutroglepts
10	Haplic Gleysol	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, Fluvaquentic Aquorthels
11	Haplic Leptosols (Eutric, Gelic)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, Oxyaquic Gelorthents
12	Epiturbic Cambic Cryosol (Eutric, Novic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, Typic Haploturbel
13	Turbic Cambic Cryosol ("Patterned", Calcaric, Siltic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Haploturbels
14	Turbic Cambic Cryosol ("Patterned", Calcaric, Siltic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Haploturbels
15	Turbic Cambic Cryosol ("Patterned", Calcaric, Siltic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Haploturbels
16	Turbic Cambic Cryosol ("Patterned", Calcaric, Siltic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Haploturbels
17	Histic, Leptic, Cryosol (Reductaquic, Arenic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, Psammentic Aquorthels
18	Leptic Cryosols (Eutric, Oxyaquic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, Lithic Haploorthels
19	Turbic Leptic Cryosol ("Patterned", Eutric, Skeletic)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, "Patterned", Lithic Haploturbels
20	Turbic Leptic Cryosol (Eutric, Reductaquic, Arenic)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, Typic Haploturbels
21	Turbic Leptic Cryosol ("Patterned", Eutric)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Haploturbels
22	Turbic Leptic Cryosol (Eutric, Gelic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, Lithic Haploturbels
23	Turbic Cryosol ("Patterned", Eutric)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Haploturbels
24	Turbic Cryosol ("Patterned", Eutric, Arenic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Psammenturbels
25	Turbic Cryosol ("Patterned", Eutric, Arenic)	Coarse-loamy, mixed, subgelic, "Patterned", Typic Haploturbels
26	Turbic Cryosol (Eutric, Skeletic)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, Lithic Haploturbels
27	Turbic Cryosol ("Patterned", Eutric, Skeletic)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, "Patterned", Aquic Haploturbels
28	Turbic Cryosol ("Patterned", Eutric)	Coarse loamy-skeletal, mixed, subgelic, "Patterned", Aquic Haploturbels
29	Turbic Leptic Cryosol (Ornithic, Arenic)	Loamy-skeletal, mixed, subgelic, "Ornithic" Lithic Haploturbels
30	Haplic Cryosol (Ornithic, Arenic)	Sandy, mixed, subgelic, "Ornithic" Typic Psammenthels
31	Lithic Leptosol (Eutric, Gelic)	Sandy, mixed, subgelic, Lithic Cryopsamments

Fonte: traduzido de MICHEL, R. F. M. (2014, p. 80)

Com este cenário exposto, para realizar a pesquisa, é necessário realizar o levantamento bibliográfico para compreender o contexto periglacial em que a área de estudo está inserida na Antártica Marítima, de acordo com as pesquisas realizadas ao longo da última metade do século XX.

Segundo Bockheim (2013), é de extrema importância inventariar e analisar os estudos prévios da área de estudo, justamente para compreender a evolução das pesquisas e suas diferentes abordagens, visando conhecer os métodos já aplicados, os resultados obtidos e, a partir disso, planejar como os próximos estudos serão conduzidos.

Vale ainda ressaltar que os ambientes glaciais são muito sensíveis a mudanças climáticas, sendo altamente suscetíveis a mudanças superficiais, as quais podem ser evidenciadas nas pesquisas históricas realizadas desde a metade do século XX até a contemporaneidade. Essas pesquisas trazem à tona as mudanças glacial-interglacial quaternárias, atualmente sob efeitos ligados ao incremento do aquecimento global (KNIGHT e HARRISON, 2009).

Além disso, a partir das informações coletadas e especializadas, será possível compreender a interação entre os materiais em subsuperfície e a dinâmica em superfície no contexto geológico.

Sob este escopo, para realizar a pesquisa, foi necessário considerar o contexto geológico, periglacial, proglacial e paraglacial e demais áreas da ciência associadas a geocronologia e a geomorfologia Periglacial, responsáveis por auxiliar a explicar o contexto e a evolução da paisagem nesses ambientes.

A geocronologia é a ciência que concentra seus estudos no intercâmbio da relação entre atmosfera, gelo, solo e a hidrologia nas regiões periglaciais e glaciais nos círculos polares e em regiões de montanhas. Ela estuda os processos erosivos e intempéricos físicos e químicos que ocorrem nessas áreas, como o desenvolvimento do permafrost, gelivação, solifluxão e outros fenômenos geológicos relacionados à ablação das geleiras (FRENCH e THORN, 2006).

Ambientes periglaciais referem-se a áreas próximas às regiões permanentemente cobertas por gelo, como regiões polares ou em elevadas altitudes. São caracterizados por congelamento e descongelamento da camada de gelo sob a superfície, descrito pelo processo de ablação, devido a oscilações sazonais de temperatura e ao permafrost. Além do permafrost, ambientes periglaciais também possuem solifluxão, gelivação e outros fenômenos. Essas características são moldadas pelas flutuações sazonais de temperatura e pelo congelamento e descongelamento do solo. O estudo dessas regiões é importante para entender como as mudanças climáticas podem afetar a estabilidade do solo e a dinâmica das paisagens nessas áreas sensíveis ao aquecimento global (SLAYMAKER, 2011).

O termo proglacial traduz a expressão “em frente à geleira”. O termo refere-se às áreas adjacentes a geleiras ou campos de gelo, isto é, o que define este ambiente é, antes de tudo, sua localização geográfica. São regiões influenciadas por processos glaciais e desempenham um papel importante no funcionamento e evolução das geleiras. Por isso, os ambientes proglaciais são dinâmicos, com características distintas moldadas pelas interações entre gelo, água e solo. Alguns exemplos são: depósitos de sedimentos e rochas transportados e deixados pela movimentação das geleiras, relevo de morenas; lagos proglaciais, que se formam na frente das geleiras devido ao derretimento do gelo e ao acúmulo de água. Podem ser lagos temporários ou permanentes e podem estar contidos por morenas (BALLANTYNE, 2002; MACHADO et al., 2019).

Esses ambientes proglaciais desempenham um papel importante na erosão e sedimentação da paisagem e são sensíveis às mudanças climáticas. O estudo desse ambiente é fundamental para compreender a dinâmica desses ambientes frente às mudanças climáticas.

Nesse mesmo cenário, outro fenômeno ativo na área de estudo é a crioplanção, resultado da ação combinada do congelamento e descongelamento. É um processo de erosão comum em ambientes de clima frio, envolvendo os seguintes mecanismos que moldam a paisagem: congelamento do solo, solifluxão, gelivação, erosão glacial. Esse fenômeno ao longo do tempo cria colinas suaves e arredondadas, vales glaciais rasos através da ação lenta, mas contínua dos processos criogênicos durante o quaternário.

A crioplanção está associada ao desenvolvimento de bancos, terraços e pedimentos em superfícies aplainadas em posições de cimeira, meia encosta e sopé de interflúvios. Esse efeito nivelador é resultado dos ciclos de congelamento e degelo, especialmente decorrente do recuo das geleiras e sua abrasão, além das contrações térmicas do substrato e intemperismo. Essa dinâmica também está diretamente relacionada à presença de permafrost e solos padronizados (HALL, 1997).

Autores como Nelson e Nyland (2017) também apontam esse trabalho erosivo aplainador como originário de feições como circos glaciais e terraços crioplanados, mas as relações ainda são incertas, pois a ocorrência destas feições depende não apenas do desgaste produzido pelo gelo, mas igualmente do acúmulo e perda de neve, sendo mais individualizada e conhecida como processo pelo termo nivação (MATTHES, 1900; DEMEK, 1969).

Outro elemento importante para levar em consideração, de acordo com a geomorfologia periglacial, é o efeito da acumulação nival, que contrasta com o efeito abrasivo das geleiras no aplanamento da superfície através da crioplanção.

Os fenômenos supracitados acima são apenas alguns dos que constituem, de fato, a complexidade do ecossistema da península antártica, permitindo-nos compreender um vislumbre de sua gênese e dos fenômenos atuantes. É necessário lembrar que esses fenômenos ocorrem com diferentes magnitudes e frequências simultaneamente, tornando-os sistemas abertos, cientes da entrada e saída de matéria e energia, resultando em um saldo positivo ou negativo. Um exemplo disso é a ocorrência de avanços e retrações das geleiras e mantos de gelo devido às oscilações quaternárias (BINGHAM et al., 2010), ou ainda o fraturamento causado no substrato pelo crescimento de cristais de gelo e a consequente expansão volumétrica nas rachaduras (MATTHEWS et al., 2019).

A partir do embasamento teórico entre os termos acessórios postulados pela geomorfologia glacial e geocronologia, torna-se claro os critérios para distinguir as formas de relevo e a evolução da paisagem nos ambientes periglaciais. Esses ambientes podem ser compreendidos em termos de ajuste e resposta aos processos, tanto direta quanto indiretamente (BALLANTYNE, 2002; BERTHLING e SCHOMACKER, 2013; RUIZ-FERNÁNDEZ et al., 2019).

Mapeamento bibliométrico

O mapeamento bibliométrico é um dos conjuntos de técnicas quantitativas utilizadas para analisar e representar os estudos científicos realizados em uma determinada localidade através de redes acadêmicas, a fim de ilustrar a estrutura, a evolução e dinâmica das análises científicas feitas em um determinado período de tempo estimado a partir dos dados relacionados aos estudos de um determinado campo da ciência, que podem apontar para tendências de investigações.

Essa técnica se baseia na análise de informações quantitativas extraídas de publicações científicas, como a quantidade de artigos publicados, patentes, livros e outros documentos, com o objetivo de identificar padrões e tendências na produção e disseminação do conhecimento científico. Nesse sentido, o mapeamento visa encontrar representações visuais da dinâmica bibliométrica, proporcionando uma visão geral da estrutura dos estudos científicos realizados em uma determinada área acadêmica.

Vale ressaltar que o termo "mapa" utilizado em análises bibliométricas não possui o mesmo significado tradicional amplamente utilizado na cartografia, onde corresponde à representação de fenômenos naturais ou antrópicos na superfície terrestre através da cartografia temática ou sistemática. Na cartografia tradicional, os mapas são ferramentas essenciais para a visualização da espacialização geográfica do fenômeno, permitindo a análise espacial.

Nesse viés, segundo Morris e Martens (2008), em análises bibliométricas, o termo "mapa" assume uma função diferente. Ele se refere à representação gráfica da estrutura e das conexões dentro de um sistema de redes científicas. Esses mapas bibliométricos são projetados para ilustrar como os estudos acadêmicos estão interligados, mesmo quando pertencem a diferentes áreas do conhecimento. Esses mapas revelam a complexa teia de

relações entre autores, instituições, artigos e outras entidades dentro do ecossistema científico.

Nesse sentido, é válido destacar que os mapas bibliométricos não utilizam a escala cartográfica e/ou representa fenômenos sociais ou naturais na superfície terrestre da forma tradicional utilizada pela cartografia, mas representa, sobretudo, as relações e conexões entre estudos acadêmicos, através dos autores, citações, palavras-chave, temas correlatos ou periódicos através de representações que tornem claro suas conexões, diretas ou indiretas.

Segundo Bellis (2009), com o mapa bibliométrico em mãos, somado aos dados quantitativos e qualitativos, é possível começar a observar a interação das pesquisas, suas centralidades e descentralizadas, além de construir hipóteses sobre sua evolução, sendo que ele é fundamental para identificar padrões de colaboração entre pesquisadores, instituições e países.

Ainda para Bellis (2009), a interação das pesquisas refere-se à forma como diferentes estudos científicos em uma dada área estão conectados e como estes influenciam uns aos outros, através de citações cruzadas, colaborações entre pesquisadores e instituições, e o desenvolvimento de novas linhas de investigação a partir de estudos existentes. Compreender essas interações permite identificar redes de conhecimento, tendências e áreas de pesquisa em desenvolvimento, além de observar a disseminação de ideias e teorias dentro da comunidade científica.

Para Morris e Martens (2008), os mapas bibliométricos, podem ser, eventualmente, relacionados aos mapas cartográficos, mesmo que ambos tenham suas particularidades para representar seus objetos de estudo. Isso é possível uma vez que a estrutura e interconexão de elementos de análise do mapa cartográfico representam elementos da superfície terrestre, como estradas, rios, lagos, cidades e outros, comumente presentes no mapa bibliométrico.

Essa analogia entre mapas bibliométricos e cartográficos ajuda a compreender como o conhecimento científico é estruturado e interconectado, facilitando a identificação de áreas de colaboração e pontos de convergência nos diversos campos da ciência. Assim como mapas cartográficos são usados para navegação e planejamento, mapas bibliométricos podem ser utilizados para planejar estratégias de pesquisa, identificar colaboradores potenciais e navegar pela vasta literatura científica de maneira mais eficiente (Morris e Martens, 2008).

Método

Etapa de gabinete

A metodologia empregada para a compreensão do desenvolvimento das pesquisas geológicas, geomorfológicas e pedológicas da área de estudo está essencialmente vinculada à pesquisa bibliográfica, sua inventariarização e espacialização bibliométrica através do *software VosViewer*.

Para Bockheim et al. (2013), o mapeamento da superfície terrestre possibilita uma série de interpretações que podem variar segundo a proposta de trabalho, técnicas utilizadas, material disponível ou mesmo contexto cultural em que o indivíduo está inserido, possibilitando que os seus resultados sejam utilizados de acordo com os interesses do pesquisador.

Além disso, independente da área de conhecimento a ser estudada, a metodologia do trabalho para elaboração de estudos bibliométricos deve ser os seguintes passos de modo geral: a partir de um campo de estudo que vise ser estudado, deve ser feito a seleção de base de dados científicos, seleção dos termos relevantes, elaboração de mapas bibliométricos, a sistematização dos dados quantitativos, por fim, a análise dos resultados encontrados.

Em um primeiro momento, a pesquisa foi mantida centrada através de investigações bibliográficas, utilizando, principalmente o *web of science* e instituições vinculadas ao núcleo de pesquisa TERRANTAR e QUANTARTICA, direcionadas aos estudos datados a partir da segunda metade do século XX da área de estudo. Foi realizada uma seleção e consulta bibliográfica direcionada para a *Shetlands* do Sul, priorizando materiais produzidos na ilha Rei George e, sobretudo, da Península Fildes, cujo objetivo era a coleta de dados para compreender o contexto geomorfológico da área de estudo. Não menos importante a partir dos diversos autores selecionados, resgatando brevemente os aspectos geológicos, pedológicos, geológicos e climáticos da área de estudo e as suas condições atuais, foram selecionadas as principais obras relacionadas à gênese da Península Fildes.

Em um segundo momento, após o levantamento bibliográfico, devido a quantidade de estudos encontrados sobre a região, datados desde a segunda metade do século XX, foi confeccionado uma tabela inventário do material coletado, cujo objetivo era reunir os estudos

e sistematizá-los de tal forma que qualquer pessoa possa compreendê-lo, sendo este organizado a partir dos seguintes critérios:

- a. Autores da pesquisa;
- b. Título;
- c. Ano;
- d. Grande área de conhecimento: geologia, geomorfologia e pedologia.
- e. Temática: estudo da litologia da área, estratigrafia, análise estrutural, topossequência, etc.;
- f. Metodologia utilizada;
- g. Formato da informação: mapas, texto, tabelas e afins;
- h. Área compreendida: quadrante da área de estudo.

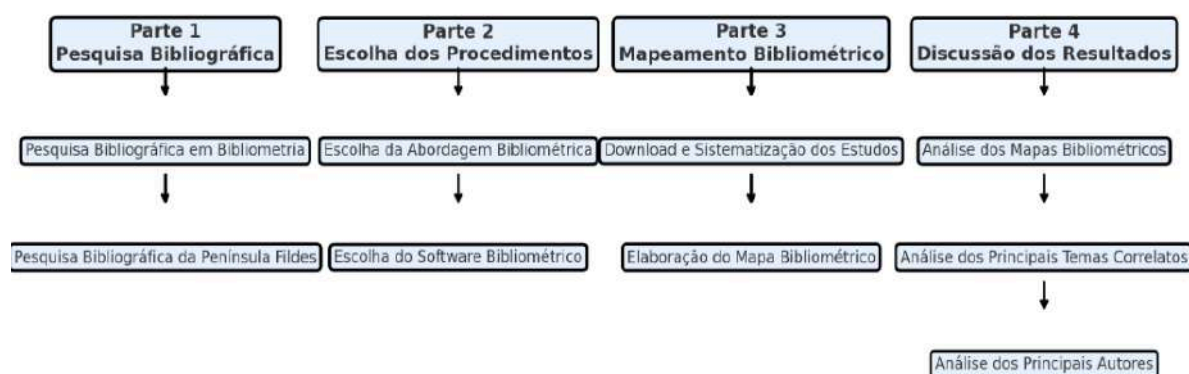
Alguns autores foram tomados referenciados de forma recorrente, foram adotados como referência para extrair os dados espaciais geológicos e pedológicos, como Barton, Lupachev, Birkenmajer, Michel, Schmid, Carina e Schaefer.

Após realizar essa revisão bibliográfica inicial, o próximo passo foi escolher metodologias e abordagens mais adequadas para a concretização do objetivo proposto pela pesquisa. Isto engloba uma série de escolhas, incluindo a abordagem bibliométrica e a decisão de qual *software* vai ser utilizado para confeccionar o mapa bibliométrico.

Depois, será necessário realizar o mapeamento bibliométrico, em que os materiais escolhidos serão processados nos *softwares* bibliométricos e transformados em mapa, como elemento central de análise da pesquisa.

A terceira etapa contemplou o exame dos resultados, que se consolidou a partir da representação combinada à classificação, sistematização dos dados e visualização do mapa bibliométrico. Por fim, de forma geral, as etapas deste estudo podem ser resumidas através da figura 4.

Figura 4: Etapas do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Procedimentos

Os principais procedimentos foram: *downloads* dos estudos científicos disponíveis no *web of science* e outras plataformas, compilação e tabulação dos dados, conversão dos dados aplicável em *softwares* bibliométricos e elaboração dos mapas, quadros e gráficos.

O conjunto dos estudos analisados estão disponíveis no periódico da CAPES. Os dados foram compilados a partir do *download* de todos os arquivos presentes no portal entre os meses de Janeiro e Julho de 2024.

Para a tabulação dos dados foi utilizados o *software Excel*, presente no pacote *Microsoft Office*, que resultou na planilha abaixo:

Tabela 4: Layout da planilha de sistematização dos dados selecionados

Autores da Pesquisa	Ano	Área do conhecimento	Temática	Metodologia	Formato da informação	Área compreendida	Título
BARTON, C. M.	1965	Geomorfologia	Estuário	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	The stratigraphy of King George Island
BARTON, C. M.	1967	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	The stratigraphy of King George Island
Elliot D.H.	1967	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Jerville	The geology of Jerville Island
Kryazev BIRENNAUER	1980	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de gabinete	Bibliografia	Península Fildes	Geology of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands) - An outline
J. L. SMETLIE, R. J. PANDEPST	1984	Geologia	Geologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	South Shetland Islands	The geology of the south shetland islands: VI. Stratigraphy, geomorphology and evolution
Kryazev BIRENNAUER	1989	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de gabinete	Bibliografia	Península Fildes	Guide to Tertiary paleogeology of King George Island
Kryazev BIRENNAUER	1989	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de gabinete	Bibliografia	Ilha Rei George	Oligocene-Miocene glacial marine sequences of King George Island
BIRENNAUER E.	1996	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de gabinete	Bibliografia e mapas	Ilha Rei George	Lithoplene transect Antarctic Peninsula - South Shetland Islands, West Antarctica
Adrian Mckelvie, Paul Chmiele J.	1998	Geomorfologia	Periglacial	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras	Península Fildes	Periglacial and Ecology of Brakes Melhous from Admiralty Bay, King George Island, Antarctica
Jerusalem M. Absher e Angela R. Te	2000	Morfologia e ecologia	Morfologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	Human impact on the terrestrial ecosystem of Fildes Peninsula of King George Island, Antarctica
Z. YU. XUAN CUIHUA	2000	----	Geologia	Bibliografia	Bibliografia	Ilha Rei George	First Cenozoic glaciers in West Antarctica
Kryazev BIRENNAUER	2005	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	Solos eretônicos e Ontogênicos da área de entorno da ponta Liano, Antártica Marítima
Roberto F.M. Michel	2006	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de gabinete	Bibliografia e mapas	Ilha Rei George	The changing nature of periglacial geomorphology
Hugh Freni e Colin E. Thom	2007	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de gabinete	Bibliografia	Antártica	Antarctic soils and soil formation in a changing environment: A review
F.C. Ugoliat e J.G. Boschlein	2007	Geomorfologia e geomorfologia	Geomorfologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	A new approach to reconstructing soil levels in Antarctica using optically stimulated luminescence of cobble surfaces
Alexander B. Simons, Regina DeWit	2010	Geologia e geomorfologia	Morfologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	Geomorphology and soils distribution under periglacial conditions in an ice-free area
Mauricio Rocha Fernandes, Carlos En	2011	Geomorfologia	Morfologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	Soil development and soil biology
Manfred BÖLTER	2011	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	Classificação, cobertura vegetal e monitoramento térmico da camada ativa de solos da Península Fildes
Roberto F.M. Michel	2011	Geomorfologia	Vegetação	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Soil development and soil biology on King George Island, Maritime Antarctic
Manfred BÖLTER	2011	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de gabinete	Bibliografia	Ilha Rei George	Active layer temperature in two Cryosol from King George Island, Maritime Antarctic
R. F. M. Michel, C. E. G. R. Schae	2012	Clima	Clima	Pesquisa de gabinete	Bibliografia e mapas	Península Fildes	Influence of soil properties on the distribution of <i>Deschampsia antarctica</i> on King George Island, Maritime Antarctica
Jong Soo Park, In-Young Ahn, Eun	2012	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Ilha Rei George	Load adaption in the clay fraction of two soil profiles from Fildes Peninsula, King George Island
THIAGO MENDONÇA VANDER	2012	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region)
Jerônimo Lopez-Martinez, Enrique S	2012	Geomorfologia	Periglacial	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	South Shetland Island	Clay Mineralogy of Gleys Soils from the Fildes Peninsula, Maritime Antarctica
Thiago Mendonça Vander Freitas M	2013	Geomorfologia	Periglacial	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Climate warming and permafrost dynamics in the Antarctic Peninsula region
J. Boschlein et al.	2013	Clima	Clima	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Antártica	Periglacial landforms in Antarctica: a pesquisa de solos defendidos por permafrost no cenário do aquecimento global
Carlos Ernesto G. R. Schaefer	2014	Clima	Solo	Gabinete	Bibliografia	Península Fildes	Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island
Roberto F.M. Michel	2014	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Geomorphological mapping of ice-free areas using polarimetric RADARSAT-2 data on Fildes Peninsula and Ardley Island, Antarctica
T. Schmidt, J. Lopez-Martinez, S. G	2015	Geomorfologia	Estuário	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Como-SkyMed X-band SAR data for classification of ice-free areas and glacier facies on Porter Peninsula, King George Island, Antarctica
André Medeiros de Andrade, Jorge J	2015	Classificação	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Porter	Investigation of optically stimulated luminescence behavior of quartz from eolianite rock surfaces: A look forward
Lauren M. Sinkins e. Regim DeVel	2016	Geomorfologia	Geomorfologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Antártica	Soils and Evolution of the Peninsula in Ambiente Periglacial na Península Barton, Antártica Marítima
Davi do Vale Lopes	2017	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Barton	Morfologia de feições geomorfológicas Periglaciais e Proglaciais
Carim Pitsch(1), Karia Kellen da J	2017	Geomorfologia	Morfologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Geomorfologia da Península Porter, Ilha Rei George, Antártica Marítima
André Medeiros de ANDRADE, Jor	2018	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Porter	Remobilização de sedimentos em lacias glaciais da Península Fildes
Carim Pitsch(1); Maria Eliza Soell	2018	Geomorfologia	Morfologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Ondulantes: solos on bauls from maritime Antarctica
Mayara Dabor, Carlos E. G. R. Schae	2019	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de gabinete	Mapa	Barricados Island	Plataformas polares: gelo glaciais
Mariana de Rezende Machado	2019	Periglacial	Bibliografia	Pesquisa de gabinete	Bibliografia	Ilha Rei George	Ondulantes: solos on bauls from maritime Antarctica
Mayara Dabor, Carlos E. G. R. Schae	2019	Periglacial	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras	Ilha Rei George	Geomorfologia: gneiss e contexto paleogeológico Fildes
Carim Pitsch	2019	Geomorfologia	Geologia	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Patterns of spatio-temporal periglacial response in the Antarctic Peninsula
Jessia Ruiz-Fernández, Marc Olivai	2019	Geomorfologia	Solos	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Campos climáticos y aumento de la vegetación en la Península Fildes, Antártica
Carim Pitsch(1); Maria Eliza Soell;	2019	Clima	Clima	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Península Fildes	Soil-landscape interplays at Harmony Point, Nelson Island, Maritime Antarctica: Chemistry, mineralogy and classification
William Fortes Rodrigues, Fabio S.	2019	Geomorfologia	Solo	Pesquisa de campo e gabinete	Anostras e mapas	Nelson Island	Estudos geográficos sobre a Antártica
Davi do Vale Lopes	2020	Solos, Geomorfologia e clima	Solo, Geomorfologia e clima	Pesquisa de campo e gabinete	Bibliografia	Ilha Rei George	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da sistematização dos estudos, foram selecionados apenas os artigos científicos vinculados a investigações pedológicas e geológicas da área de estudo e os mesmos foram reorganizados ao modelo de rótulos de categoria da plataforma *Web of Science (WOS)*.

Os procedimentos de reorganização dos rótulos foram necessários para que fosse possível introduzi-los aos *software* bibliométrico *VosViewer*, pois os mesmos também adotam o modelo de organização dos dados, conforme a tabela 5.

Tabela 5: Rótulos de categorias dos dados da Plataforma *Web Of Science*

Sigla	Conteúdo	Sigla	Conteúdo
FN	Nome do arquivo	PU	Editor
VR	Número da versão	PI	Cidade da editora
PT	Tipo de publicação (J=Periódico, B=Livro; S=Série, P=Patente)	PA	Endereço do editor
AU	Autores	SN	Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas (ISSN)
AF	Nome completo do autor	EI	Número de Série Padrão Internacional para Publicações Eletrônicas (eISSN)
BA	Autores de livros	BN	Número Padrão Internacional de Livro (ISBN)
BF	Nome completo de autores de livros	J9	Abreviação da fonte de 29 caracteres
CA	Autores grupo	JI	Abreviação da fonte ISO
GP	Autores grupo de livros	PD	Data de publicação
BE	Editores	PY	Ano de publicação
TI	Título do documento	VL	Volume
SO	Nome da publicação	IS	Edição
SE	Título de série de livros	SI	Edição especial
BS	Subtítulo de série de livros	PN	Número da edição
LA	Idioma	SU	Suplemento
DT	Tipo de documento	MA	Resumo do encontro
CT	Título da conferência	BP	Página inicial
CY	Data da conferência	EP	Página final
CL	Local da conferência	AR	Número do artigo
SP	Patrocinadores da conferência	DI	Identificador de Objeto Digital (DOI)
HO	Anfitrião da conferência	D2	Identificador de Objeto Digital (DOI) de livro
DE	Palavras-chave de autor	EA	Primeira data de acesso
ID	Keywords Plus®	EY	Primeiro ano de acesso
AB	Resumo	PG	Contagem de páginas
CI	Endereço do autor	P2	Contagem de capítulos (Book Citation Index)
RP	Endereço de reprint	WC	Categorias do Web of Science
EM	Endereço de e-mail	SC	Áreas de pesquisa
RI	Número de ResearcherID	GA	Número de entrega de documentos
OI	Identificador do ORCID (ID Open Researcher and Contributor)	PM	ID PubMed
FU	Agência financiadora e número do subsídio	UT	Número de acesso
FX	Texto sobre financiamento	OA	Indicador de acesso aberto
CR	Referências citadas	HP	Artigo interessante ESI.
NR	Contagem de referência citada	HC	Artigo mais citado ESI.
TC	Contagem do número de citações da CCWoS	DA	Data em que este relatório foi gerado.
Z9	Contagem do número de citações total	ER	Fim do registro
U1	Contagem de uso (Últimos 180 dias)	EF	Fim do arquivo
U2	Contagem de uso (Desde 2013)		

Fonte: *Web of Science (WOS)*.

A planilha resultante da segunda compilação foi convertida em outro arquivo, de formato de texto (“.txt”) por se tratar do modelo compatível no *software* bibliométrico *VosViewer*. Após essa etapa foi possível prosseguir com a pesquisa através da elaboração dos mapas bibliométricos, gráficos e quadros a respeito das informações quantitativas dos estudos realizados nas *Shetlands* do sul, e da Península Fildes.

Software bibliométrico

Durante a segunda etapa da pesquisa, o *software* bibliométrico utilizado para elaboração dos mapas, gráficos e tabelas, foi o *VosViewer* (pacote com interface gráfica denominada Biblioshiny).

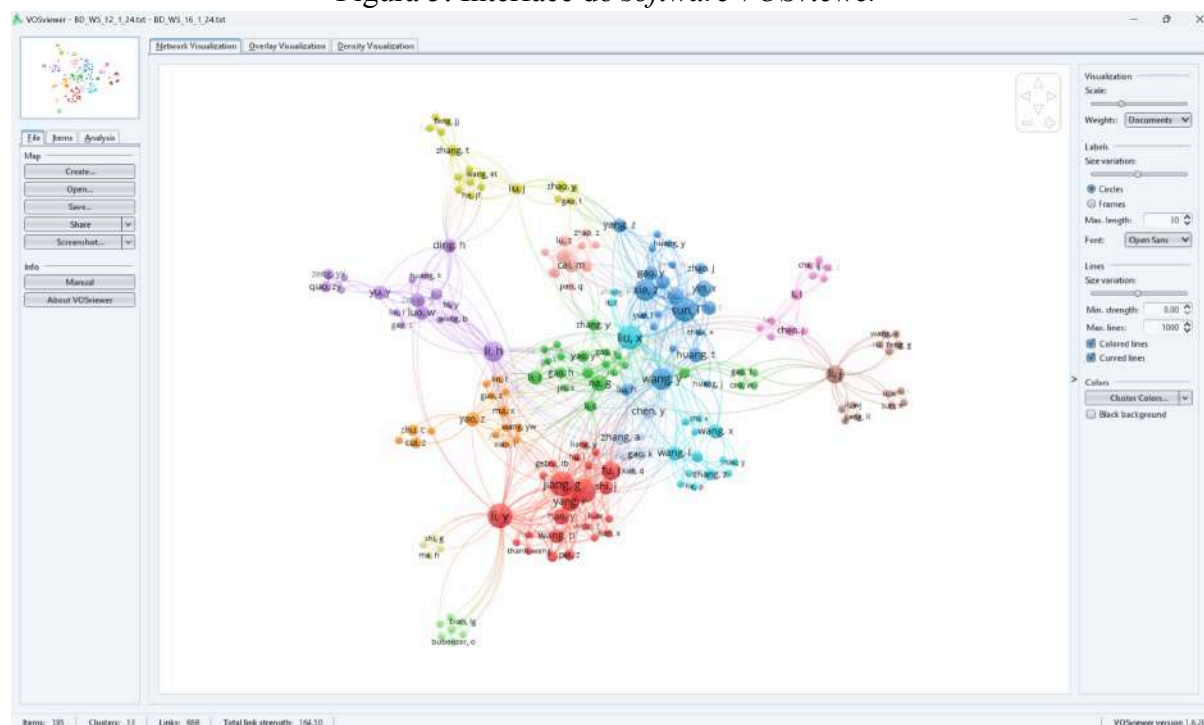
O *software VOSviewer* foi desenvolvido por Van Eck e Waltman (2010) e possibilitou a elaboração de mapas bibliométricos, a partir do emprego de variáveis que enfatizam aspectos funcionais da leitura bibliométrica, como agrupamento, redes e tendências, conforme a interface presente na figura 5.

O *software VOSViewer* está disponível gratuitamente para *download* em seu site oficial⁷, e serviu para elaboração de todos os mapas bibliométricos presentes neste estudo. Ele é um programa destinado a elaboração de mapas bibliométricos com base na metodologia VOS⁸, utilizando dados de plataformas digitais.

⁷ Disponível em: <https://www.vosviewer.com/>. Acesso em 07/08/2024.

⁸ O *software* analisa o conjunto de dados de plataformas digitais, se restringindo ao universo das mesmas, sem considerar leis bibliométricas, mas fornece embasamento para sua compreensão.

Figura 5: Interface do *software VOSviewer*



Fonte: elaborado pelo autor no *software VosViewer*.

Portanto, fica claro que o *software* pode ser empregado para confeccionar os mapas bibliométricos, mas, também consegue evidenciar e ilustrar que todos os estudos realizados na Península Fildes que foram selecionados possuem relações, mesmo que indiretas. Além disso, vale ressaltar que, como os dados foram compilados a partir dos parâmetros estabelecidos pela *WOS*, é possível padronizar mais estudos, diferentes dos disponibilizados pelo *WOS*, e inseri-los no *software*, para evidenciar os dados presentes em diferentes plataformas e visualizar a difusão e conexões do conhecimento científico.

Resultados e análises

Durante a primeira etapa da presente pesquisa, foram encontrados diversos estudos sobre a área de interesse, dos quais, foram identificados: artigos, artigos de revisão, resumos de reuniões, documentos de procedimento, resenha de livros e notas de correção de artigos, os quais possibilitaram a aplicação de análises quantitativas e qualitativas, assim como a observação de prováveis tendências, conexões e cooperações entre os estudos ao longo do período analisado.

Ao realizar buscas por artigos relacionados à Península Fildes na base de dados *Web of Science*, observou-se que os resultados podem variar significativamente conforme os filtros aplicados e, especialmente em relação às palavras-chave utilizadas na pesquisa. Por exemplo, ao utilizar a palavra-chave "*geography*", restringindo a área de estudo à *Shetlands* do sul, encontram-se apenas oito estudos categorizados na área de geografia.

No entanto, quando se combinam-se mais palavras-chave e outras áreas das ciências, principalmente aquelas relacionadas à ciências da natureza, como geociências, geografia física, geologia, climatologia e entre outras, o número de artigos encontrados aumenta consideravelmente.

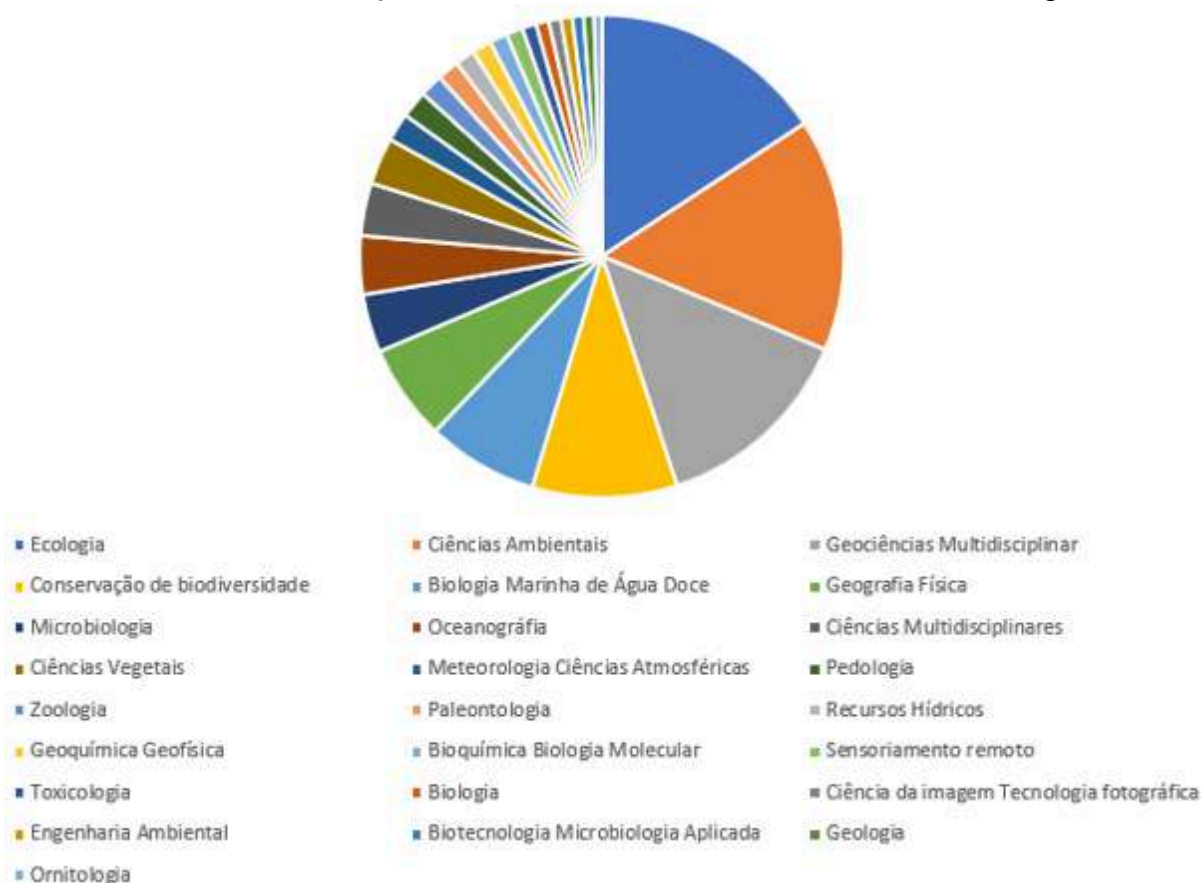
Essa variação nos resultados analisada através da combinação dos filtros e das palavras-chave revela a natureza multidisciplinar dos estudos conduzidos na Península Fildes, especialmente no âmbito das ciências da natureza. Essa interseção entre diferentes disciplinas, do qual a geografia sempre está presente em algum aspecto, amplia o escopo de pesquisa e indica a diversidade de abordagens científicas aplicadas à região.

Além disso, vale destacar que muitos dos artigos encontrados fazem uso frequente de mapas que apresentam o mapeamento dos aspectos naturais da área de estudo, sejam eles relacionados a localização, relevo, geologia, pedologia e entre outros, reforçando a importância das contribuições cartográficas para a compreensão espacial dos fenômenos estudados.

A utilização recorrente desses mapas demonstra não apenas sua relevância científica, mas também a centralidade da combinação das ferramentas cartográficas, das diferentes técnicas de sensoriamento remoto e outras formas de obtenção de imagens aéreas, para a articulação de dados geográficos e ambientais em pesquisas interdisciplinares.

Portanto, o uso criterioso e a escolha das palavras-chaves adequadas são fatores determinantes para a obtenção de resultados mais abrangentes e condizentes com a realidade,

Gráfico 1: Distribuição das áreas de estudos realizados na Ilha Rei George.



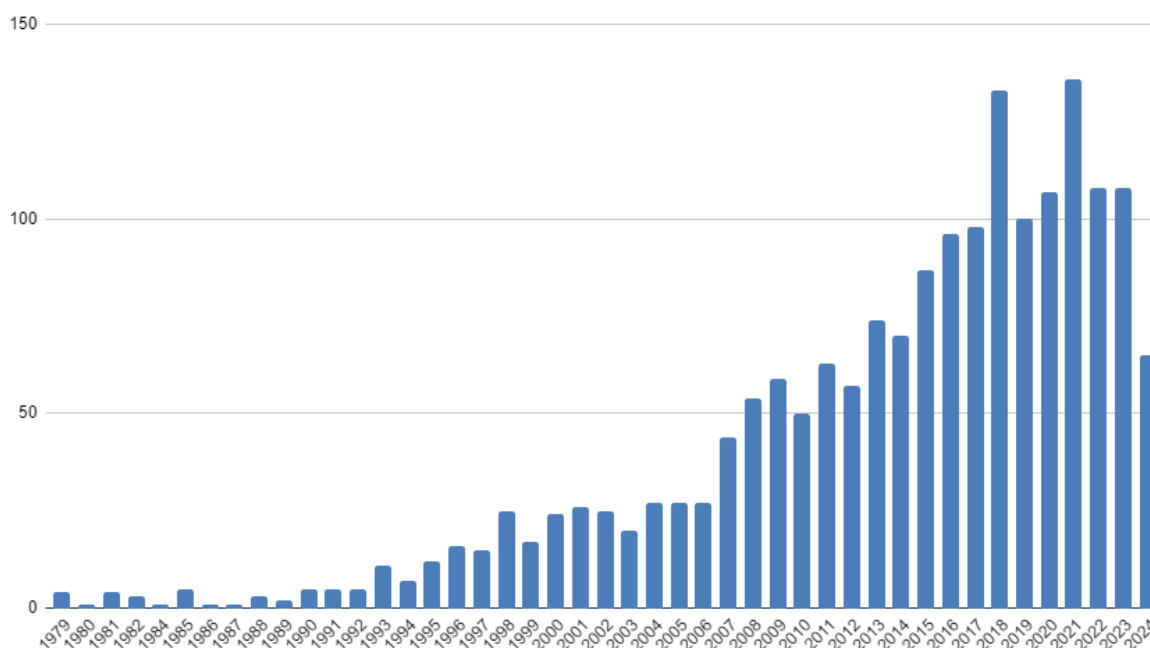
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

Considerando esse escopo, as primeiras publicações são datadas de 1979, demonstrando que a Ilha Rei George tem sido uma área de interesse científico contínuo desde os primeiros estudos realizados na região. No entanto, é a partir dos anos 2000 que se observa um aumento notável no número de publicações, ilustrados pelo gráfico 2. Esse crescimento reflete não apenas o aumento da capacidade de pesquisa e a presença de novas tecnologias que podem trazer alguma facilidade para a coleta e análise de dados, mas também o aumento da relevância da Antártica no cenário científico global.

O aumento das publicações após o início dos anos 2000 é significativo, com um pico de mais de 100 publicações por ano em 2018. Esse crescimento reflete a intensificação dos esforços de pesquisa na Ilha Rei George, que vêm se tornando uma importante área de pesquisas. Além disso, o avanço nas infraestruturas de pesquisa na Antártica e a cooperação internacional entre diferentes programas de pesquisa também podem ter contribuído para o aumento substancial de publicações científicas.

Gráfico 2: Distribuição da quantidade de publicações de pesquisas científicas na Ilha Rei George (1979 a 2024).

Quantidade de publicações por ano



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

Sobre a natureza destas publicações, vale destacar que, em termos quantitativos, foram publicados aproximadamente 1791 artigos, além de artigos de revisões, correções, resumo de reuniões e outros formatos de publicações, que estão descritos na tabela 5.

O fato de que a maioria dos documentos são artigos indica uma produção robusta de estudos primários e originais sobre a Ilha Rei George. Isso é consistente com a observação de que a partir dos anos 2000 houve um aumento considerável nas publicações sobre essa região.

A predominância de artigos sugere que os pesquisadores estão constantemente conduzindo investigações empíricas na região, explorando muitos temas relacionados às ciências naturais, dando destaque para ecologia, geociências, fauna marinha e outras áreas evidenciadas pelo gráfico 1.

A presença de documentos de procedimento e artigos de revisão em menor número, evidenciado pela tabela 5, aponta para uma comunidade ativa de pesquisadores que participa regularmente de conferências e está interessada em consolidar o conhecimento existente, além de continuar o desenvolvimento em novos segmentos de pesquisa.

Tabela 5: Distribuição do formato das pesquisas publicadas na Ilha Rei George.

Categorias de documentos publicados	Quantidade
Artigos	1791
Documento de procedimento	78
Artigos de revisões	61
Artigos antecipados	7
Resumo de reuniões	7
Papel de dados	6
Correções	5
Capítulo de livros	3
Letras	1

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

Vale ainda salientar que, esses artigos foram publicados em diversas revistas acadêmicas de acordo com as informações disponibilizadas pelo *WOS* (que incluem o período de 1979 a 2024), destacando as cinco principais revistas evidenciadas pela tabela 6.

Tabela 6: Principais editoras de publicação de artigos científicos dos estudos realizados na ilha Rei George (1979 - 2024).

Principais revistas de publicação	Frequência
Polar biology	256
Antarctic Science	111
Science of the total environment	74
Polish polar reserch	56
Marine Pollution Bulletin	44

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

Essas revistas científicas listadas abordam uma ampla gama de temas, sendo que, a "*Polar Biology*" aparece como a revista com maior número de publicações (256), refletindo sua liderança na divulgação de estudos relacionados aos ecossistemas polares.

A "*Antarctic Science*" (111 publicações) e "*Science of the Total Environment*" (74 publicações) enfatiza os aspectos interdisciplinares, da relevância das questões ambientais e do impacto das mudanças climáticas nos ambientes polares, abrangendo as áreas de geociências, biologia, meteorologia e oceanografia, evidenciando o papel da ilha Rei George como local estratégico para estudos científicos multidisciplinares.

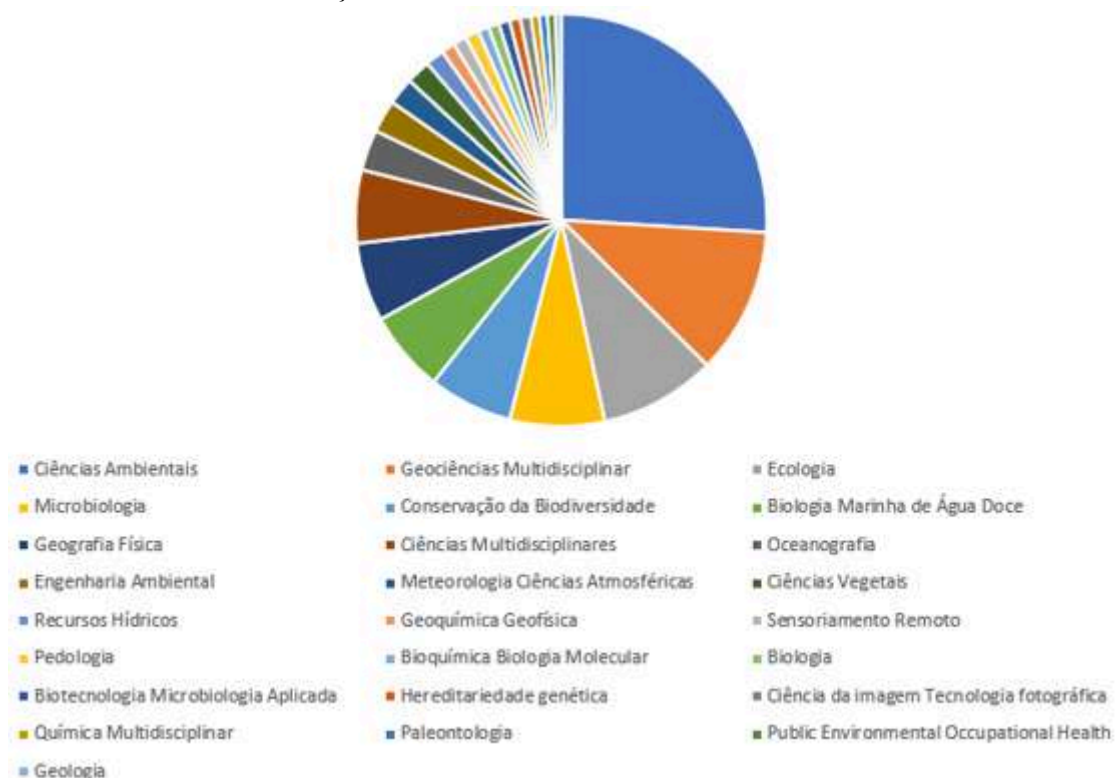
autores que realizam pesquisas de forma cooperativa, os quais abrangem os temas relacionados à microbiologia, ecologia molecular e áreas adjacentes.

Já o *cluster* verde, evidenciado pelo pesquisador Zhang Yanfeng, Na Guang-Shui e demais pesquisadores, está ligado a estudos de microbiologia, dando destaque a pesquisa sobre a descoberta de novas bactérias nas proximidades da Península Fildes.. O *cluster* roxo, representado pelos pesquisadores Sun Linguang e Liu X. D, que realizam estudos ligados aos impactos climáticos e ambientais, relacionados a mudanças climáticas e à biodiversidade.

Essa distribuição espacial dos autores e suas áreas de estudo reflete a conectividade entre os grupos, indicando que as áreas de pesquisas são colaborativas, mas a presença de *clusters* sem conexão ou localizados na periferia do mapa, indicam que ainda existem temas específicos e delimitados na Península Fildes.

Considerando esse panorama geral, que está evidenciado pelo gráfico 3, vale destacar que, 120 pesquisas estão relacionadas a ciências ambientais, 54 estão relacionadas às pesquisas nas áreas de geociências multidisciplinares, ou às que adotam conhecimentos relacionados a estas áreas para dar procedimentos a outras investigações e 29 vinculadas à área de Geografia Física.

Gráfico 3: Distribuição das áreas de estudos realizados na Península Fildes.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

Dentre as 29 publicações classificadas pelo *WOS* como pertencentes à área de Geografia Física, destaca-se a contribuição de autores como Roberto Ferreira Machado Michel e Carlos Ernesto Goncalves Reynaud Schaefer com pesquisas relacionadas aos processos pedogenéticos em regiões periglaciais.

Além disso, é válido acrescentar que, a partir dessa combinação de palavras-chave (*Fildes Peninsula*), é possível começar a observar os principais autores que vêm contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento sobre geologia, geomorfologia e pedologia na Península Fildes, a partir dos conjuntos de *cluster* nos mapas bibliométrico, assim como pelas conexões presentes entre os *clusters* dos mapas. A exemplo disso, de acordo com os dados do *WOS*, Schaefer possui um total de 153 citações, enquanto Michel acumulou 138 citações, descrito pela tabela 7.

Tabela 7: Distribuição de citações dos estudos realizados na Península Fildes.



Verify selected authors

Selected	Author	Documents	Citations	Total link strength
☒	michel, rfm	3	138	3
☒	petsch, c	3	5	3
☒	schaefer, cegr	4	153	3
☒	vieira, r	3	5	3
☒	sun, l	3	24	0

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

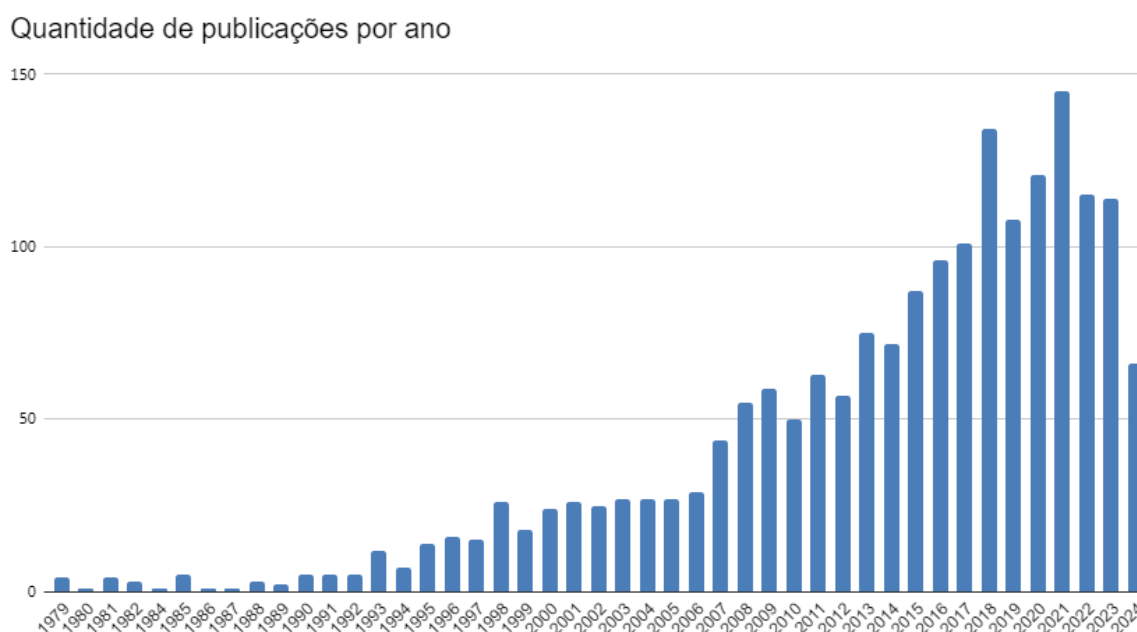
Ambos autores apresentam significativa relevância acadêmica, não apenas pelo número expressivo de citações, mas também pela forte conexão colaborativa com outros pesquisadores de acordo com o mapa bibliométrico 2, como demonstrado pela força total de ligação de 3 em coautorias. Essas métricas reforçam a influência e a contribuição desses autores para a produção científica na área.

A partir dessas informações, foi possível confeccionar o gráfico 4, revelando que as publicações científicas mais antigas realizadas na Península Fildes disponíveis no *WOS* datam de 1979, sendo que, o número de publicações foi aumentando gradualmente e de forma consistente (embora em volumes baixos, durante as duas primeiras décadas) até os anos 2000. A partir do início dos anos 2000, há um aumento significativo no número de publicações, que atinge um patamar constante até meados do ano de 2006, retornando a crescer de forma constante a partir de 2007.

Isso reflete uma intensificação das pesquisas realizadas não somente na Península Fildes, mas também na Ilha Rei George e nas *Shetlands* do Sul, que coincide com o aumento das preocupações globais com questões ambientais e climáticas, e a relevância da Antártica como um termômetro para as mudanças climáticas globais.

Após 2018, observa-se uma leve diminuição no número de publicações até 2023, mas o volume ainda se mantém elevado. Esse número de publicações pode estar relacionado a diversos fatores, como uma estabilização natural do interesse científico; pode estar também relacionado a restrições ao continente ou mesmo às análises presenciais em laboratório e outros desafios impostos pela pandemia da COVID-19 em 2020.

Gráfico 4: Distribuição da quantidade de publicações de pesquisas científicas na Península Fildes (1979 a 2024).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS

Em termos quantitativos, considerando todo o período analisado, houve 284 publicações de artigos científicos nesta área de estudo, indicando a preferência dos pesquisadores por este formato para compartilhar resultados de estudos originais sobre a Península Fildes. Além disso, vale ressaltar que, as publicações no formato de revisões aparecem em menor quantidade (9 publicações), mas ainda têm uma presença relevante.

Tabela 8: Distribuição do formato das pesquisas publicadas na Península Fildes.

Categorias de documentos publicados	Quantidade
Artigos	284
Revisões	9
Documento de procedimento	8
Resumo de reuniões	3
Revisões de livros	1
Correções	1

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

Além disso, vale ressaltar que os artigos de revisão são importantes para sintetizar e organizar o conhecimento já existente sobre um determinado tema, o que aponta para o desenvolvimento do campo de estudo. A presença dessas publicações sugere que, além de pesquisas empíricas, também há esforços para consolidar o conhecimento acumulado.

Tabela 9: Principais editoras de publicação de artigos científicos.

Principais revistas de publicação	Frequência
Science of the total environment	27
Polar Biology	22
Marine Pollution Bulletin	15
Antarctic Science	12
Environmental pollution	12

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

A Tabela 9 apresenta os principais periódicos nos quais estudos relacionados à Península Fildes foram publicados, com base nos dados obtidos na plataforma WOS. Esses dados indicam que as pesquisas realizadas na área foram disseminadas amplamente em revistas acadêmicas focadas em ciências ambientais, biológicas e poluição ambiental.

Vale destacar que, a revista *Science of the Total Environment* continua ocupando uma posição de destaque, justamente por seu caráter interdisciplinar em relação às questões ambientais, a exemplo das pesquisas relacionadas à contaminação por microplásticos (entre outros elementos que possam poluir essa região), os possíveis impactos que a ação antrópica pode causar nesse ambiente entre outros temas relevantes, o que reflete não só a complexidade dos estudos na Ilha Rei George, mas também para a Península Fildes.

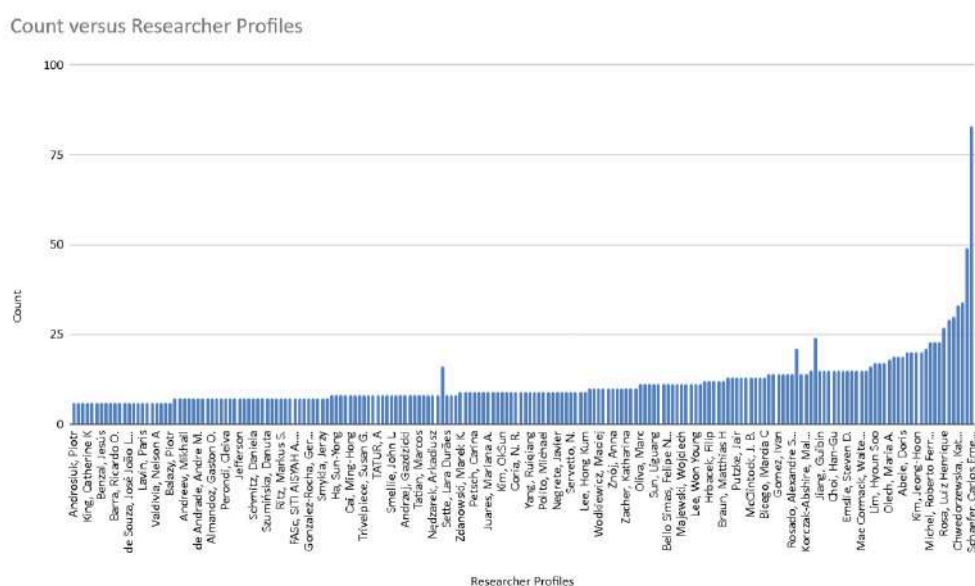
Em segundo lugar está a revista *Polar Biology*, com 22 publicações, uma editora acadêmica que dá ênfase aos estudos relacionados à área de biologia e ecossistemas polares, demonstrando mais uma vez a importância das investigações sobre biodiversidade e adaptações biológicas na Península Fildes.

A presença da revista científica *Marine Pollution Bulletin* (15 publicações) reforça a preocupação com impactos antrópicos, como poluição marinha e seus reflexos na Antártica. A inclusão de revistas como *Environmental Pollution* e *Antarctic Science*, ambas com 12 publicações, demonstra a amplitude de temas que vão desde poluição ambiental até estudos mais amplos sobre a geologia, ecologia e condições climáticas na região.

Sobre os autores destes estudos, com base no gráfico 5, os dados indicam que alguns pesquisadores, como Schaefer, Convey e Montone, lideram a produção científica sobre a Ilha Rei George, sendo responsáveis por uma parte substancial do conhecimento gerado.

No entanto, a presença de muitos outros pesquisadores com menor número de publicações reflete a colaboração interdisciplinar, que caracteriza as pesquisas na Antártica. Isso sugere que a ciência polar está se expandindo, atraindo novos pesquisadores de diferentes campos e países.

Gráfico 5: Distribuição de publicações de pesquisas científicas na Península Fildes de acordo com os autores (1979 a 2024).

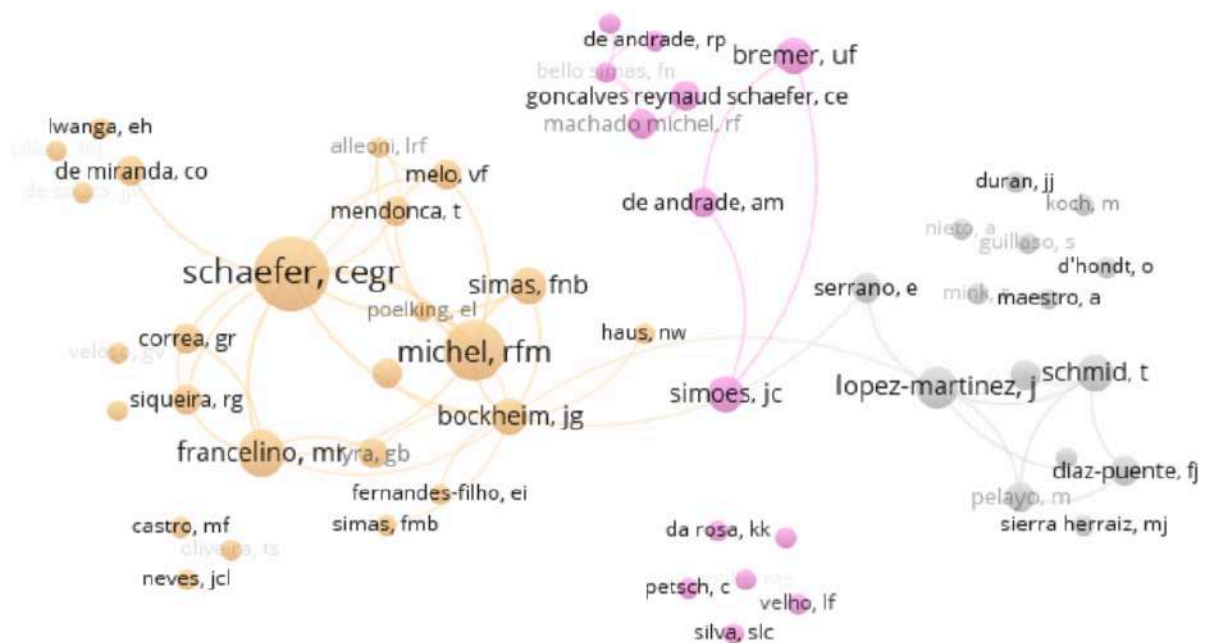


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

Em síntese, analisando esses dados e o mapa bibliométrico 2, podemos observar que certos pesquisadores, como "Schaefer, Cegr", "Sun, I", "Convey, Peter, Hu" e "Jiang, G" entre outros, aparecem em posições centrais dentro de seus respectivos *clusters*, indicando sua relevância em termos de colaboração e influência com outros pesquisadores. Além disso, de acordo com o mapa bibliométrico 2, as pesquisas desses autores conectam diversos colaboradores e, portanto, são importantes para o fluxo de conhecimento entre os grupos.

A partir desse escopo, utilizando a mesma palavra-chave (*Fildes Peninsula*) é possível começar a observar os pesquisadores que realizam estudos vinculados às áreas de geologia, pedologia e geomorfologia na Península Fildes e como seus estudos se relacionam, evidenciado pelo mapa bibliométrico 3.

Figura 8: Estudos realizados e como eles se relacionam na Península Fildes em geologia, pedologia e geomorfologia.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

Neste mapa bibliométrico (figura 8), observa-se um foco nos autores que possuem maior destaque na rede, indicados pelas esferas maiores. Os autores "Schaefer, CEGR" e "Michel, RFM" aparecem em posições centrais e possuem um número significativo de conexões com outros pesquisadores, indicando que desempenham papéis importantes na colaboração científica, especialmente em seus respectivos *clusters*.

As pesquisas conduzidas por "Schaefer, CEGR" e "Michel, R. F. M" estão atreladas a área de Geografia Física, com ênfase em solos e paisagens de regiões frias, incluindo áreas da

Antártica e do Ártico. "Schaefer, CEGR" tem publicações que abordam a gênese, classificação e características dos solos nessas regiões, bem como a sua relação com fatores ambientais, como mudanças climáticas, dando destaque para seu trabalho *Signals of soil formation during pre-glacial maximum on the byers peninsula (maritime antarctica)* (2024), em coautoria com Francelino M. R., publicado na revista CATENA, acumulando 91 citações desde a sua publicação.

Já "Michel, RFM" também trabalha com estudos sobre solos em ambientes frios, com foco em processos de formação, propriedades e implicações ambientais, frequentemente colaborando com outros pesquisadores para explorar questões relacionadas à conservação e sustentabilidade dos solos nessas áreas, dando ênfase para sua pesquisa *Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica* (2014) e *Active layer temperature in two Cryosols from King George Island, Maritime Antarctica* (2012) em coautoria com Schaefer, ambos publicados na revista Geomorphology, acumulando 81 e 42 citações identificadas pelo WOS, respectivamente, desde a sua data de publicação.

Esses autores formam um núcleo de colaboração significativo, indicando a cooperação frequente. Eles estão conectados a outros pesquisadores, como "Francelino, MYRA" e "Bockheim, JG", que também estão bem integrados, sugerindo uma rede de cooperação ativa e relacionada em temas específicos da área de Geografia Física, dando destaque para geologia, geomorfologia e pedologia.

Em relação ao pesquisador "Bockheim, J. G", é válido ressaltar que suas pesquisas estão centradas sobre o tema pedologia em regiões frias, como por exemplo, estudos sobre os *cryosols*, especialmente na Antártica e no Ártico, incluindo também, análises pedológicas na ilha Rei George e menções as características do pedológicas da Península Fildes, Ilha Barton entre outras regiões da *Shetlands* do Sul.

O autor é reconhecido por suas contribuições significativas na caracterização dos solos periglaciais e no desenvolvimento de sistemas de classificação de solos em ambientes com condições extremas. Seu trabalho aborda temas como a gênese, morfologia e dinâmica dos solos, com foco em como o clima frio influencia os processos pedogenéticos e a distribuição dos solos em diferentes paisagens polares.

Além disso, Bockheim, J. G. tem contribuído para a compreensão dos efeitos das mudanças climáticas em regiões polares, tendo como exemplo seu estudo intitulado *Climate warming and permafrost dynamics in the Antarctic Peninsula region* (2013), no qual o pesquisador investiga como o aumento das temperaturas pode impactar a estrutura e a função dos solos. Suas pesquisas são frequentemente realizadas em colaboração com outros

cientistas na área, contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento sobre os solos e suas diversas relações com os demais elementos e fatores do clima, além de considerar também as especificidades da estrutura geológica e geomorfológica das zonas polares do planeta.

As pesquisas desses autores e sua relevância demonstram o motivo do *cluster* laranja estar conectado além de estar destacado como um subgrupo relevante no mapa bibliométrico 3 das pesquisas realizadas na Península Fildes, demonstrando diversas colaborações entre os autores.

Vale destacar também autores como "Simas, F. N. B" e "Fernandes-filho, E. I" que também estão associados ao núcleo, apontam para uma extensão de colaborações dentro deste grupo, os quais têm se dedicado ao estudo dos processos pedogenéticos em ambientes antárticos, buscando compreender as propriedades e os processos que influenciam a formação do solo na região, na caracterização dos solos da Antártica, incluindo aspectos químicos e físicos, e sua relação com o desenvolvimento de organismos e a dinâmica de nutrientes, além de investigar a influência das condições climáticas extremas na formação e nas características dos solos na Península Fildes.

Já o *cluster* em roxo, onde aparecem "Bremer, U.F." e "Simões, J. C.", a princípio, os autores parecem estar se distanciando em relação ao grupo principal, mas ainda assim apresenta algumas conexões com "Schaefer, CEGR" e "Michel, RFM", indicando colaborações ocasionais ou talvez projetos conjuntos menores. Vale ressaltar que, Bremer realizou estudos relacionados à paleoclimatologia e paleoecologia da Antártica, envolvendo a reconstrução de ambientes antigos, utilizando indicadores geoquímicos e isotópicos presentes em sedimentos e solos antárticos e Simões é um dos principais glaciólogos do Brasil e suas pesquisas na Antártica são focadas em estudos de glaciologia e climatologia. Por fim, também a presença do pesquisador Schaefer neste cluster, indicando a presença de suas contribuições em outra área de estudo.

Nesse sentido, o *cluster* em roxo ilustra que os pesquisadores, embora suas pesquisas possuam diferentes enfoques, eles cooperam entre si, e têm contribuído significativamente para o desenvolvimento do conhecimento sobre as dinâmicas, geológica, pedológicas, geomorfológicas, ambientais e climáticas da Antártica, sendo suas pesquisas fundamentais para desenvolver prováveis impactos das mudanças climáticas sobre as regiões polares.

Por fim, os autores no *cluster* cinza, como "López-Martínez, J" e "Schmidt", aparentam estarem mais isolados, apresentando menos conexões em comparação aos grupos

laranja e roxo, apontando que suas colaborações possam ser focadas em temas específicos menos integrados com o núcleo principal.

Em relação ao pesquisador López-Martínez, ele tem se destacado em estudos de geomorfologia e geologia na Antártica, especialmente na Península Fildes, sendo que seus trabalhos envolvem mapeamento geomorfológico e análise dos processos de formação de solos e sedimentos, incluindo a interação dos fatores glaciais e periglaciais.

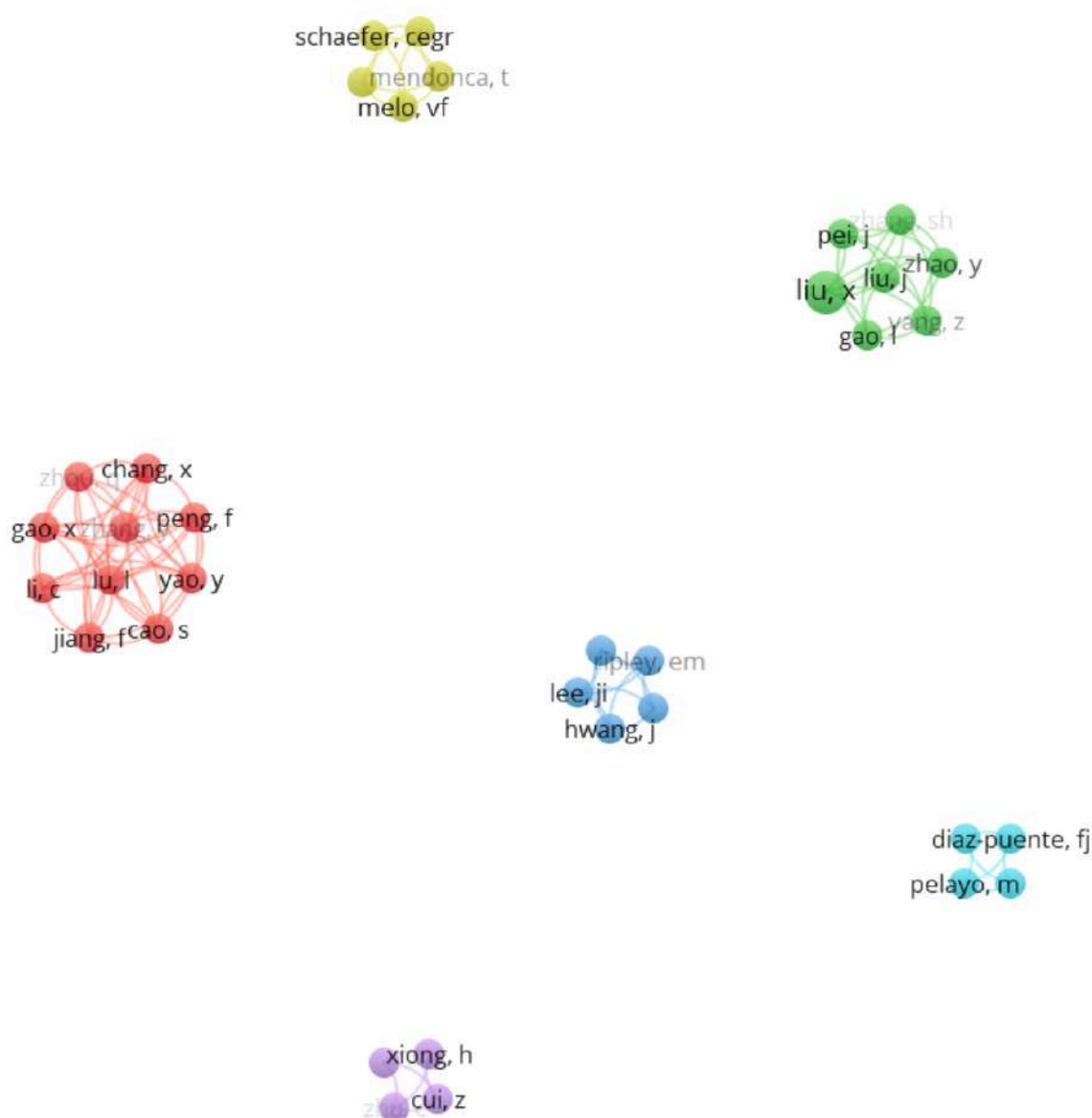
Já Schmidt, vem desenvolvendo estudos para realizar a caracterização dos solos da Península Fildes, investigando principalmente as propriedades físicas e químicas dos solos e sua relação com os processos de formação e com a vegetação, permitindo a confecção de mapas pedológicos. Suas pesquisas vêm contribuindo para o desenvolvimento da compreensão da dinâmica do permafrost e da criosfera, ajudando a compreender as transformações dos solos antárticos às variações climáticas. Além disso, ele tem analisado a influência dos fatores ambientais, como a geologia e o microclima, sobre a formação e a distribuição dos solos.

Vale destacar que, López-Martínez e Schmidt, como evidenciado pelo *cluster* cinza, vem produzindo pesquisas em conjunto, dando destaque para *Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region)* publicado em 2017 e *Characterization and distribution of clay minerals in the soils of Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island, Maritime Antarctica)*, onde ambos estudam os processos periglaciais, as feições geomorfológicas e a distribuição de solos nas *South Shetlands Islands*, fazendo menções à Península Fildes. Além disso, ambos estudos foram publicados na revista *Geomorphology*, acumulando 13 e 3 citações desde a data de sua publicação, respectivamente.

Desta forma, mesmo que, no mapa bibliométrico 3, o *cluster* em cinza representam os pesquisadores que estão realizando pesquisas específicas em algum segmento das ciências naturais, eles ainda vêm contribuindo de maneira significativa para o entendimento dos processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos que atuam na Península Fildes.

Aprofundando mais a pesquisa a fim de encontrar estudos voltados para área de geologia, mas agora pesquisando no *WOS* a combinação das palavras chaves: *Fildes Peninsula, volcanic rocks*, uma vez, grande parte da estrutura geológica da Península Fildes é composta por rochas vulcânicas do período jurássico, foram encontrado 10 estudos, que podem ser representados pelo seguinte mapa bibliométrico:

Figura 9: Estudos realizados e como eles se relacionam na Península Fildes com as palavras-chave *Fildes Peninsula*, *Volcanic Rocks*.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

No mapa bibliométrico da figura 9, o *cluster* em verde revela alguns dos autores, como Yang Z, Zhang SH, Liu J, Zhao Z e outros, que investigam as características específicas das rochas vulcânicas, como composição mineralógica, processos formadores e implicações tectônicas, tendo como exemplo, a pesquisa *New Paleomagnetic and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Geochronological Results for the South Shetland Islands, West Antarctica, and Their Tectonic Implications* (2018).

Já o *cluster* em vermelho, destacando os pesquisadores Zhang F, Zhao Y, Ji GF e outros, indicam os estudos associados à evolução geomorfológica e sua relação com o

substrato vulcânico da Península Fildes, investigando como os ciclos magmáticos refletem o contexto geodinâmico regional.

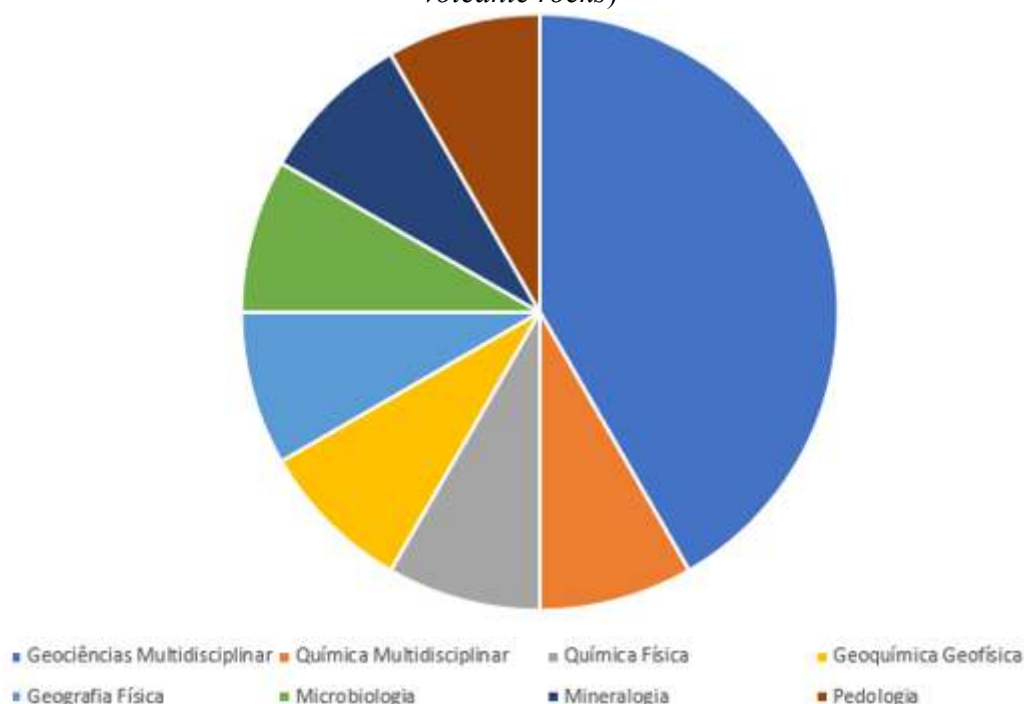
O *cluster* amarelo enfatiza novamente os principais autores que estudam os aspectos pedológicos e geomorfológicos, especialmente a dinâmica do solo em ambientes periglaciais e as interações entre solos e rochas vulcânicas. Vale destacar também o *cluster* azul claro, com os pesquisadores López-Martínez J, Díaz-Puente FJ e Pelayo M, que estão vinculados à área de geologia, geomorfologia e processos periglaciais.

Já no *cluster* roxo e laranja, embora estejam menos representados no mapa, estes *clusters* incluem autores que investigam as interações entre processos glaciais e sedimentares, assim como, respectivamente, temas relacionados ao impacto das atividades vulcânicas em sistemas geológicos e ambientais. Esses estudos incluem análises de cinzas vulcânicas e seus efeitos em processos geomorfológicos com ênfase nos depósitos associados a mudanças no regime glacial da Península Fildes.

Esses *clusters*, embora representem apenas 10 pesquisas científicas presentes no *WOS*, e estejam aparentemente isolados e sem conexões, mostram como diferentes autores abordam a Península Fildes e a Ilha Rei George de diferentes perspectivas, incluindo geologia vulcânica, geomorfologia, pedologia e mudanças ambientais.

Autores como Michel, Schaefer, e López-Martínez aparecem como figuras centrais em seus respectivos domínios e interagem com grupos mais especializados em áreas adjacentes. Cabe ainda pontuar que, a partir dessa análise, percebe-se que o avanço nas pesquisas dessa região resulta da colaboração entre especialistas em múltiplos campos científicos, sendo que podem existir contribuições que não estão mapeadas devido a limitação dos dados disponibilizados pelo *WOS*.

Gráfico 6: Distribuição das áreas de estudos realizados na Península Fildes (Palavra-chave *volcanic rocks*)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

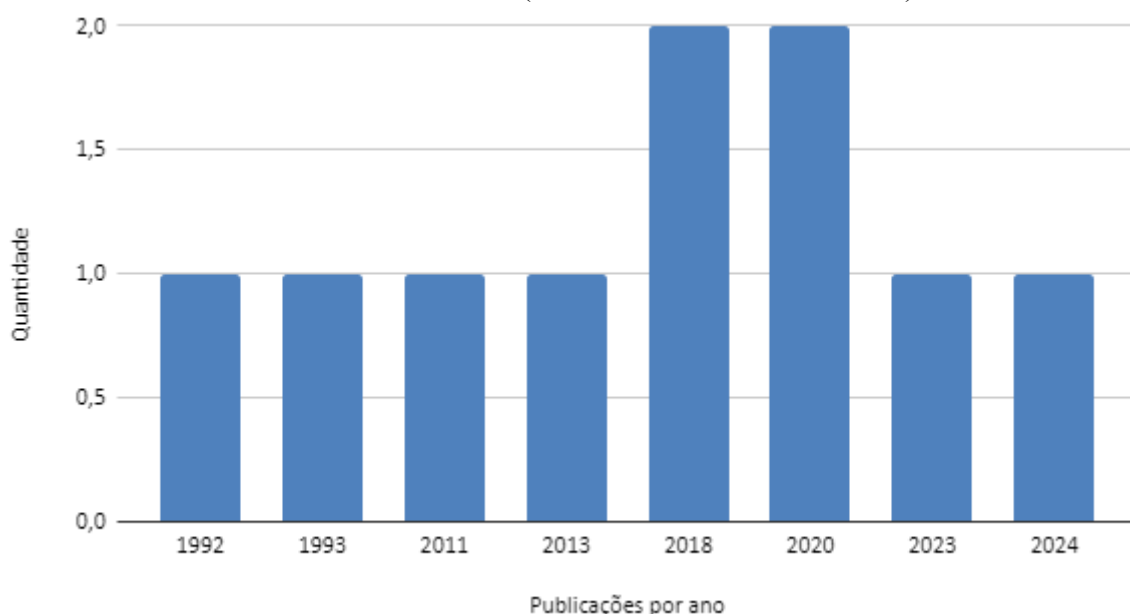
Dentre os 10 estudos encontrados no WOS, todos são classificados como artigos e, embora no mapa bibliométrico 4 estejam relativamente isolados, os estudos, de acordo com o gráfico 6, ainda possuem caráter interdisciplinar, dando destaque para a área de geografia física e geociências multidisciplinares.

Cabe pontuar ainda que, as colaborações de pesquisadores como por exemplo, Schaefer, CEGR e Michel, RFM, possuem caráter interdisciplinar, pois envolvem conhecimentos de diversas áreas da geociência e podem possuir mais colaborações em suas demais pesquisas do que as evidências pelo mapa bibliométrico 4. A exemplo disto, a pesquisa *Clay Mineralogy of Gelic Soils from the Fildes Peninsula, Maritime Antarctica* (2013) realizada em conjunto por estes autores, divulgada pela revista *Soil Science Society of America Journal*, acumular aproximadamente 40 citações em diversos estudos realizados nas *Shetlands* do Sul desde a sua publicação.

Sobre a frequência de artigos científicos no WOS de acordo com essa palavra-chave (*Fildes Peninsula, Volcanic rocks*), como evidenciado pelo gráfico 7, a análise desses dados indica, assim como nas tabelas anteriores, um crescimento significativo no número de publicações, com picos de produção científica em 2018 e 2020, que coincidem com um aumento de colaborações interdisciplinares.

Diante deste filtro escolhido, entre as 10 publicações indicadas pelo *WOS*, 6 delas não estavam presentes nos filtros anteriores, demonstrando que a escolha das palavras-chave de forma criteriosa pode alterar o resultado da pesquisa bibliométrica.

Gráfico 7: Distribuição das publicações científicas por ano na Península Fildes de acordo com os dados do *WOS* (Palavra-chave *volcanic rocks*).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

A tabela 10 apresenta os principais periódicos nos quais estudos relacionados à Península Fildes foram publicados, com base nos dados obtidos na plataforma *WOS*. Nota-se uma diversificação editorial significativa, com cada revista possuindo uma frequência de publicação única.

Tabela 10: Principais editoras de publicações dos artigos científicos na Península Fildes de acordo com os dados do *WOS* (Palavra-chave *volcanic rocks*).

Principais revistas de publicação	Frequência
Amer Geophysical Union	1
China UNIV Geosciences	1
Cambridge Univ Press	1
Elsevier	1
Frontiers Media Sa	1
Mdpi	1
Science China press	1
Soil Sci Soc Amer	1
Springer Nature	1
Uniao Geomorfologia Brasileira	1

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

Entre as publicações destacadas, observa-se a presença de editoras e revistas científicas de relevância internacional, como a *Elsevier*, *Springer Nature* e *Cambridge University Press*, que possuem ampla influência em áreas como geociências, geomorfologia e ciências ambientais. Além disso, as publicações em revistas especializadas, como a *American Geophysical Union* e a *Soil Science Society of America*, indicam um enfoque específico na geologia e nos processos pedológicos.

No contexto asiático, a presença de editoras como *China University Geosciences* e *Science China Press* sugere uma contribuição relevante da comunidade científica chinesa nos estudos sobre a Península Fildes. A presença da *MDPI* e da *Frontiers Media SA* reforça a participação de plataformas de acesso aberto, que ampliam a visibilidade e o impacto das pesquisas. Por fim, a participação da *União Geomorfologia Brasileira* reflete o engajamento da comunidade científica brasileira nos estudos relacionados às áreas polares.

Seguindo com a pesquisa, a fim de encontrar estudos voltados para a área de pedologia na península Fildes, foi utilizado a combinação das palavras chaves: *Fildes Peninsula*, *cryosols*, justamente devido a predominância desses solos na área de estudo. Nesse caso, foram encontradas 12 publicações de artigos científicos de acordo com o *WOS*, que estão representadas pelo mapa bibliométrico na figura 9.

Figura 10: Estudos realizados e como eles se relacionam na Península Fildes com as palavras-chave *Fildes Peninsula*, *Cryosols*.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

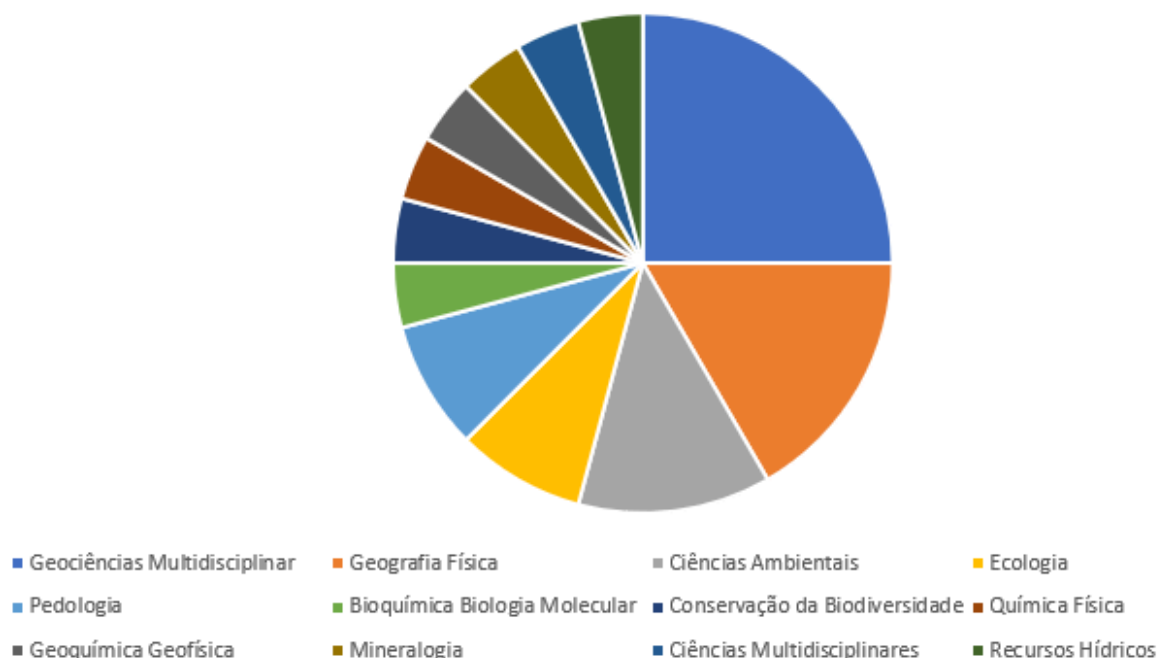
Este mapa bibliométrico (figura 10), apresenta a colaboração e a conexão entre os autores que pesquisam a pedologia, com foco nos *cryosols* da Península Fildes. Este mapa é formado por dois *clusters* principais: o *cluster* vermelho e o *cluster* verde.

No *cluster* vermelho, os autores Michel RFM e Schaefer CEGR são centralizados, evidenciando, assim como nos mapas anteriores, a relação de cooperação para produção de artigos nessa sobre *cryosols*. Ambos são reconhecidos por sua ampla produção acadêmica relacionada à caracterização e dinâmica dos solos em áreas frias, com ênfase nas interações entre solos, clima e processos geomorfológicos.

No *cluster* verde, o autor Abakumov é representado de forma isolada, sugerindo sua atuação mais independente dentro do tema abordado. Ele é reconhecido por seus estudos em pedologia polar, focando na composição orgânica e no comportamento do carbono em solos periglaciais, relacionadas à dinâmica do carbono em *cryosols*, abordando os impactos das mudanças climáticas na estabilidade desses solos e suas implicações para o ciclo global do carbono. Seu trabalho tem sido fundamental para compreender como os solos da Antártica respondem às alterações ambientais, trazendo contribuições únicas para a literatura científica.

Gráfico 8: Distribuição das áreas de estudos realizados na Península Fildes (palavras-chave: *Fildes Peninsula, cryosols*).

Distribuição das áreas de estudos realizados na Península Fildes (palavras-chave: *Fildes Peninsula, cryosols*)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do WOS.

De acordo com o gráfico 8, mesmo centralizando as palavras chaves para a área da pedolgia, especificamente para os *cryosols*, os estudos realizados na Península Fildes continuado apresentando o caráter multidisciplinar, expondo de forma constante a presença dos autores Michel, RFM, Schaefer CEGR e outros pesquisadores, em diversas áreas e segmentos de estudo.

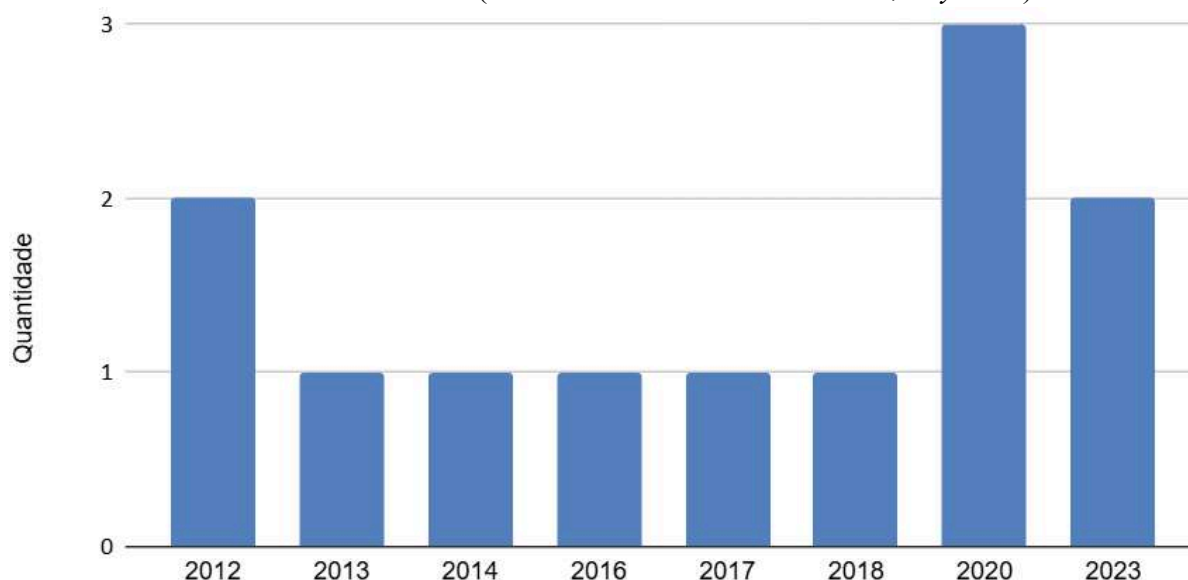
Observa-se que o segmento classificado como *Geociências Multidisciplinar* e *Ciências Ambientais* concentram o maior número de estudos, refletindo, assim como nos demais gráficos, o interesse em compreender a complexidade ambiental e geológica da Península Fildes, abordando também os solos (*Cryosols*).

A área de *Pedologia*, destacada no gráfico, tem papel central nos estudos sobre os Cryosols, explorando suas características físicas e químicas e sua interação com o ambiente periglacial. Já a Geografia Física complementa esses esforços ao abordar os processos geomorfológicos e os padrões de uso e cobertura do solo.

Áreas como Química, Física, Geoquímica e Geofísica indicam investigações voltadas para análises detalhadas da composição química dos solos e suas implicações no ciclo

biogeoquímico. A presença de *Recursos Hídricos* e *Mineralogia* sugere estudos relacionados às reservas de água em forma de gelo e à composição mineralógica dos solos e substratos rochosos da Península Fildes.

Gráfico 9: Distribuição das publicações científicas por ano na Península Fildes de acordo com os dados do *WOS* (Palavra-chave *Fildes Peninsula, Cryosols*)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

Sobre a frequência de publicações de artigos científicos no *WOS* de acordo com essa palavra-chave (*Fildes Peninsula, Volcanic cryosols*). Como evidenciado pelo gráfico 9, verifica-se que houve uma frequência constante e publicações notícias sobre os *cryosols*, com a publicação de um artigo por ano nesses intervalos, e um crescimento em 2020, quando três artigos foram publicados, seguido de duas publicações em 2023 e nenhuma publicação em 2021 e 2022.

Essa distribuição temporal sugere que os estudos sobre os *cryosols* da Península Fildes estão ganhando maior atenção científica recentemente, possivelmente devido à ampliação do interesse por temas relacionados às mudanças climáticas e às dinâmicas dos solos em ambientes polares.

Cabe ainda pontuar que, diferentemente das publicações voltadas à geologia disponibilizadas pelo *WOS*, que possuem uma tradição histórica mais consolidada já que os primeiros artigos publicados datam de 1979 na ilha Rei George (gráfico 4) e 1992 na Península Fildes (gráfico 7), as publicações sobre *cryosols* são muito recentes de acordo com o gráfico 9, o que reflete o interesse em ampliar a compreensão de solos frios, suas funções

ecológicas e a importância de sua preservação em áreas remotas, como a Antártica. Por fim, essa tendência destaca a relevância crescente da Península Fildes como foco de pesquisa em pedologia e estudos de solos periglaciais.

Tabela 11: Principais editoras de publicações de artigos científicos na Península Fildes de acordo com os dados do *WOS* (Palavra-chave *Fildes Peninsula, Cryosols*).

Principais revistas de publicação	Frequência
Elsevier	4
Cambridge Univ Press	2
Acad Brasileira De Ciencias	1
Copernicus Gesellschaft Mbh	1
Soc Biologia Chile	1
Soil Sci Soc Amer	1
Springer Nature	1
Taylor & Francis	1

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do *WOS*.

Entre as publicações encontradas, elas foram publicadas em revistas científicas reconhecidas internacionalmente, destacando a *Elsevier*, que concentra quatro publicações na revista *geomorphology*, representando a maior frequência. Tal dado sugere a forte presença dessa editora em estudos de pedologia e temas correlatos.

Em seguida, a *Cambridge University Press* aparece com duas publicações, enquanto outras editoras, como a *Academia Brasileira de Ciências* e a *Springer Nature*, contam com uma publicação cada. A presença de diferentes revistas acadêmicas, como a *Taylor & Francis* e a *Copernicus Gesellschaft Mbh*, indica a interdisciplinaridade do tema, abrangendo áreas que vão desde as ciências do solo até a biologia e a geologia.

A predominância de revistas internacionais também ressalta o interesse global pela região da Península Fildes e seus solos criossolos, destacando a importância ambiental, climática e geológica desses estudos.

Subnotificações

A partir das análises quantitativas realizadas, a plataforma *WOS* se demonstrou ser uma ferramenta de grande importância para realizar a análise bibliométrica e para o mapeamento dos estudos das áreas científicas. Sua relevância reside na capacidade de oferecer um acervo estruturado de publicações acadêmicas, permitindo identificar padrões de publicação, colaborações internacionais e as principais áreas temáticas, como demonstrado nas análises realizadas sobre a Península Fildes.

Contudo, é necessário reconhecer as limitações do *WOS*, especialmente no que diz respeito à inclusão de estudos pioneiros que não estão presentes em seu acervo *online*. Muitos desses estudos, podem ser chamados de subnotificações, uma vez que não estão presentes em outras plataformas de publicações científicas, sendo que eles desempenharam um importante papel para o avanço do conhecimento sobre a geologia, geomorfologia e pedologia, especialmente em regiões remotas ou específicas como a Península Fildes, que estão sendo utilizados como fundamentos para outras pesquisas em diferentes áreas da ciência.

A exemplo disso, autores como Barton, Birkenmajer e Bockheim e outros pesquisadores que publicaram seus trabalhos entre o período das décadas de 1960 e 1980, cujas contribuições não estão disponíveis nas plataformas acadêmicas, ilustram essa lacuna. Esses pesquisadores estabeleceram os fundamentos científicos sobre as características geológicas, pedológicas e ecológicas da região, criando uma base essencial para as pesquisas contemporâneas.

A ausência desses trabalhos em plataformas oficiais de revistas científicas, como o *WOS*, pode ter implicações significativas para o universo acadêmico. Por exemplo, parte significativa dos principais estudos de Barton e Birkenmajer que não estão disponíveis nessas plataformas, foram pioneiras em descrever a geomorfologia e os processos periglaciais da Península Fildes, enquanto Bockheim aprofundou o conhecimento sobre os criossolos da Antártica. Essas contribuições foram a base para que as pesquisas atuais pudessem expandir, mas sua ausência em grandes bases leva a uma subvalorização de sua importância histórica e científica.

Nesse sentido, a representatividade dos mapas bibliométricos se tornam limitadas aos trabalhos disponibilizados nas plataformas acadêmicas, o que pode gerar uma perspectiva de colaborações entre os autores incompletos. Como resultado, pesquisadores pioneiros e suas contribuições podem ser invisibilizados, criando um viés que privilegia apenas os estudos que estão presentes nessas plataformas, os quais, geralmente, são os trabalhos mais recentes.

Por isso, o reconhecimento dessas subnotificações é importante para uma compreensão mais abrangente do desenvolvimento do conhecimento científico acerca de um determinado assunto. Cabe pontuar ainda que, os estudos pioneiros frequentemente influenciam diretamente os avanços mais recentes e fornecem contexto histórico para as descobertas atuais. Ignorar essas contribuições pode levar a análises parciais e descontextualizadas, dificultando a construção de um panorama científico completo.

Desta forma, para uma noção mais abrangente ao realizar análises bibliométricas, é necessário que o pesquisador combine dados de plataformas como o *WOS* com outras fontes, como arquivos universitários, bibliotecas digitais locais, relatórios técnicos e até mesmo entrevistas com especialistas. Este processo permite valorizar as subnotificações e reconhecer a relevância de pesquisadores que, embora não estejam amplamente indexados, contribuíram significativamente para a formação do campo de estudo.

Portanto, os estudos da Península Fildes relacionados às áreas de geologia, geomorfologia e pedologia, devem ser interpretado não apenas à luz dos dados disponíveis no *WOS*, mas também com o reconhecimento de que as bases construídas por Barton, Birkenmajer, Bockheim e outros pesquisadores. Esse entendimento reforça a necessidade de ampliar a metodologia de análise, promovendo um olhar mais inclusivo e abrangente sobre a construção do conhecimento científico.

Contribuições em geologia e geomorfologia

A partir desta análise quantitativa, é possível começar a realizar as reflexões qualitativas das principais pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento das pesquisas em geologia, geomorfologia e pedologia na Península Fildes.

O primeiro marco no desenvolvimento do conhecimento geológico da ilha Rei George e da Península Fildes são as pesquisas conduzidas por C. M. Barton, dando destaque para as seguintes pesquisas: *Significance of the Tertiary fossil floras of King George Island, South Shetland Islands (1964)* e *The Geology of the South Shetland Islands: The Stratigraphy of King George Island (1965)*, as quais têm como propósito realizar o mapeamento e a análise da estrutura geológica e estratigráfica da Ilha King George, localizada no arquipélago das Ilhas *Shetland* do Sul.

Estes trabalhos, além de apresentar o mapeamento geológico da Ilha Rei George (figura 5) e de suas penínsulas, ele descreve as particularidades das camadas estratigráficas, com o objetivo de compreender e identificar a sequência e as características das rochas que constituem a estrutura geológica da região, além de estudar os processos tectônicos e vulcânicos que atuam e atuaram ao longo de milhões de anos em sua área de estudo, que podem ser resumidos pela tabela 12.

Tabela 12: Sucessão estratigráfica das rochas da Ilha Rei George.

Idade	Subdivisões Estratigráficas	Tipo Característico de Rocha
Pleistoceno-Recente	Grupo da Ilha Penguin	Olivina-basaltos
Plioceno	Grupo Lions Rump	Olivina-basaltos
Mioceno	Grupo Point Hennequin	Hiperstênio-augita-andesito
-----	Grupo Península Fildes	Andesito basáltico
Cretáceo Superior	Grupo Ezcurre Inlet	Hiperstênio-augita-andesito
	Grupo da Ilha Dufayel	Tufo e aglomerado
Cretáceo Tardio ao Terciário Inicial	Suite Intrusiva Andina	Quartzo-diorito
Jurássico Superior	Rochas vulcânicas jurássicas	Piroxênio-andesito

Fonte: BARTON, C. *The geology of the South Shetland Islands III. The stratigraphy of King George Island. British. Antarctic Survey Scientific Reports, 1965., p.7.*

Vale ainda salientar que, segundo Barton (1965)⁹, de modo geral, existem três pontos principais para compreender a estrutura geológica e geomorfológica das *Shetlands* do Sul. A princípio, sua pesquisa identificou e classificou as camadas rochosas da Ilha Rei George, incluindo a Península Fildes entre outras áreas regiões da Ilha Rei George, descrevendo as formações sedimentares e vulcânicas em subdivisões estratigráficas específicas, demonstradas pelas tabelas 12 e 13.

Tabela 13: Sucessão estratigráfica das rochas da Península Fildes.

Sucessão generalizada das rochas do grupo da Península Fildes	
Andesitos e tufos intercalados	Andesitos basálticos com tufos intercalados, aglomerados de contato e finos leitos sedimentares contendo restos vegetais
Aglomerados com lavas subordinadas e tufos	Aglomerados com andesitos basálticos ocasionais
Rochas sedimentares	Rochas sedimentares com andesito basáltico ocasional/ andesito basáltico alternado ou com andesito basálticos
Lavas andesíticas	Andesitos basálticos com finas rochas piroclásticas intercaladas

Fonte: BARTON, C. *The geology of the South Shetland Islands III. The stratigraphy of King George Island. British. Antarctic Survey Scientific Reports, 1965., p.22.*

Essa classificação permite uma compreensão mais detalhada de como essas camadas se depositaram ao longo do tempo, além de apontar para os eventos geológicos que contribuíram para sua formação, como erupções vulcânicas e sedimentações marinhas. Esse entendimento da sucessão das camadas é essencial para se delinear uma linha do tempo geológica e compreender as mudanças ambientais na região ao longo de milhões de anos.

Além disso, as investigações de Barton sobre as atividades vulcânicas e tectônicas na área foram muito importantes para entender a relação entre a geologia local e as dinâmicas das placas tectônicas, já que a área das Ilhas *Shetland* do Sul está situada próxima à Placa Antártica, onde a atividade tectônica e vulcânica é frequente. Essa análise é relevante para a compreensão da evolução geológica da região, pois identifica as forças que moldaram a geografia atual da Antártica e como os movimentos tectônicos impactam a formação das ilhas.

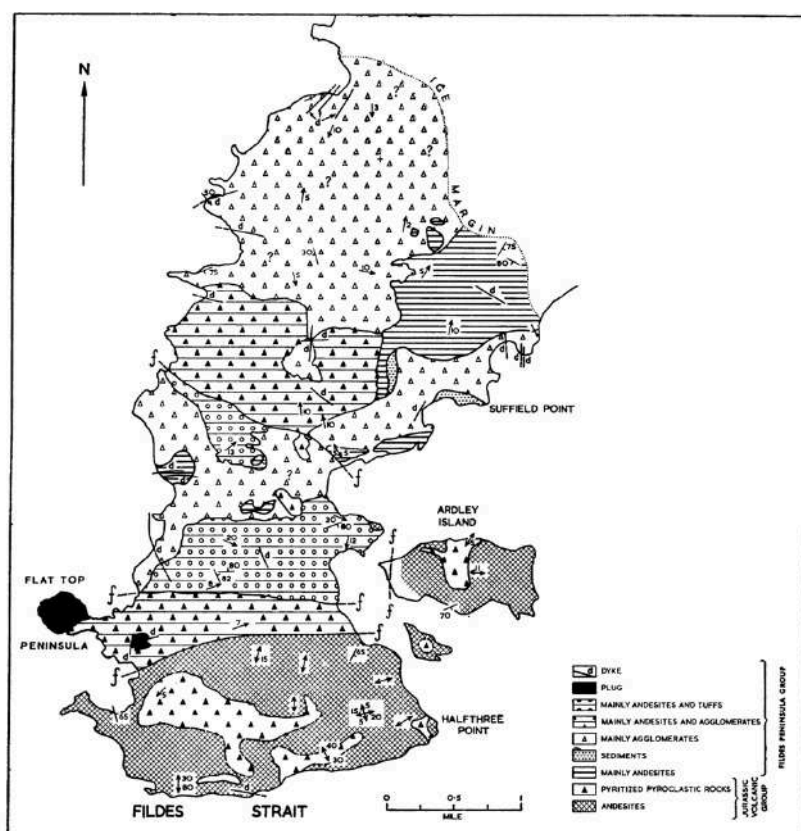
Não menos importante, Barton também busca reconstruir a história geológica e climática da Antártica a partir do estudo da estratigrafia geológica. As diferentes camadas rochosas e suas características oferecem pistas sobre o ambiente da época em que foram formadas, incluindo dados sobre a biodiversidade e as condições climáticas passadas. Fósseis e outros indicadores ambientais presentes nessas camadas fornecem informações valiosas

⁹ *The Geology of the South Shetland Islands: The Stratigraphy of King George Island* (1965), pp. 7 - 22.

para desvendar a história climática da Antártica e compreender como o clima e o ambiente evoluíram ao longo do tempo. A análise de Barton, portanto, não se limita à descrição geológica, mas contribui para um entendimento mais amplo das mudanças ambientais e climáticas da região, com implicações que transcendem o contexto local e tocam em fenômenos globais.

Além do foco na Ilha Rei George, Barton também estende sua análise para as penínsulas adjacentes, como a Península Barton e a Península Fildes. Segundo Barton (1965) na Península Fildes, as rochas vulcânicas jurássicas formam afloramentos ao sul do Grupo da Península Fildes, onde se identificam duas subdivisões estratigráficas principais: uma série inferior de andesitos dobrados e uma série superior de rochas fragmentadas, suavemente dobradas, piritizadas, calcitizadas e silicificadas. Esse aprofundamento regional, aliado ao mapeamento geológico da Península Fildes (figura 11), permite uma análise mais precisa da diversidade geológica da área, ampliando a compreensão sobre a história tectônica e vulcânica da região das Ilhas *Shetland* do Sul.

Figura 11: Mapa geológico da Península Fildes (Barton, 1965).



Fonte: *The Geology of the South Shetland Islands: The Stratigraphy of King George Island* (1965), p. 21.

Nesse sentido, o trabalho de Barton representa uma contribuição significativa para o entendimento dos aspectos geológicos desta área de estudo. Ao relacionar processos locais observados na Ilha Rei George com fenômenos tectônicos de escala global, a pesquisa ofereceu uma base e apoio fundamental para os trabalhos subsequentes, como os realizados por Krzysztof Birkenmajer e John Laidlaw Smellie nos próximos anos.

Os estudos realizados por Krzysztof Birkenmajer se destacam por colaborar para o desenvolvimento da compreensão estrutura geológica e evolução litosférica da Península Antártica e das Ilhas *Shetland* do Sul, dando destaque para sua pesquisa intitulada “*Lithospheric Transect: Antarctic Peninsula - South Shetlands Island - West Antarctica*” (1990).

Um dos principais focos dos estudos de Birkenmajer, dando destaque para a pesquisa citada, foi a análise da litosfera no contexto da transição entre a Península Antártica, as Ilhas *Shetland* do Sul e a Antártica Ocidental. Nesse cenário, a área de estudo do pesquisador estava vinculada a dinâmica tectônica da região, a geologia vulcânica e a evolução magmática, com um viés voltado à zona de subducção associada à Placa *Phoenix* e sua interação com a Placa Antártica, procurando vislumbrar como esses processos influenciaram as formações geológicas e geomorfológicas nas Ilhas *Shetland* do Sul.

Para seguir com seus objetivos, Birkenmajer combinou diferentes métodos, incluindo levantamentos detalhados de campo para mapear as formações rochosas e suas relações estratigráficas, visando identificar as unidades geológicas e relacioná-las em uma escala regional. Nesse sentido, os estudos precedentes nas *Shetlands* do Sul e na ilha Rei George, como o mapeamento geológico realizado por Barton (1965)¹⁰, foram fundamentais para nortear o pesquisador sobre os métodos já aplicados e quais foram seus resultados, para que ele pudesse refletir e encontrar formas de aprofundar sua análise.

Nesse sentido, outro método aplicado por Birkenmajer está associado a análises petrográficas e geoquímicas, em que as amostras de rochas coletadas em campo foram submetidas a análises petrográficas para determinar sua mineralogia e textura, além de análises geoquímicas para caracterizar a composição química das rochas vulcânicas e sedimentares, permitindo a compreensão da composição e da dinâmica dos diferentes processos magmáticos atuantes da região.

¹⁰ *The Geology of the South Shetland Islands: The Stratigraphy of King George Island* (1965), pp 7 - 22.

Birkenmajer também utilizou dados de sondagens sísmicas para construir um modelo geológico abrangente da crosta na região. Esses dados foram importantes para entender a espessura e as características da crosta terrestre da região, bem como a sua interação entre as placas tectônicas. Através desses dados, o pesquisador examinou as estruturas tectônicas, como falhas e dobras, para inferir os regimes de deformação que atuaram na região ao longo do tempo geológico.

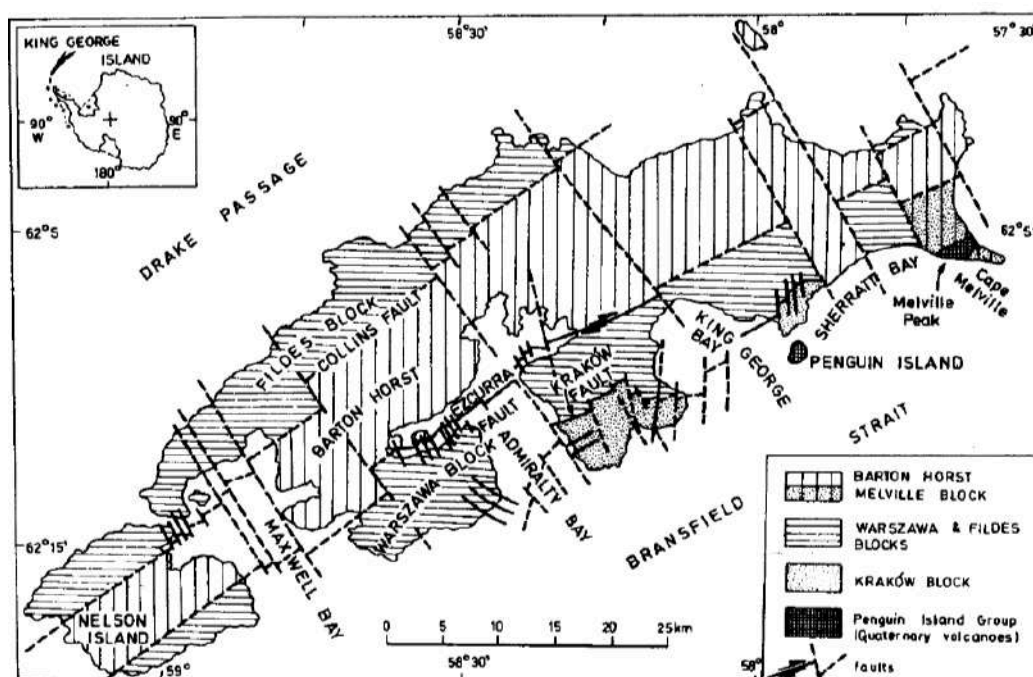
Segundo Birkenmajer (1990) as principais estruturas geológicas identificadas nesta pesquisa são: Plataforma James Ross, composta por basaltos alcalinos do Mioceno ao Plioceno, que cobrem estratos marinhos predominantemente do Terciário e do Mesozóico; *Gustav Rift*, uma estrutura de *rift* do Cenozóico preenchida com vulcânicos basálticos alcalinos do Quaternário ao Plioceno, que provavelmente sobrepõem vulcânicos do Neógeno e sedimentos Mesozóicos; *Trinity Horst*, que apresenta, principalmente turbiditos clásticos marinhos do Grupo da Península Trinity, e é caracterizado por intrusões de plutões gabróicos a granitóides; *Arco Magmático Andino*, que fornece evidências de um arco magmático mais antigo, datado do Mesozóico, que inclui intrusões e dutos associados a vulcânicos ácidos; *Rift de Larsen*, que é uma fratura de extensão ativa em *West Antarctica*, que também é discutida no contexto do vulcanismo e tectônica da região.

Além disso, de acordo com Birkenmajer (1990)¹¹, a Península Fildes é uma parte importante da pesquisa sobre a estrutura geológica das Ilhas *Shetland* do Sul. A Península Fildes é descrita como um complexo terrestre relacionado à subducção, com vulcões e sedimentos datados do Paleoceno ao Eoceno. O substrato da Península Fildes é discutido, embora ainda não esteja completamente caracterizado.

Nesse sentido, os trabalhos de Birkenmajer destacam a complexidade geológica da região através de mapas e perfis longitudinais que identificam as principais estruturas geológicas da Ilha Rei George (figura 12), além de descrever como a dinâmica vulcânica colabora para a compreensão da evolução tectônica e magmática.

¹¹ BIRKENMAJER, K.; GUTERCH, A.; GRAD, M.; JANIK, T.; PERCHUC, E. Lithospheric transect Antarctic Peninsula - South Shetland Islands, West Antarctica. Polish Polar Research, [S. l.], v. 11, n. 3-4, p. 241-258, 1990.

Figura 12: Transecto litosférico Ilha *Shetland* do Sul, Ilha Rei George.



Fonte: BIRKENMAJER, K.; GUTERCH, A.; GRAD, M.; JANIK, T.; PERCHUC, E. Lithospheric transect Antarctic Peninsula - South Shetland Islands, West Antarctica. Polish Polar Research, [S. l.], v. 11, n. 3-4, p. 2, 1990.

Contemporâneo ao Birkenmajer, John Laidlaw Smellie também foi um pesquisador da área de geologia da Antártica, mas especificamente da ilha Rei George, com o mesmo foco em investigar as formações vulcânicas e sua evolução tectônica. Entre seus principais trabalhos, vale destacar a pesquisa intitulada "*The Geology of the South Shetland Islands: Stratigraphy, Geochemistry and Evolution*" (1984) que é uma de suas pesquisas de referência que contribuiu significativamente para melhor compreensão do contexto da geologia das Ilhas *Shetland* do Sul, incluindo a Ilha Rei George e outras penínsulas e ilhas adjacentes.

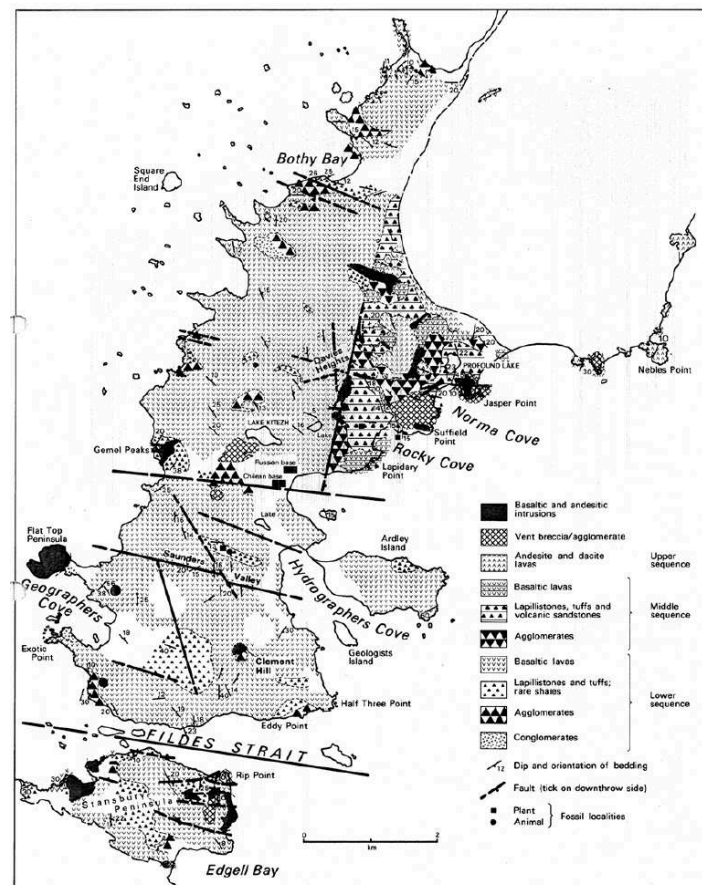
A partir desse escopo, aliado aos trabalhos precedentes realizados nas ilhas *Shetland* do Sul, John Laidlaw Smellie consegue ampliar e aprofundar as análises geológicas e geoquímicas das ilhas *Shetlands* do Sul, com base nas contribuições de pesquisadores como Barton e Birkenmajer, além de aplicar diferentes abordagens metodológicas para compreender a evolução geológica e geoquímica desta região polar complexa.

Um dos focos dos estudos de Smellie está nas rochas vulcânicas e sedimentares da Ilha Rei George, empregando e aprimorando técnicas relacionadas a análises geoquímicas das rochas para fazer mapeamento geológicos da sua área de estudo, além da coleta de dados de

campo para análises em laboratório. Além disso, o pesquisador introduziu uma visão mais precisa sobre as relações entre as camadas rochosas, aprimorando a divisão estratigráfica e estabelecendo mais correlações entre diferentes formações rochosas, tanto para a estrutura geológica da Ilha Rei George como para as ilhas e penínsulas da região.

Para aprofundar sua pesquisa, Smellie realizou descrições detalhadas de afloramentos e análises petrográficas para identificar as principais sequências de camadas rochosas. Ele correlacionou as formações locais, como os andesitos, tufos, aglomerados e rochas sedimentares, com base na composição mineralógica, nas relações de contato entre as camadas e em discordâncias estratigráficas. Através desses dados, sua pesquisa revelou como diferentes períodos vulcânicos e sedimentares moldaram as características da região, permitindo também a confecção de mapas geológicos da Ilha Rei George e de suas penínsulas, destacando a Península Fildes (figura 13).

Figura 13: Mapa geológico da Península Fildes (Smellie 1984)



Fonte: SMELLIE, J. L. et al. **The geology of the South Shetland Islands - stratigraphy, geochemistry and evolution**. 1984. 86 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geology, Cambridge University, Cambridge, 1984 p.41.

Nesse cenário, as pesquisas de Smellie demonstraram a complexidade dos processos vulcânicos que ocorreram na região, distinguindo entre episódios subaéreos e subglaciais. Ele investigou as características das erupções vulcânicas sob gelo, que resultaram em formações únicas, como *hialoclastitos* e *pillow* lavas, devido à interação do magma com água ou gelo. Essa abordagem permitiu reconstruir não apenas a história vulcânica, mas também as condições paleoclimáticas, uma vez que a presença de gelo influencia diretamente o tipo de erupção.

Suas análises geoquímicas das rochas vulcânicas, permitiram estudar a composição do magma, possibilitando o desenvolvimento de hipóteses para inferir quais foram os processos que viabilizaram a diferenciação magmática desta área de estudo. Além disso, sua investigação distinguiu variações nas composições químicas das rochas vulcânicas, como a proporção de elementos maiores, traços e isotópicos, o que contribui para vislumbrar sobre a origem do magma e os processos tectônicos que controlavam sua geração e ascensão.

Ainda neste cenário e com essas informações, o pesquisador contribuiu para a melhor compreensão da história geológica dos ambientes paleoantárticos. Por meio da análise das formações vulcânicas e sedimentares, foi possível reconstruir parte das condições ambientais durante os períodos de deposição. Por exemplo, as interações entre magma e gelo indicaram períodos em que as calotas polares estavam presentes, oferecendo pistas sobre o clima e a extensão do gelo no passado geológico.

Smellie também examinou os depósitos sedimentares associados às formações vulcânicas, utilizando-os como indicadores de processos ambientais, como erosão glacial, transporte sedimentar e variações no nível do mar. Essas evidências permitiram a Smellie interpretar mudanças ambientais em escalas locais e regionais, colaborando para a desenvolver o conhecimento das atividades geológicas e os paleoclimas.

Nesse sentido, enquanto Barton e Birkenmajer forneceram descrições, mapeamentos geológicos e geomorfológicos, além das classificações das rochas vulcânicas e sedimentares, Smellie ampliou as pesquisas anterior, principalmente ao utilizar novos métodos de análises geoquímicos e petrográficos para reconstruir a cronologia dos eventos geológicos. Além disso, seus estudos forneceram fundamentos essenciais para outras áreas do conhecimento, introduzindo novas perspectivas e ferramentas que continuam a influenciar as pesquisas contemporâneas.

De forma geral, esses pesquisadores foram fundamentais para estabelecer as bases conceituais e metodológicas que guiaram os estudos subsequentes até meados da década de 1990, momento em que, de acordo com o gráfico 2 e 4, a quantidade de publicações de artigos científicos e do número de pesquisadores interessados por essa área de estudo começou a aumentar significativamente, como por exemplo, a pesquisadora Adriane Machado, Marcio Rocha Francelino, Bockheim, Michel Roberto, Carlos Ernesto G. Schaefer, Thomas Schmid e outros colaboradores que continuam contribuindo com seus trabalhos até o presente momento (2024) que aparecem como autores centrais nos *clusters* dos mapas bibliométricos.

Nesse sentido, a pesquisadora brasileira Adriane Machado e colabores, publicaram em 1998 sua pesquisa sobre Petrologia das Rochas Vulcânicas da Península Fildes, Ilha Rei George, Antártica, a qual utilizou como referências os trabalhos de Birkenmajer, Smellie e Barton.

Seu artigo apresenta uma análise detalhada das rochas vulcânicas da região, caracterizando-as como predominantemente basálticas e andesíticas, com uma assinatura geoquímica cálcico-alcalina. Além disso, seu estudo discute a origem e a evolução do vulcanismo na área, sugerindo que as rochas foram formadas a partir de fusões do manto litosférico em um ambiente de arco-de-ilhas, uma hipótese postulada por Li & Liu (1987).

Os métodos utilizados incluem análises mineralógicas e geoquímicas, sendo que, seu estudo conclui que a atividade magmática na Península Fildes é marcada por uma extrusão de basaltos e andesitos, e que as características geoquímicas e isotópicas das rochas são consistentes com um ambiente tectônico de arco-de-ilhas, corroborando e fortalecendo as hipóteses anteriores propostas por Smellie e Birkenmajer.

Outro pesquisador que utilizou como referência os estudos de Barton, Birkenmajer e Smellie é o brasileiro Márcio Rocha Francelino, que aparece como um dos autores centrais nas figuras 1, 2 e 3. O pesquisador desenvolveu uma série de pesquisas significativas no campo da geomorfologia, especialmente na Ilha Rei George e suas Penínsulas, incluindo a Península Fildes.

Entre suas contribuições estão os estudos sobre as relações geomorfológicas de paisagens periglaciais, os efeitos do degelo em regiões recentemente expostas e a aplicação de geotecnologias para mapeamento detalhado de terrenos em ambientes extremos,

destacando as pesquisas realizadas com a colaboração de inúmeros autores (Schaefer, Carlos Ernesto G. R., Siqueira, Rafael G., Michel, Roberto F. M. entre outros que também aparecem como elementos centrais no mapas bibliométricos) a exemplo das “*Ornithogenesis and soil-landscape interplays at northern Harmony Point, Nelson Island, Maritime Antarctica (2023)*”; “*Active layer temperature in two Cryosols from King George Island, Maritime Antarctica (2012)*” entre outros artigos.

De modo geral, Francelino buscou compreender melhor a interação entre o relevo e os processos periglaciais, investigando dinâmicas de erosão, transporte de sedimentos e a influência do degelo sobre a estrutura do solo. Ele também conduziu pesquisas sobre a variabilidade espacial de atributos do solo em paisagens periglaciais, empregando métodos de mapeamento digital para detalhar as condições dessas áreas.

Seus métodos incluem o uso de tecnologias como *Terrestrial Laser Scanner* (TLS), drones para captura de imagens de alta resolução e análise geoestatística para modelagem de dados. Francelino também fez uso de sensores instalados para medir temperatura e umidade em solos congelados, contribuindo para o entendimento das interações climáticas nesses ambientes. A utilização de Modelos Digitais de Elevação (DEM) em alta resolução permitiu estudar microrrelevos associados a processos de congelamento e descongelamento.

Entre seus trabalhos, vale destacar também a pesquisa intitulada “*Geomorphology and soils distribution under paraglacial conditions in an ice-free area of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica*” (2011), realizada de forma cooperativa por outros pesquisadores, como Carlos Ernesto G. R. Schaefer, Felipe Nogueira Bello Simas entre outros, que focou a Baía do Almirantado, localizada na Ilha Rei George na Península *Keller*, que tinha como objetivo descrever e mapear as principais feições geomorfológicas e criogenicas da Península.

Esse estudo enfatiza a relação entre o processo de recuo do gelo, o derretimento da neve, o desenvolvimento de formas de relevo e a distribuição dos solos nesta área. Além disso, busca-se preencher a lacuna no conhecimento integrado sobre as paisagens da Antártica Marítima, combinando dados biológicos, pedológicos e geomorfológicos

Nesse cenário, foram mapeadas e quantificadas diversas feições geomorfológicas, como morenas, *protalus*, encostas de detritos (*scree slopes*), *cirques* glaciares inativos entre

outros, sendo que as encostas de detritos foram identificadas como a forma de relevo predominante.

Em relação às características pedológicas, a pesquisa revelou que os solos mais comuns na área são *Leptosols* e *Cryosols*, com uma tendência geral de ausência de permafrost nas áreas costeiras, mas com sua presença no interior do continente de forma descontínua.

Sobre os processos de erosão, o estudo destacou que a erosão ativa sob condições paraglaciais resulta em uma superfície instável, onde o desenvolvimento de solos mais profundos é limitado. O recuo rápido do gelo e o derretimento da neve foram observados, indicando mudanças significativas na paisagem.

As pesquisas de Francelino trouxeram importantes contribuições para a ciência geomorfológica ao detalhar os processos de formação e transformação de paisagens periglaciais. Ele forneceu evidências sobre como o aquecimento global está alterando o relevo e os padrões de fluxo sedimentar nessas áreas. Além disso, seu trabalho tem aplicações práticas no monitoramento de mudanças climáticas e na conservação de ecossistemas vulneráveis, além de enriquecer os bancos de dados sobre regiões polares, essenciais para modelagens ambientais de longo prazo.

Outro pesquisador centralizado nos mapas bibliométricos 1, 2 e 3 é o autor Jerónimo López-Martínez, que estuda processos periglaciais e formas de relevo nas *Shetland* do Sul, incluindo a Ilha Rei George. Um de seus trabalhos que contribuem de forma significativa para a compreensão dos processos geomorfológicos da Ilha Rei George, que inclui a Península Fildes é o “*Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region (2012))*”.

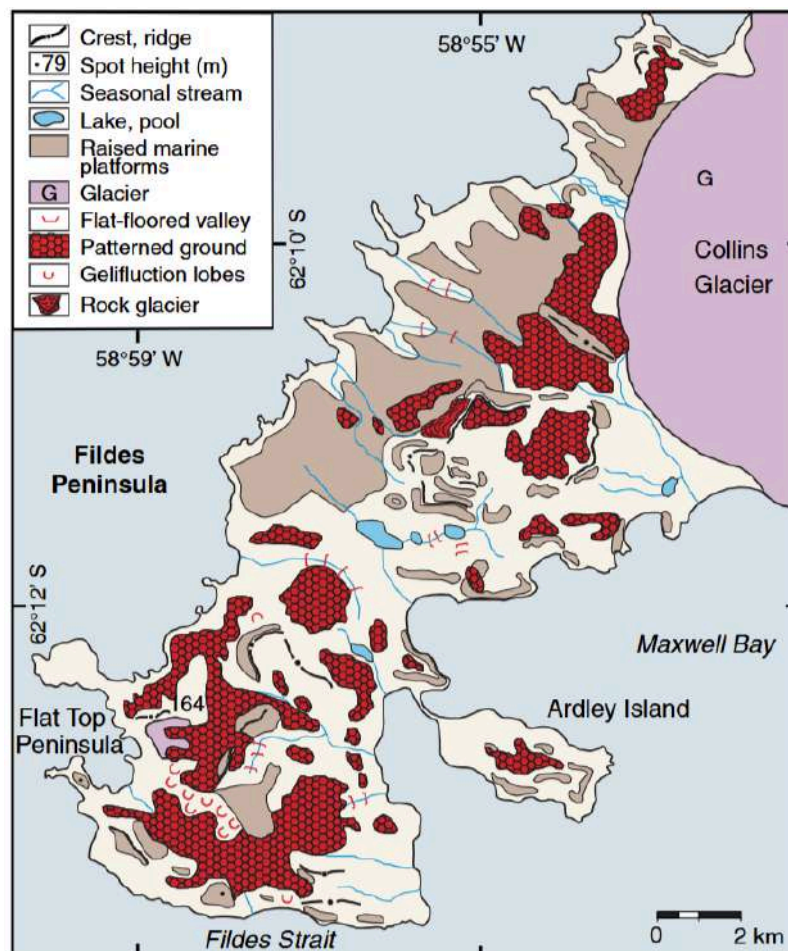
Não somente nesta pesquisa, e assim como os demais pesquisadores desta região, López-Martínez utilizou como referência para realizar seus diversos trabalhos autores como: Barton, Bockheim, Birkenmajer, Schaefer, Serrano, Matsuoka, Vieira e outros colaboradores que permitiram a compreensão e a interpretação da estrutura geológica da região, dos processos geomorfológicos, das interações entre litologia, solo e clima na formação de paisagens periglaciais.

A partir deste cenário, López-Martínez em seu estudo “*Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region (2012))*” consegue estudar e dar continuidade no desenvolvimento sobre os processos periglaciais,

como a crioclastia (fragmentação de rochas devido ao congelamento e descongelamento); a solifluxão (movimento lento de solos saturados com água); a crioturbação, o movimento de solo por congelamento e descongelamento, e a formação de características como lobos de gelifluxão e solo padronizado.

Nesse sentido, o autor demonstra que essas dinâmicas contribuem para a formação de estruturas geomorfológicas típicas (figura 14), como círculos de pedras organizados e formas poligonais, comuns em regiões com permafrost sazonal ou descontínuo e, a partir disso, confecciona os mapas geomorfológicos das suas áreas de estudo, incluindo a Península Fildes.

Figura 14: Mapa geomorfológico da Península Fildes, J. López-Martínez (2012)



Fonte: López-Martínez, J. et al. *Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region)*. *Geomorphology*, 2012, p.73.

Este mapeamento geomorfológico documenta a distribuição de formas de relevo periglaciais e nival da Península Fildes, sendo importante para entender a diversidade e a complexidade dos processos geomorfológicos que ocorrem na região. O autor também destaca que a Península Fildes apresenta características específicas que refletem a atividade periglacial, como a formação de solo e a presença de diferentes tipos de relevo, que são influenciados pelas condições climáticas e pela variabilidade da precipitação.

Além disso, a pesquisa também analisa a influência da litologia local, destacando como as características geológicas das rochas vulcânicas e sedimentares da Ilha Rei George impactam a formação de depósitos superficiais e relevos modelados por ciclos de congelamento e degelo. A atividade vulcânica histórica e os episódios de glaciação moldaram significativamente o terreno, proporcionando um laboratório natural para o estudo das interações entre processos geológicos e climáticos.

Segundo López-Martínez, o desenvolvimento de solos na região pode ser considerado baixo, devido às condições extremas que limitam os processos pedogenéticos. Os solos estudados são frequentemente influenciados pela mineralogia das rochas locais e pelos processos periglaciais. Essas dinâmicas criam perfis de solo únicos, caracterizados por baixos níveis de matéria orgânica e restrita atividade biológica.

Outro importante estudo geomorfológico de Jerónimo López-Martínez, T. Schmid, E. Serrano, S.Mink e outros colaboradores é intitulado de *“Geomorphology and surface landforms distribution in selected ice-free areas in the south shetland islands, northern antarctic peninsula region”* (2016).

Neste trabalho, o objetivo do autor foi aprofundar suas investigações geomorfológicas que atuam nessas regiões e a distribuição das formas de relevo em áreas livres de gelo, dando destaque para as áreas de estudo neste trabalho incluem as ilhas Deception, Elephant, Livingstone, Rei George, assim como a Península de Byers e a Península Fildes. Além de continuar investigando os processos geomorfológicos que atuam nessas áreas para continuar desenvolvendo a compreensão das relações entre os fatores climáticos e geológicos atuais.

Em suma, o autor discute que a distribuição espacial das formas de relevo nas áreas livres de gelo nas Ilhas *Shetland* do Sul é influenciada por uma combinação de processos geomorfológicos (periglaciares, glaciares e fluviais). As áreas mais significativas incluem a

Península de Fildes, a Península de Barton e a Península de Potter, onde as características periglaciares são predominantes.

As formas de relevo, como pavimentos, mounds de gelo, glaciares de rocha e lobos protalus, são comuns nessas regiões, refletindo a atividade geomorfológica ativa. A presença de permafrost e a dinâmica do solo durante as estações de degelo e congelamento também afetam a distribuição e a morfologia das formas de relevo.

Além disso, o autor discute sobre os principais processos geomorfológicos que atuam tanto em áreas de gelo permanente quanto em áreas livres de gelo (mesmo que sazonalmente), destacando os seguintes aspectos presentes na tabela 14.

Tabela 14: Principais processos geomorfológicos mapeados em áreas livres de gelo nas ilhas Shetlands do Sul.

Sistema Geomórfico	Formas do Terreno	Orientação Topográfica	Espessura da Camada Ativa (m)	Principais Processos	Altitude (m a.n.m.)	Textura
Permafrost e camadas ativas	Solo padronizado: Polígonos, círculos e faixas de pedras	Plataformas - Declives suaves - Drenagem deficiente	20-50	Crioturbação Elevação por congelamento Fluxo de solo	10-18	Partículas finas e grossas, cascalhos e pedras
	Campos de pedras Módulos de gelo	Plataformas - Declives suaves e planos - Drenagem deficiente	20-50	Elevação por congelamento Crioturbação	10-18	Partículas finas
	Glaciares rochosos e lobos de protalus	Declives para N e NW	20-50	Fluxo de solo	0-300	Cascalhos grossos, pedras e blocos
	Blocos congelados	Plataformas e declives planos	20-50	Fluxo de solo Elevação por congelamento Gelifluxão	0-300	Cascalhos grossos, pedras e blocos
	Correntes de blocos	Declives suaves	20-50	Fratura por congelamento Crioturbação	0-300	Cascalhos grossos, pedras e blocos
Permafrost sazonal e descongelado	Talus de detritos Cone de detritos	Declives, 25° a 45° N e NE	Sem permafrost 20-150	Avalanches de neve no outono Fratura por congelamento	0-300	Cascalhos grossos, pedras e blocos
	Blocos de lavoura Lobos de gelifluxão Detritos Geomorfismo laminado Terraços de congelamento	Declives moderados a fortemente inclinados de terreno congelado	20-100	Congelamento Crioturbação Elevação por congelamento Fratura por congelamento	0-300	Partículas grosseiras
Criovival	Depressões de nivelação Rampas de protalus Pavimentos de neve	Plataformas - Declives >5°	-	Nivelação	0-300	Partículas finas e grosseiras

Fonte: traduzido de LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; SCHMID, T.; SERRANO, E.; MINK, S.; NIETO, A.; GUILLASO, S. *Geomorphology and surface landforms distribution in selected ice-free areas in the South Shetland Islands, northern Antarctic Peninsula region. Cuadernos de Investigación Geográfica*, v. 42, n. 2, p. 443, 2016.

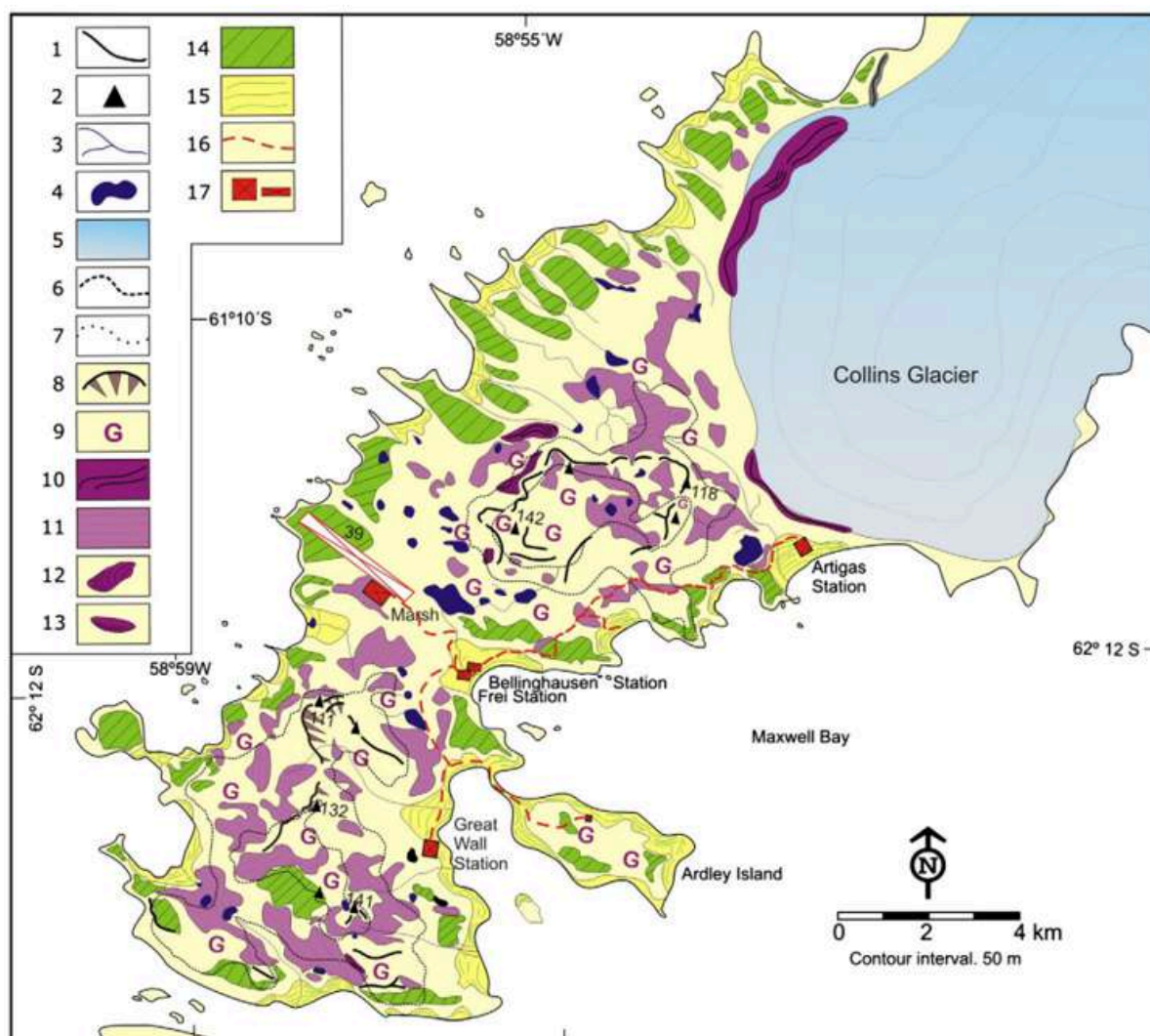
No estudo, López-Martínez também compara a Península Fildes a outras áreas livres de gelo nas *Shetland* do Sul, enfatizando como sua geologia vulcânica influencia os padrões de erosão, intemperismo e a formação de relevo. Ele usa a Península como exemplo de uma área sensível às mudanças climáticas, considerando sua resposta rápida ao recuo glacial e aos processos geomorfológicos relacionados. Vale ainda ressaltar que, essa análise contínua utilizando como estudos prévios os autores como Birkenmajer e Smellie, que forneceram as bases geológicas e climáticas da região.

Também podemos mencionar o autor brasileiro Carlos Ernesto Schaefer, que vem contribuindo para o desenvolvimento dos conhecimentos relacionados aos aspectos físicos da Península Fildes através de estudos relacionados à geologia, geomorfologia, e principalmente a pedologia entre outros temas relacionados aos ambientes polares. Vale ressaltar que, até o final de 2023, o prof. Carlos Schaefer acumulou 272 publicações com 7.479 citações, além de ter orientado mais de 60 teses de Doutorado e 46 dissertações de Mestrado.

Suas principais pesquisas e contribuições estão atreladas aos estudos sobre geomorfologia e pedologia na antártica, com destaque para suas pesquisas que investigam os principais processos periglaciais ativos nas ilhas *Shetlands* do Sul, como por exemplo, seus trabalhos realizados com outros pesquisadores como, Michel Robert F.M., Jerónimo López-Martínez, Felipe N.B. Simas entre outros, intitulado de *Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica* (2014), *Soils and Landforms at Hope Bay, Antarctic Peninsula: Formation, Classification, Distribution, and Relationships* (2015), *Active layer temperature in two Cryosols from King George Island, Maritime Antarctica* (2012) entre outros estudos que buscam compreender a formação, a classificação, a distribuição e as relações entre os solos e formas de relevo nas penínsulas antárticas.

No que se refere à Península Fildes, o artigo intitulado "*Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica*" (2014), elaborado por Carlos Ernesto Schaefer em conjunto com outros pesquisadores, apresenta um mapeamento geomorfológico minucioso da área. Além disso, os autores classificaram os solos conforme a WRB, o que contribuiu para a atualização do mapeamento geomorfológico em 2014 (figura 15).

Figura 15: Mapeamento geomorfológico da Península Fildes e da Ilha Ardley, (Schaefer *et al* 2014)



1, Cume, crista. 2, Pico, elevação. 3, Curso d'água. 4, Lago. 5, Geleira. 6, Contorno em rocha. 7, Contorno em gelo. 8, Declive estrutural. 9, Formas erosivas de origem glacial (bacia sobreprofunda, rochas erodidas, barras rochosas). 10, Morainas. 11, Formas criogênicas e de gelifluxão (terreno poligonal, lóbulos de detritos, lóbulos de gelifluxão, faixas de pedras). 12, Geleira rochosa. 13, Lóbulos protalus. 14, Plataformas marinhas. 15, Praias elevadas do Holoceno. 16, Trilhas de veículos. 17, Aeroporto.

Fonte: traduzido de SCHAEFER, Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud et al. Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica. *Geomorphology*, p.79.

Nesse ínterim, muitos pesquisadores da área de geologia, geomorfologia e pedologia estabeleceram uma base essencial para a compreensão dos processos periglaciais na Península Fildes, que estão sendo utilizadas como suporte por outros pesquisadores de diferentes áreas ilustrados no mapa bibliométrico da figura 7, principalmente aquelas relacionadas aos processos ambientais e das interações entre a fauna e flora.

Nesse sentido, no mapa bibliométrico da figura 7, o *cluster* em vermelho representa o conjunto de autores que estão realizando pesquisas voltadas para os temas relacionados à microbiologia, ecologia molecular entre outros temas relacionados a fauna e flora da Península Fildes, destacando os pesquisadores Jiang Guibin, Li Yingming e Gao Yunze.

De acordo com os estudos disponibilizados no *WOS*, Jiang Guibin, Li Yingming, Gao Yunze e outros colaboradores estão pesquisando em conjunto à presença de poluentes na Península Fildes, abrangendo compostos como ésteres de organofosfato (OPEs), naftalenos policlorados (PCNs) entre outros elementos considerados poluentes, dando destaque para os seus artigos publicados recentemente (que somados, acumulam aproximadamente 100 citações de acordo com os dados do *WOS*): *The long-term spatial and temporal distributions of polychlorinated naphthalene air concentrations in Fildes Peninsula, West Antarctica* (2024), *Organophosphate esters in terrestrial environments of Fildes Peninsula, Antarctica: Occurrence, potential sources, and bioaccumulation* (2023) e *Accumulation and influencing factors of novel brominated flame retardants in soil and vegetation from Fildes Peninsula, Antarctica* (2021).

Para realizar esses estudos, os pesquisadores utilizaram dados geológicos e pedológicos como suporte para compreender a interação entre o ambiente físico e os contaminantes. Em seus artigos de publicação, os autores e seus colaboradores recorreram a estudos pedológicos prévios a fim de encontrar informações e análises sobre a composição dos solos, da estrutura geológica, dos processos periglaciais entre outros aspectos físicos da região, justamente para instruir-se sobre os principais aspectos físicos desta área, permitindo a interpretação e correlação destas especificidades geomorfológicas e pedológicas com os padrões de distribuição e bioacumulação de poluentes.

Outro exemplo da utilização dos estudos relacionados às áreas de geologia, geomorfologia e pedologia, está representado pelo *cluster* verde no mapa bibliométrico da figura 6, que representa a rede de autores que estudam a microbiologia nas proximidades da Península Fildes, em que estão destacados os pesquisadores Zhang Yanfeng, Na, Guang-Shui.

De forma geral, os estudos conduzidos pelo pesquisadores Zhang Yanfeng, Na Guang-Shui e colaboradores, como *Marinomonas flavescens sp. nov.*, *Amphritea opalescens sp. nov.* (2019) e *Amphritea opalescens sp. nov.*, *isolated from sediment adjacent to Fildes Peninsula, Antarctica* (2019), enfatizaram na identificação de novas espécies de bactérias em águas adjacentes à Península Fildes, além de pesquisarem sobre os diferentes aspectos ambientais e ecológicos, até os possíveis impactos ambientais devido a atividade antrópica.

Embora esses autores estejam pesquisando sobre temas especificamente relacionados à microbiologia, alguns dos métodos utilizados em suas análises envolveram pesquisas bibliográficas sobre os parâmetros físicos e químicos dos sedimentos e da água marinha, que auxiliam a contextualizar os ambientes onde essas bactérias foram encontradas.

Outro exemplo em que há a utilização dos estudos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, está representado pelo *cluster* roxo no mapa bibliométrico 2, que representa o conjunto de autores que estudam temas relacionadas aos ambientes naturais na Península Fildes, em que há o destaque para o pesquisador Sun Liguang.

É importante salientar que, os estudos realizados pelo pesquisador Sun Liguang abordam diferentes temas relacionados aos aspectos físicos e à influência de atividades antropogênicas na Península Fildes. Suas pesquisas abrangem desde a contaminação ambiental até a análise de mudanças climáticas no Holoceno, contribuindo para o desenvolvimento da compreensão das interações existentes nos ecossistemas antárticos.

A exemplo disso, no estudo publicado por Sun Liguang *Assessment of heavy metal contamination from penguins and anthropogenic activities on Fildes Peninsula and Ardley Island, Antarctic* (2019), o autor busca avaliar a contaminação por metais pesados nas áreas da Península Fildes e Ilha Ardley, considerando tanto fontes naturais, como colônias de pinguins, quanto fontes antropogênicas, como estações de pesquisa.

Como método, o pesquisador coletou amostras de solos e sedimentos em diversos locais da Península Fildes para análise laboratorial, justamente para verificar as concentrações de metais pesados. Nesse sentido, o autor utilizou como referência os estudos de Barton, Campbell & Claridge, López-Martínez e outros colaboradores justamente para compreender a estrutura geológica e os processos pedogênicos, assim como os principais processos periglaciais que atuam na Península Fildes.

Seu trabalho ressalta a interação entre os fatores naturais e antrópicos na contaminação ambiental, uma vez que, o autor observou que as colônias de pinguins e as atividades humanas contribuem para o aumento de certos metais pesados no solo devido ao guano. Cabe pontuar ainda que, o estudo destacou a importância de medidas de mitigação para reduzir os impactos antropogênicos na região.

Em outro artigo denominado *Depositional environment and climate changes during the Holocene in Grande Valley, Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica* (2017), Sun Liguang busca reconstruir o ambiente deposicional e as mudanças climáticas durante o Holoceno no Vale Grande, localizado na Península Fildes. Para isso, o pesquisador realiza

pesquisas bibliográficas sobre os autores que estudam a estratigrafia da Península Fildes, como Smith e Sun L.

Após a pesquisa bibliográfica, o autor fez análises sedimentológicas, geoquímicas e micropaleontológicas com amostras de sedimentos de diversos locais da região da Península Fildes, justamente para interpretar as variações climáticas e as condições deposicionais ao longo do tempo.

O pesquisador observa que há períodos de maior deposição sedimentar associados a climas mais quentes e intercalados com fases glaciais, o que, segundo o mesmo, pode estar relacionado às flutuações climáticas naturais que marcaram o Holoceno na Antártica.

Nesse cenário, se torna evidente que a utilização de dados geológicos, geomorfológicos e pedológicos é um dos exemplos de como os estudos prévios estabelecidos na Península Fildes estão sendo responsáveis por orientar os trabalhos que estão sendo realizados em diferentes áreas da ciência. Em suma, esses trabalhos vêm contribuindo de maneira diversificada, seja de forma direta ou indireta, para o desenvolvimento do conhecimento, abrangendo desde questões puramente ligadas ao estudo dos aspectos geológicos, geomorfológicos e/ou pedológicos à questões relacionadas a diversos temas específicos de outras áreas de estudos.

Contribuições em pedologia

Sobre as principais contribuições nos estudos em pedologia da Ilha Rei George, vale destacar a princípio, as contribuições dos autores Campbell & Claridge (1960 e 1970) que, embora tenham concentrado seus estudos nos Vales Secos de McMurdo, localizado na Antártica Oriental, seus métodos de pesquisas influenciaram estudos em outras regiões, como a Ilha Rei George e a Península Fildes, justamente por desenvolverem parâmetros para análises comparativas entre os solos antárticos, a exemplo dos solos desenvolvidos sob condições periglaciais.

Entre os estudos realizados por esses autores, vale destacar o “*Soils of Cold Climate Regions*” (1970), que é uma importante contribuição para o desenvolvimento do conhecimento sobre os solos nas regiões de clima frio. Neste sentido, um dos objetivos deste estudo foi analisar a formação, composição e os processos pedológicos que ocorrem em solos sob condições de clima frio, especialmente aqueles associados a ambientes periglaciais e glaciais.

Campbell & Claridge realizaram observações de campo e análises laboratoriais, sendo que, eles realizaram medições e coleta de amostras de solos de diferentes locais, documentando aspectos como a composição mineralógica, o teor de matéria orgânica, as propriedades (físicas e químicas) dos solos, a dinâmica dos solos com base em processos periglaciais entre outros aspectos pedológicos para categorizar os solos com base nas suas características e dinâmicas observadas.

A partir dessas análises, os pesquisadores apontaram que, os processos periglaciais, como a crioturbação, desempenham um papel essencial na estrutura e evolução desses solos. Além disso, eles destacaram a importância das condições climáticas na formação de solos de gelo e como isso afeta a composição mineral e a biota local.

O estudo também introduziu o conceito de solos de gelo (*Gelossoils*), que se tornaram uma referência em pesquisas subsequentes sobre solos antárticos e de regiões periglaciais, o qual continua sendo uma referência para a compreensão mais detalhada da interação entre o clima e a evolução dos solos, principalmente em regiões da Antártica, como a Ilha Rei George e a Península Fildes.

A partir de meados da década de 1990, o pesquisador James G. Bockheim começou a se destacar como um dos principais especialistas em solos polares, com estudos voltados para o desenvolvimento dos criossolos, a dinâmica do permafrost e as características químicas e físicas dos solos na Antártica.

Vale ressaltar que, seus trabalhos utilizaram como uma de suas principais referências os estudos de Campbell e Claridge, mas incorporando outros métodos de análise de solos, bem como a expansão do enfoque nas implicações das mudanças climáticas sobre os solos polares.

James G. Bockheim integrou conceitos climáticos, geológicos e biológicos para explicar a formação e evolução dos solos em regiões da Antártica, a exemplo de suas pesquisas intituladas “*Antartic soil and soil formation in a changing environment: A review*” (2007); *Climate warming and permafrost dynamics in the antarctic Peninsula region*” (2013); “*The soils of Antarctica*” (2015) entre outras que ajudaram na compreensão dos processos pedológicos, nas dinâmicas do permafrost e as suas implicações diante das mudanças climáticas em regiões antárticas.

Em suma, os trabalhos de James G. Bockheim, assim como os de Campbell e Claridge, criaram alicerces teóricos e metodológicos que orientaram diversos pesquisadores subsequentes. Entre eles, destaca-se Michel Robert F.M., cujas investigações aprofundaram aspectos específicos sobre solos polares, especialmente na Ilha Rei George e na Península Fildes.

Michel Robert F.M., por sua vez, baseou-se nas contribuições de Bockheim, Carlos Ernesto Schaefer entre outros pesquisadores para aprofundar suas análises pedológicas de áreas da Antártica, como a Península Fildes em sua tese de doutorado denominada de “Classificação cobertura vegetal e monitoramento térmico da camada ativa de solos da Península Fildes, Ilha Rei George e Ilha Ardley, Antártica Marítima” (2011).

De forma geral, nos artigos publicados de Michel Roberto, seu objetivo era relacionado à cobertura de solos com a cobertura vegetal, e monitorar a camada ativa do *permafrost*, avaliando como os solos respondem às variações térmicas sazonais.

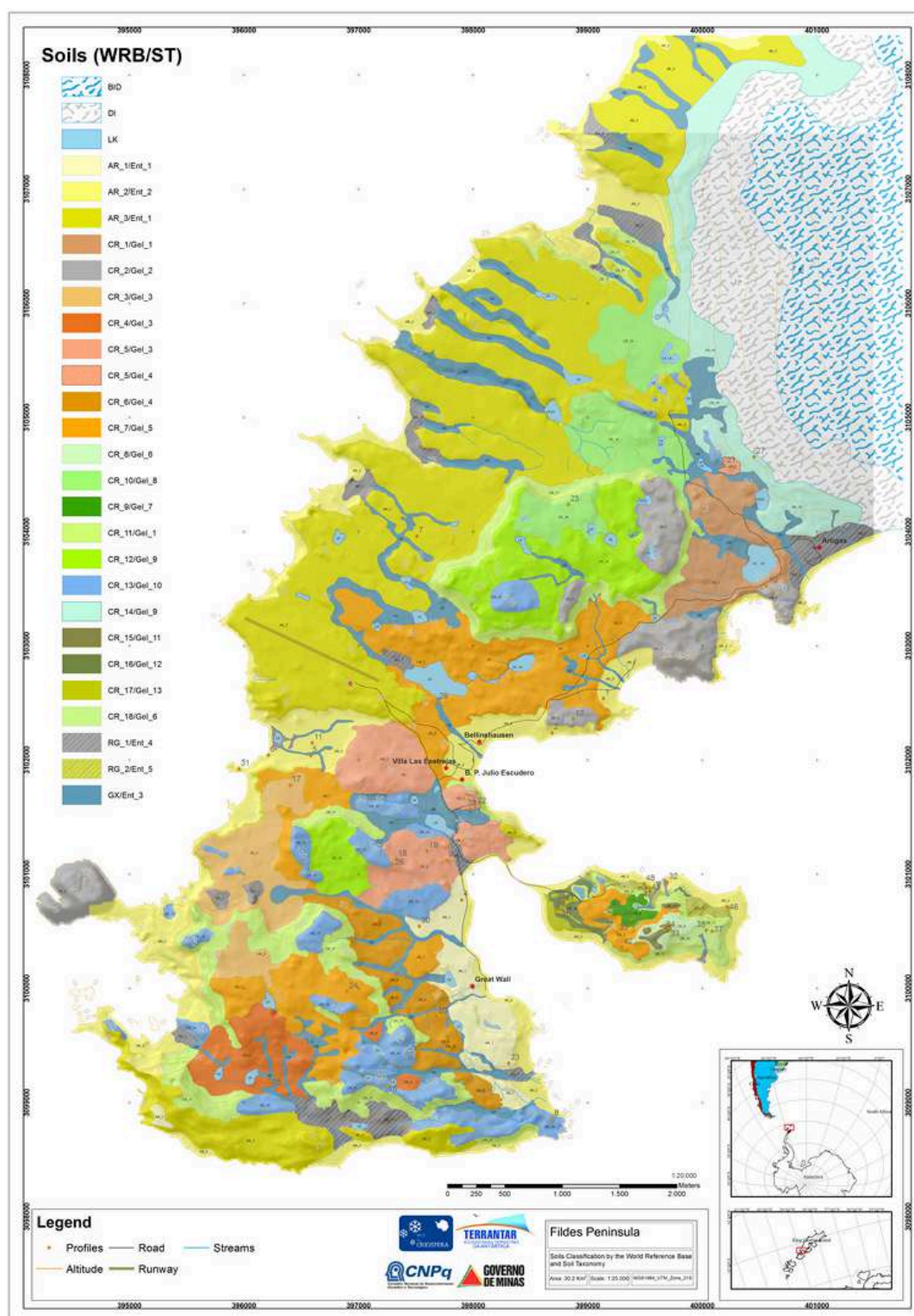
Além disso, cabe pontuar ainda que, em conjunto com Carlos Ernesto Schaefer, Jerônimo López-Martínez, Schmid T entre outros pesquisadores que desenvolveram trabalhos

relacionados ao mapeamento geológico e geomorfológico da Ilha Rei George e da Península Fildes, essa equipe ampliou a investigação dos processos criogênicos que moldam os solos, detalhando os efeitos de ciclos de congelamento e descongelamento no perfil pedológico.

A partir das bases estabelecidas por Bockheim somado com as contribuições do demais pesquisadores, Michel Robert explorou como as alterações climáticas estão modificando o regime térmico do solo e a presença do permafrost sazonal, além de investigar as conexões entre solos e ecossistemas, incluindo a presença de matéria orgânica e nutrientes em solos polares.

Essas análises ajudaram a expandir a compreensão da relação entre pedologia e ecologia em ambientes antárticos, contribuindo através da confecção de novos mapas pedológicos da Península Fildes (figura 16 e tabela 15).

Figura 16: Mapa pedológico da Península Fildes (Michel *et al*, 2011)



Fonte: ROBERTO, Michel. *Classificação cobertura vegetal e monitoramento térmico da camada ativa de solos da Península Fildes, Ilha Rei George e Ilha Ardley, Antártica Marítima*. 2011. 242 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Mapa: Geomorphological sketch map of Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica, p. 39 - 40. As unidades de dos solos estão explicadas na tabela 15.

Tabela 15: Mapeamento dos solos, legenda da área relativa.

Unidade de Mapeamento WRB	Unidade de Mapeamento ST	Legenda	Área (ha)	%
Arenossolo Háptico (Eútrico, Gélico)	Arenoso, misto, subgelic, Tipos Glorthents	AR_1/Ent_1	63,47	2,12
Arenossolo Háptico (Eútrico, Gélico) Leptossolo Háptico Lítico (Eútrico, Gélico)	Arenoso, misto, subgelic, Litólico Criossamments Arenoso, misto, subgelic, Tipos Psamorthels	AR_2/Ent_2	358,41	11,96
Arenossolo Prófico (Eútrico, Gélico)	Arenoso, misto, subgelic, Tipos Glorthents	AR_3/Ent_3	724,18	24,17
Cambissolo Eutrófico Épico (Eútrico, Novico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Tipos Haploturbels	CR_1/Gel_4	66,8	2,23
Criossolo Léptico (Eútrico, Oxiaquico) Histossolo Léptico Criossólico (Eútrico, Reductáquico, Arenico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Litólicos Haploturbels Franco-arenoso, misto, subgelic, Psamments Aquorthels	CR_2/Gel_2	114,18	3,81
Criossolo Túrquico Cambissólico ("Padrão", Calcárico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, "Padrão", Tipos Haploturbels	CR_3/Gel_3	78,84	2,63
Criossolo Túrquico Cambissólico ("Padrão", Calcárico, Siltico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, "Padrão", Tipos Haploturbels	CR_4/Gel_3	56,7	1,89
Criossolo Túrquico Cambissólico ("Padrão", Eútrico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, "Padrão", Tipos Haploturbels	CR_5/Gel_3	75,15	2,51
Criossolo Túrquico Cambissólico ("Padrão", Eútrico, Esquelético)	Franco-arenoso, misto, subgelic, "Padrão", Tipos Haploturbels Aquíferos	CR_6/Gel_3	20,69	0,69
Criossolo Túrquico Cambissólico ("Padrão", Eútrico, Esquelético) Criossolo Túrquico Cambissólico (Esquelético)	Franco-arenoso, misto, subgelic, "Padrão", Tipos Haploturbels Aquíferos	CR_7/Gel_5	66,83	2,03
Criossolo Túrquico Cambissólico (Ornítico, Oxiaquico, Arenico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Tipos Haploturbels Orníticos	CR_8/Gel_6	6,88	0,23
Criossolo Túrquico Fólico Cambissólico (Ornítico, Arenico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Tipos Haploturbels Orníticos	CR_9/Gel_7	6,45	0,22
Criossolo Túrquico Léptico Cambissólico ("Padrão", Eútrico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, "Padrão", Tipos Haploturbels	CR_10/Gel_1 1	115,63	3,73
Criossolo Túrquico Léptico Cambissólico (Eútrico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Litólicos Haploturbels	CR_11/Gel_1 2	202,94	6,77
Criossolo Túrquico Léptico Cambissólico (Eútrico, Arenico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Tipos Haploturbels	CR_12/Gel_9	131,59	4,39
Criossolo Túrquico Léptico Cambissólico (Eútrico, Arenico) Léptico Cambissolo (Eútrico, Gélico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Litólicos Eutrogelets	CR_13/Gel_9	132,49	4,42
Criossolo Túrquico Léptico Cambissólico (Eútrico, Reductáquico, Arenico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Tipos Haploturbels	CR_14/Gel_6	148,83	4,97
Criossolo Túrquico Léptico Cambissólico (Ornítico, Arenico) Histossolo Léptico Cambissólico (Ornítico, Reductáquico)	Franco-arenoso, misto, subgelic, Orníticos Reductaquicos	CR_15/Gel_9	3,8	0,13

Fonte: traduzido de ROBERTO, Michel. *Classificação cobertura vegetal e monitoramento térmico da camada ativa de solos da Península Fildes, Ilha Rei George e Ilha Ardley, Antártica Marítima*. 2011. 242 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Mapa: Geomorphological sketch map of Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica, p. 39 - 40.

Os trabalhos de Bockheim ofereceram a estrutura orientadora para que pesquisadores como Michel Robert se concentrassem em variações regionais, como as encontradas na Península Fildes e na Ilha Rei George. Ao mesmo tempo, contribuíram para o fortalecimento do monitoramento climático, já que os estudos detalhados de permafrost e dinâmica do solo tornaram-se indicadores cruciais para entender os impactos das mudanças climáticas.

Michel Robert, ao citar Bockheim frequentemente, demonstrou como os modelos de formação de solos desenvolvidos pelo autor foram indispensáveis para o avanço do conhecimento em pedologia polar. Suas pesquisas complementam o legado de Bockheim, ao mesmo tempo em que propuseram novas abordagens para o monitoramento e a análise detalhada dos solos em ambientes livres de gelo sazonalmente ou permanentemente.

Nesse sentido, o artigo "*Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica*" (2014) representa uma das influências dos estudos de Bockheim, pois apresenta uma análise detalhada dos solos e das formas de relevo na Península Fildes e na Ilha Ardley, além dos autores terem investigado a gênese, as propriedades e a classificação dos solos, além de explorar as interações entre os processos geomorfológicos e a formação do solo na região.

O estudo identificou diferentes tipos de solos, incluindo *Cryosols*, que são característicos de ambientes frios e periglaciais. A pesquisa revelou que esses solos apresentam uma estrutura única devido à influência das condições climáticas extremas e dos processos de congelamento e descongelamento da região.

Além disso, os autores discutem como as variações do relevo na Península Fildes e na Ilha Ardley afetam a distribuição e a formação dos solos nesses ambientes. Para detalhar essa análise, as formas do relevo foram descritas em detalhes e mapeadas (figura 8), com ênfase nas características morfológicas resultantes da ação glacial e periglacial.

Desta forma, os autores destacam a presença de Patamares Elevados (*Raised Platforms*), Padrões de Solo (*Patterned Ground*), Morenas, Lobos Protalus (*Protalus Lobes*), Glaciares de Rocha (*Rock Glaciers*), Campos de Rochas (*Stone Fields*) entre outros, indicando que essas formas de relevo são resultado de processos complexos que envolvem a interação entre gelo, água e solo.

Os autores também destacam a importância de compreender e analisar os processos geomorfológicos, indicando como as ações glaciais e periglaciais desempenham papéis significativos na modelagem da paisagem e na formação de solos. A pesquisa ainda ressalta a erosão glacial, a deposição dos sedimentos, a crioturbação, o congelamento e descongelamento das geleiras, entre outros processos, expondo que a dinâmica do gelo e a atividade periglacial desempenham um papel crucial na modelagem da paisagem e na formação do solo.

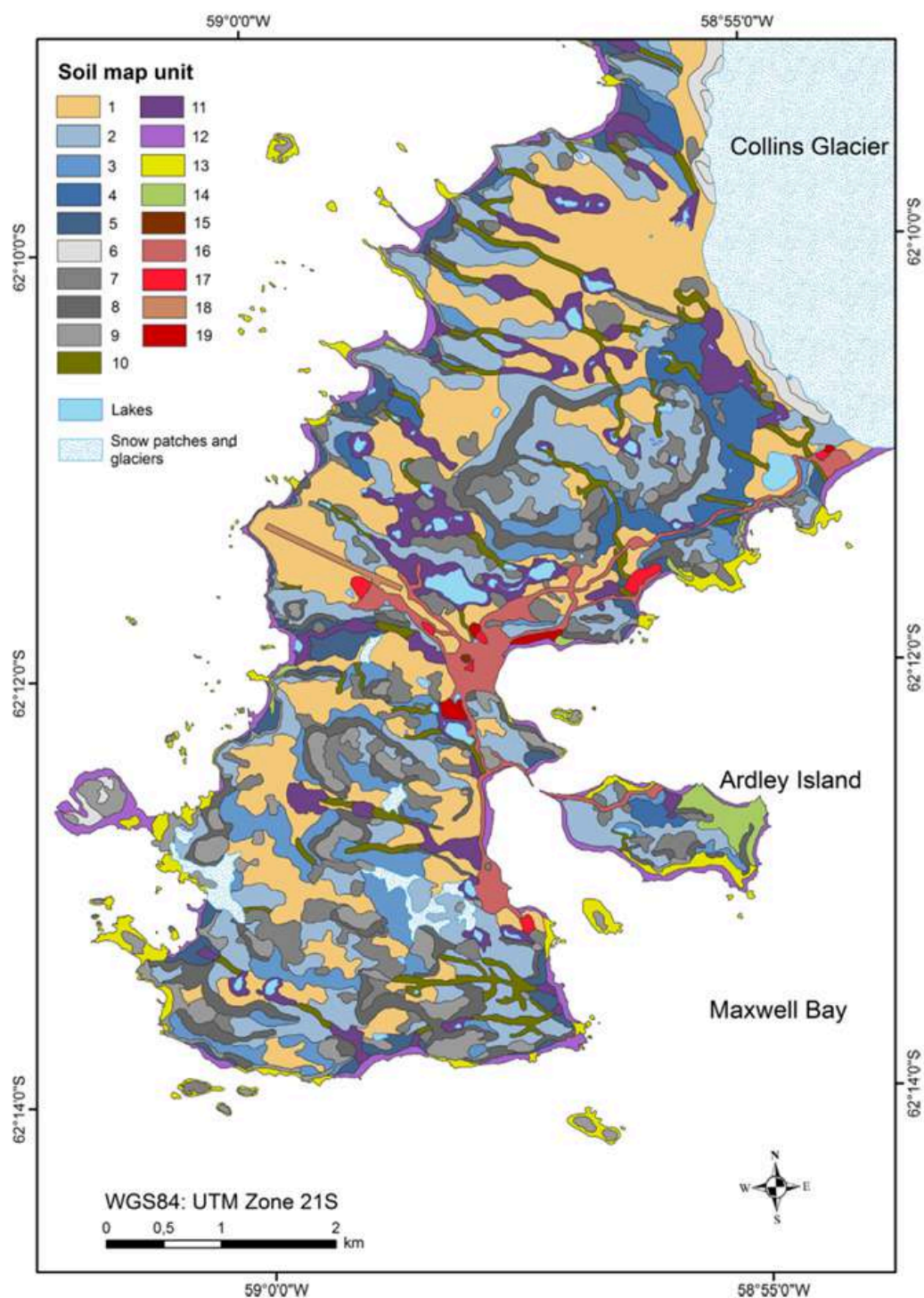
Os resultados desta investigação em conjunto têm implicações significativas para a pesquisa em ecologia, geociências e outras áreas multidisciplinares que necessitem destes conhecimentos, pois fornecem uma base para entender como os solos e as paisagens da Antártica estão respondendo às mudanças ambientais.

Desta forma, o artigo contribui para o conhecimento sobre a pedologia e a geomorfologia da Antártica, oferecendo uma visão abrangente das interações entre solos e relevo em um dos ambientes mais extremos do planeta. Os resultados são relevantes não apenas para a ciência do solo, mas também para a compreensão das mudanças climáticas e suas consequências em ecossistemas frágeis.

Outro autor que vem contribuindo para o desenvolvimento dos estudos pedológicos na Antártica é Alexei Lupachev, cujas pesquisas se destacam pela análise detalhada dos solos da Península Fildes. Em seu estudo intitulado *Soil cover of the Fildes Peninsula (King George Island, West Antarctica)*, publicado em 2020, o autor concentrou-se em mapear e caracterizar as principais unidades de solo da região, utilizando o sistema de classificação internacional WRB (World Reference Base for Soil Resources), resultando na figura 9. Sua investigação enfatizou a formação e os processos pedogenéticos em ambientes criogênicos, com especial atenção aos *Cryosols*, que são os solos dominantes na Antártica.

A pesquisa de Alexei Lupachev objetiva compreender como fatores ambientais, como a crioturbação, o congelamento e o descongelamento sazonais, influenciam a morfologia e a dinâmica dos solos na Península Fildes. Para isso, ele integrou análises químicas, físicas e morfológicas dos solos, associadas a observações geomorfológicas, o que permitiu identificar padrões de distribuição espacial das unidades pedológicas e sua relação com os processos criogênicos e a geologia local (figura 17). Essa abordagem ampliou a compreensão sobre a interação entre os solos e o ambiente polar, especialmente no contexto das mudanças climáticas.

Figura 17: mapa pedológico da Península Fildes e da Ilha Ardley -Ilha Rei George, (A.V. Lupachev, et al, 2020)



Fonte: LUPACHEV, A. V. Soil cover of the Fildes Peninsula (King George Island, West Antarctica). *Geography, Environment, Sustainability*, v. 13, n. 4, p. 89-102, 2020. As unidades pedológicas estão explicadas na tabela 16.

Tabela 16: Propriedades químicas e conteúdos de fragmentos de rocha / terra fina nos principais solos da Península Fildes (média $\pm$ desvio padrão)

Unidade de mapeamento / Solo	TOC, %	N Total, %	Razão C/N	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Fragmentos de rocha (> 2 mm), %	Terra fina (< 2 mm), %
1 / Arenossolos Túbicos	5.16 $\pm$ 0.8	0.82 $\pm$ 0.08	6.27 $\pm$ 1.1	5.75 $\pm$ 0.1	5.39 $\pm$ 0.2	73.33 $\pm$ 6.0	26.66 $\pm$ 6.1
2 / Organossolos Hísticos Oxiáquicos Esqueléticos	8.37 $\pm$ 0.7	0.98 $\pm$ 0.1	8.42 $\pm$ 0.4	6.36 $\pm$ 0.2	5.59 $\pm$ 0.4	74.33 $\pm$ 7.8	29.0 $\pm$ 3.4
3 / Criosolos Túbicos Arenicos	7.29 $\pm$ 1.6	0.61 $\pm$ 0.1	12.27 $\pm$ 4.3	4.65 $\pm$ 0.4	4.41 $\pm$ 0.5	85.83 $\pm$ 5.8	17.5 $\pm$ 2.3
4 / Criosolos Oxiáquicos Hísticos Arenicos	27.50 $\pm$ 7.1	1.51 $\pm$ 0.2	18.17 $\pm$ 2.3	4.98 $\pm$ 0.5	4.45 $\pm$ 0.6	65.66 $\pm$ 8.5	34.0 $\pm$ 3.2
5 / Criosolos Túbicos Túbicos Esqueléticos	1.90 $\pm$ 0.9	0.19 $\pm$ 0.02	10.55 $\pm$ 8.8	5.03 $\pm$ 0.2	4.48 $\pm$ 0.5	92.36 $\pm$ 3.3	7.83 $\pm$ 2.8
6 / Criosolos Túbicos Túbicos Esqueléticos	6.21 $\pm$ 1.2	0.32 $\pm$ 0.1	17.49 $\pm$ 5.4	5.52 $\pm$ 0.3	4.96 $\pm$ 0.4	87.63 $\pm$ 3.6	12.3 $\pm$ 4.7
7 / Criosolos Hiperesqueléticos Arenicos Ócricos	0.73 $\pm$ 0.4	0.06 $\pm$ 0.02	18.39 $\pm$ 2.1	4.72 $\pm$ 0.2	4.50 $\pm$ 0.1	92.0 $\pm$ 2.8	8.0 $\pm$ 1.2
8 / Leptossolos Hiperesqueléticos Hísticos Oxiáquicos	28.95 $\pm$ 3.9	0.85 $\pm$ 0.1	34.14 $\pm$ 1.5	4.39 $\pm$ 0.3	4.36 $\pm$ 0.4	81.13 $\pm$ 8.3	18.66 $\pm$ 1.2
9 / Leptossolos Litólicos Esqueléticos	0.39 $\pm$ 0.1	0.06 $\pm$ 0.02	6.96 $\pm$ 1.5	5.93 $\pm$ 0.2	5.42 $\pm$ 0.3	94.5 $\pm$ 2.0	5.5 $\pm$ 0.5
10 / Leptossolos Multilíticos Esqueléticos	5.16 $\pm$ 1.2	0.39 $\pm$ 0.1	13.49 $\pm$ 2.4	5.94 $\pm$ 0.4	5.44 $\pm$ 0.4	95.0 $\pm$ 2.3	4.5 $\pm$ 0.5
11 / Leptossolos Litólicos Ócricos	0.51 $\pm$ 0.3	0.07 $\pm$ 0.04	7.30 $\pm$ 0.4	5.73 $\pm$ 0.1	5.13 $\pm$ 0.3	Not det.	Not det.
12 / Fluvisolos Típicos Esqueléticos	1.19 $\pm$ 1.3	0.24 $\pm$ 0.3	4.92 $\pm$ 2.3	5.86 $\pm$ 0.5	5.20 $\pm$ 0.2	70.0 $\pm$ 4.9	30.0 $\pm$ 5.0
13 / Histossolos Crios Fíbricos	48.89 $\pm$ 8.7	1.86 $\pm$ 0.2	28.21 $\pm$ 8.7	4.81 $\pm$ 0.6	4.34 $\pm$ 0.4	Not det.	Not det.
14 / Criosolos Crios Hiperesqueléticos	17.5 $\pm$ 5.1	0.63 $\pm$ 0.1	25.1 $\pm$ 6.5	6.89 $\pm$ 0.3	5.39 $\pm$ 0.3	88.3 $\pm$ 6.2	11.7 $\pm$ 3.3
15 / Leptossolos Hiperesqueléticos (Omítico)	3.87 $\pm$ 0.6	1.67 $\pm$ 0.1	23.2 $\pm$ 1.4	4.92 $\pm$ 0.6	4.71 $\pm$ 0.1	94.0 $\pm$ 2.2	5.66 $\pm$ 3.2
16 / Criosolos Crios Túbicos Hiperesqueléticos (Arenico, Densico)	2.15 $\pm$ 0.2	0.22 $\pm$ 0.1	9.77 $\pm$ 2.3	5.08 $\pm$ 0.1	5.08 $\pm$ 0.1	94.0 $\pm$ 2.1	6.0 $\pm$ 2.6
17 / Tecnossolos Hiperesqueléticos (Transportados)	1.56 $\pm$ 0.5	0.15 $\pm$ 0.1	13.6 $\pm$ 0.5	5.53 $\pm$ 0.4	4.44 $\pm$ 0.4	93.5 $\pm$ 0.5	6.5 $\pm$ 0.5
18 / Tecnossolos Hiperesqueléticos (Toxico)	1.12 $\pm$ 0.3	0.03 $\pm$ 0.01	38.2 $\pm$ 0.9	4.09 $\pm$ 0.3	3.82 $\pm$ 0.9	Not det.	Not det.
19 / Tecnossolos Crios Urbicos Hiperesqueléticos	0.96 $\pm$ 0.3	0.03 $\pm$ 0.01	48.6 $\pm$ 0.2	4.91 $\pm$ 0.1	Not det.	91.83 $\pm$ 3.3	8.16 $\pm$ 3.3

Fonte: Fonte: LUPACHEV, A. V. Soil cover of the Fildes Peninsula (King George Island, West Antarctica). *Geography, Environment, Sustainability*, v. 13, n. 4, p. 89-102, 2020.

Desta forma, assim como os outros pesquisadores, Lupachev também contribuiu para a ampliação dos dados cartográficos pedológicos da região, destacando a importância da integração entre estudos geomorfológicos e pedológicos para o mapeamento de ambientes extremos. Dessa forma, sua pesquisa não apenas complementa estudos anteriores, como os de Michel (2011), mas também avança no entendimento dos processos de formação de solos em condições criogênicas, fornecendo subsídios para análises comparativas em outras regiões polares.

Considerações finais

O mapeamento bibliométrico é uma ferramenta importante para a compreensão da dinâmica de produção científica em determinadas áreas de pesquisa, a exemplo dos estudos que estão sendo realizados na Península Fildes. Isto permite identificar os autores que estão sendo mais referenciados de acordo com o número de citações, além de ilustrar as suas colaborações com outros pesquisadores de outras áreas do conhecimento.

Dessa forma, a análise bibliométrica fornece um panorama estratégico para pesquisadores que desejam compreender as contribuições mútuas e o impacto interdisciplinar em regiões específicas ou em áreas temáticas amplas.

Nesse cenário, o estudo realizado especificamente para Península Fildes, objetivando mapear as contribuições geológicas, geomorfológicas e pedológicas, demonstrou a relevância do mapeamento bibliométrico através das informações levantadas e, principalmente, com a confecção dos mapas bibliométricos. Além disso, tais estudos fornecem subsídios para investigações em disciplinas correlatas, como climatologia, biologia e ecologia, enriquecendo o entendimento científico sobre a região polar.

Como expoentes desta pesquisa, vale ressaltar a importância dos estudos publicados em conjunto por Carlos Ernesto Schaefer, Michel Roberto, López-Martínez, Schmid T, Lupachev e outros colaboradores, a exemplo do “*Soils and landforms from Fildes Peninsula and Adley Island, Maritime Antarctica*”, “*Geomorphological mapping of ice-free areas using polarimetric RADARSAT-2 data on Fildes Peninsula and Adley Island, Antarctica*”, “*Soil cover of the Fildes Peninsula (King George Island, West Antarctica)*” que compõem as principais contribuições para a compreensão da estrutura geológica, geomorfológica e pedológica da Península Fildes, ainda que existam outros estudos correlacionados.

Cabe pontuar ainda, que esses estudos também são importantes para outras áreas da ciência, principalmente aquelas relacionadas a ecologia, microbiologia e demais áreas de estudos científicos. Isso se deve em função destes trabalhos não terem fornecido apenas uma atualização dos mapeamentos da Península Fildes, mas também de fornecerem informações sobre os diferentes processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos que atuam na região, que estabelecem relações complexas com todo o ambiente.

Apesar de sua importância, o mapeamento bibliométrico apresenta limitações que devem ser consideradas. O primeiro aspecto diz respeito à disponibilidade de artigos

científicos nas plataformas de referência, como o *WOS*, que não abrange a totalidade das produções científicas devido a ausência e disponibilidade de artigos antigos. Nesse sentido, é possível que artigos relevantes estejam disponíveis em outras plataformas ou em repositórios institucionais que não se integram diretamente ao *WOS*.

O segundo ponto refere-se às subnotificações, ou seja, estudos realizados na Península Fildes que não foram publicados ou digitalizados, como as pesquisas de autores renomados, incluindo Barton e Birkenmajer, cujas contribuições permanecem fundamentais, mas podem não estar representadas nos levantamentos bibliométricos disponíveis.

O terceiro aspecto que deve ser considerado, é que o mapeamento bibliométrico é confeccionado a partir de informações quantitativas disponibilizadas pelas plataformas acadêmicas, como o *WOS*. A partir do levantamento dessas informações, é necessário realizar uma análise quantitativa sobre os estudos acadêmicos encontrados, levando em conta os pesquisadores que são mais citados, mais referências e aqueles que estão na periferia dos mapas bibliométricos.

Dessa forma, é possível iniciar uma análise qualitativa dessas informações, buscando descobrir como ocorre o desenvolvimento do conhecimento científico da área de interesse, justamente para encontrar os autores que são pioneiros no segmento de estudo.

No caso dos estudos geológicos, geomorfológicos e pedológicos da Península Fildes, não foi possível encontrar no *WOS*, os autores pioneiros (como por exemplo, Barton, Campbell e Claridge) nas pesquisas relacionadas ao mapeamento geológico e geomorfológico desta área de estudo, justamente por que seus artigos começaram a ser publicados a partir da segunda metade do século XX. Entretanto, seus estudos podem ser encontrados em acervos acadêmicos específicos dessas áreas.

Entretanto, foi possível mapear os estudos mais recentes, principalmente estudos multidisciplinares, que relacionam diferentes áreas do conhecimento, dando destaque para os temas relacionados a biologia, geociências e geografia física.

Neste sentido, os estudos relacionados à geomorfologia e pedologia, sempre apresentaram algum grau de colaboração em muitas pesquisas interdisciplinares, sempre presente em diversas pesquisas, principalmente no quesito de fornecer informações sobre os processos periglaciais que ocorrem nessa região, assim como as análises pedológicas que também apresentaram grande contribuição.

Por fim, apesar do mapeamento bibliométrico apresentar suas limitações, ele é uma ferramenta importante para ter uma visão ampla dos estudos que foram realizados no segmento de interesse. Além disso, diante dos dados quantitativos e qualitativos analisados durante este estudo, torna-se evidente que as pesquisas atreladas ao mapeamento geológico, geomorfológico e pedológico, apresentam um papel importante com suas análises da dinâmica geomorfológica e pedológica para as demais áreas do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento de diversos campos da ciência na Península Fildes.

Referências bibliográficas

LUPACHEV, Alexei., et al. ***Soil cover of the Fildes Peninsula (King George Island, West Antarctica)***. *Environment, Sustainability*, v. 13, n. 4, p. 89-102, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104613>

BARTON, C. **The geology of the South Shetland Islands III: The stratigraphy of King George Island**. British Antarctic Survey Scientific Reports, 1965.

BARTON, C. **Significance of the Tertiary fossil floras of King George Island, South Shetland Islands. Antarctic Geology**. Proceedings of the 1st International Symposium on Antarctic Geology, Cape Town, 1963. Amsterdam, North-Holland.

BIRKENMAJER, K.; GUTERCH, A.; GRAD, M.; JANIĆ, T.; PERCHUC, E. **Lithospheric transect Antarctic Peninsula - South Shetland Islands, West Antarctica**. Polish Polar Research, [S. l.], v. 11, n. 3–4, p. 241–258, 1990.

BIRKENMAJER, Krzysztof; GAŹDZICKI, Andrzej; KRAJEWSKI, Krzysztof P.; PRZYBYCIN, Andrzej; SOLECKI, Andrzej; TATUR, Andrzej; YOON, Ho. **First Cenozoic glaciers in West Antarctica**. Polish Polar Research, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 3–12, 2005.

BOCKHEIM, J. G. ***Antarctic soil and soil formation in a changing environment: A review***. 2007.

BOCKHEIM, J.; VIEIRA, G.; RAMOS, M.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; SERRANO, E.; GUGLIELMIN, M.; WILHELM, K.; NIEUWENDAM, A. **Climate warming and permafrost dynamics in the Antarctic Peninsula region**. *Global and Planetary Change*, [S. l.], v. 100, p. 215–223, 2013. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2012.10.018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.018>. Acesso em: 20 de set. 2024.

BOCKHEIM, J. G. ***The soils of Antarctica***. 2015.

BREMER, U.F. **Morfologia e bacias de drenagem na cobertura de gelo da ilha Rei George, Antártica**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do

Sul, Porto Alegre, 1998. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/1395>. Acesso em: 6 de abr. de 2024

BREMER, U.F. **Soils and geomorphology of the Eastern Warszawa Peninsula, King George Island, maritime Antarctica**. 2008. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/30989>. Acesso em: 06 de jun. 2024.

CAMPBELL, I. B.; CLARIDGE, G. G. C. **Landscape evolution in Antarctica**. *Earth-Science Reviews*, Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., v. 25, p. 345-353, 1988.

CAMPBELL, I. B.; CLARIDGE, G. G. C. **Soils of Cold Climate Regions**. New York: Elsevier, 1970.

FAIRTHORNE, Robert A. **Progress in documentation: Empirical Hyperbolic Distributions (Bradford-Zipf-Mandelbrot) for bibliometric Description and Prediction**. *Journal of Documentation*, v. 25, n.4, p.319-343. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/eb026481/full/html>. Acesso em: 13/03/24.

FRENCH, Hugh; THORN, Colin E. **The changing nature of periglacial geomorphology** **La nature mouvante de la géomorphologie périglaciaire**. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, [S. l.], v. 12, n. 3, 2006. DOI: 10.4000/geomorphologie.119.

GAO, Liang; ZHAO, Yue; YANG, Zhenyu; LIU, Jianmin; LIU, Xiaochun; ZHANG, Shuan-Hong; PEI, Junling. **New paleomagnetic and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronological results for the South Shetland Islands, West Antarctica, and their tectonic implications**. *Journal of Geophysical Research - Solid Earth*, v. 123, n. 1, p. 4-30, Jan. 2018. DOI: 10.1002/2017JB014677.

GLANZEL, W. **Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometric indicators**. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/242406991_Bibliometrics_as_a_research_field_A_course_on_theory_and_application_of_bibliometric_indicators. Acesso em: 09/06/24.

HALL, Kevin. Observations on “cryoplanation” benches in Antarctica. **Antarctic Science**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 181–187, 1997. DOI: 10.1017/s0954102097000230.

KNIGHT, Jasper; HARRISON, Stephan. Periglacial and paraglacial environments: **A view from the past into the future**. Geological Society Special Publication, [S. l.], v. 320, p. 1–4, 2009. DOI: 10.1144/SP320.1.

LIU, Yuwei; WANG, Yong; MA, Yi; et al. **Organophosphate esters in terrestrial environments of Fildes Peninsula, Antarctica: Occurrence, potential sources, and bioaccumulation**. *Environmental Pollution*, v. 319, p. 120890, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135519>.

LIU, Yuwei; WANG, Yong; ZHANG, Minghui; et al. **Accumulation and influencing factors of novel brominated flame retardants in soil and vegetation from Fildes Peninsula, Antarctica**. *Journal of Hazardous Materials*, v. 412, p. 125257, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144088>.

LOPES, Davi Do Vale; SOUZA, José João Lelis Leal De; OLIVEIRA, Fábio Soares De; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R. **Solos e Evolução da Paisagem em Ambiente Periglacial na Península Barton, Antártica Marítima**. Geography Department University of Sao Paulo, [S. l.], v. 11, n. spe, p. 259, 2017. DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.132721.

LOPES, Davi; OLIVEIRA, Fabio; SOUZA, José João; SCHAEFER, Carlos. **Estudos geográficos sobre a Antártica: geopolítica, solos, relevo e clima**. Revista Ponto De Vista, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 2–17, 2020. DOI: 10.47328/rpv.v9i1.10237.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E.; SERRANO, E.; ARCHE, A. **Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetlands Islands**. Proceedings of the VII International Symposium on Antarctic Earth Sciences. Siena, 1995.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., SERRANO, E., SCHMID, T., MINK, S., LINÉS, C. **Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region).** *Geomorphology* 155–156, 2012, p. 62–79. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.12.018>.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, Jerónimo; SERRANO, Enrique; SCHMID, Thomas; MELENDEZ, Ana; RUBIO, Isabel. **Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region).** *Geographical Research Letters*, v. 38, n. 1, p. 84-102, 2012. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.09.021.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, Jerónimo; SERRANO, Enrique; SCHMID, Thomas; MELENDEZ, Ana; RUBIO, Isabel. **Geomorphology and surface landforms distribution in selected ice-free areas in the South Shetland Islands, northern Antarctic Peninsula region.** *Geographical Research Letters*, v. 43, n. 2, p. 143-160, 2016. DOI: 10.1016/j.geomorph.2015.10.030.

MACHADO, Adriane; CEMALE JUNIOR, Farid; FERNANDES DE LIMA, Eduardo; FIGUEIREDO, Ana Maria Graciano. **Petrologia das rochas vulcânicas da Península Fildes, Ilha Rei George, Antártica.** *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 35-42, maio/ago. 1998. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21172>. Acesso em: 06 de abr. 2024.

MICHEL, Roberto Ferreira Machado. **Classificação, cobertura vegetal e monitoramento térmico da camada ativa de solos da Península Fildes, Ilha Rei George e Ilha Ardley, Antártica Marítima.** 2011. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

MICHEL, Roberto Ferreira Machado *et al.* **Ornithogenesis and soil-landscape interplays at northern Harmony Point, Nelson Island, Maritime Antarctica.** *Geoderma*, v. 432, 2023. DOI: 10.1016/j.geoderma.2022.116260.

MICHEL, Roberto F. M.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; SIMAS, Felipe N. B.; et al. **Soils and landforms at Hope Bay, Antarctic Peninsula: formation, classification, distribution, and relationships.** *Catena*, v. 123, p. 16-36, 2015. DOI: 10.1016/j.catena.2014.07.013.

MICHEL, Roberto F. M.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; SIMAS, Felipe N. B.; et al. **Active layer temperature in two Cryosols from King George Island, Maritime Antarctica.** *Geoderma*, v. 167–168, p. 20–30, 2012. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.10.013.

MICHEL, R. F. M.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, Jerónimo; SIMAS, Felipe N. B.; HAUS, Nick W.; SERRANO, Enrique; BOCKHEIM, James G. **Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica.** *Geomorphology*, [S. l.], v. 225, n. C, p. 76–86, 2014. DOI: 10.1016/j.geomorph.2014.03.041. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.03.041> Acesso em: 06 de jun. 2024.

MICHEL, R.F.M. SCHAEFER, C.E.G.R. DIAS, L.Simas, F.N.B. BENITES, V.; MENDONÇA, E.S. **Ornithogenic Gelisols (Cryosols) from Maritime Antarctica: pedogenesis, vegetation and carbon studies.** *Soil Sci. Soc. Am. J.* (Soil Science Society of America Journal), v.70, p. 1370-1376, 2006.

MICHEL, R. F. M.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; SIMAS, Flavio Nogueira; FRANCELINO, Marcio Rocha. **Active layer temperature in two Cryosols from King George Island, Maritime Antarctica.** *Geoderma*, v. 167-168, p. 287-302, 2012. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.10.016.

MICHEL, R.F.M. SCHAEFER, C.E.G.R. DIAS, L.Simas, F.N.B. BENITES, V.; FRANCELINO, Márcio Rocha. **Geomorphology and soils distribution under paraglacial conditions in an ice-free area of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica.** *Catena*, v. 85, n. 3, p. 194-204, 2011. DOI: 10.1016/j.catena.2010.12.007.

MORRIS, S. A.; MARTENS, B. V. D. V. Mapping research specialties. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 42, p.213-295, 2008.

PEREIRA ,T.T.C.; SCHAEFER, C.E.G.R.; RODRIGUES, R.A.; PINHEIRO, L.S. **Pedologia brasileira na Antártica: a pesquisa de solos afetados por permafrost no cenário do aquecimento global.** *Rev. Geogr. Acadêmica (Revista Geografia Acadêmica)*, v.8, n.1 (vii.2014). jul. 2014.

PRITCHARD, A. **Statistical bibliography or bibliometrics**. Journal of documentation, v. 25, n.4 p. 348-349, 1969. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236031787_Statistical_Bibliography_or_Bibliometrics. Acesso em: 16 de set. 2024.

SCHAEFER, C. E. G. R.; FRANCELINO, M. R.; SIMAS, F. N. B.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Ecosistemas Terrestres de Solos da Antártica Marítima: Baía do Almirantado, Ilha Rei George**. Viçosa: NEPUT, 2003.

SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; SIMAS, Felipe N. B.; GILKES, Robert J.; MATHISON, Charter; DA COSTA, Liovando M.; ALBUQUERQUE, Miriam A. **Micromorphology and microchemistry of selected Cryosols from maritime Antarctica**. Geoderma, [S. l.], v. 144, n. 1–2, p. 104–115, 2008. DOI: 10.1016/j.geoderma.2007.10.018.

SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; COSTA PEREIRA, Thiago Torres; KER, João Carlos; CARREIRO ALMEIDA, Ivan Carlos; BELLO SIMAS, Felipe Nogueira; SOARES DE OLIVEIRA, Fábio; CORRÊA, Guilherme Resende; VIEIRA, Gonçalo. **Soils and Landforms at Hope Bay, Antarctic Peninsula: Formation, Classification, Distribution, and Relationships**. Soil Science Society of America Journal, [S. l.], v. 79, n. 1, p. 175–184, 2014. DOI: 10.2136/sssaj2014.06.0266.

SCHAEFER, C.E.G.R. SIMAS, F.N.B. ALBUQUERQUE-FILHO, M.R. MICHEL, R.F.M. VIANA, J.H.M. TATUR, A. Fosfatização: Processo de formação de solos na Baía do SIMAS, F.N.B. ALBUQUERQUE-FILHO, M.R. (Eds.). **Ecosistemas Costeiros e Monitoramento Ambiental da Antártica Marítima, Baía do Almirantado, Ilha Rei George**. NEPUT – Departamento de Solos, Viçosa, p.47-59, 2004.

SERRANO, Enrique; DE SANJOSÉ-BLASCO, José Juan; GÓMEZ-LENDE, Manuel; LÓPEZ-MORENO, Juan Ignacio; PISABARRO, Alfonso; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, Adrián. **Periglacial environments and frozen ground in the central Pyrenean high mountain area: Ground thermal regime and distribution of landforms and processes**. Permafrost and Periglacial Processes, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 292–309, 2019. DOI: 10.1002/ppp.2032.

SIMAS, F.N.B.; SCHAEFER, C.E.G.R.; ALBUQUERQUE-FILHO, M.R.; FRANCELINO, M.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; COSTA, L.M. **Genesis, properties and classification of Cryosols from Admiralty Bay, Maritime Antarctica**. Geoderma, v.144 , p.116 - 122, 2008.

SIMAS, F.N.B.; SCHAEFER, C.E.G.R.; Melo, V.F. ;ALBUQUERQUE-FILHO, M.R.; MICHEL, R.F.M.; PEREIRA, V.V.; GOMES, M.R.M.; COSTA, L.M. **Ornithogenic Cryosols from Maritime Antarctica: phosphatization as a soil forming process**. Geoderma, v.138, p.191-203, 2007.

SIMAS, Felipe N. B.; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; FILHO, Manoel R. Albuquerque.; FRANCELINO, Marcio Rocha; FILHO, Elpídio I. Fernande.; DA COSTA, Liovando M. Genesis, properties and classification of Cryosols from Admiralty Bay, maritime Antarctica. Geoderma, [S. l.], v. 144, n. 1–2, p. 116–122, 2008. DOI: 10.1016/j.geoderma.2007.10.019.

SIMAS, F.N.B.; SCHAEFER, C.E.G.R.; MELO, V.F.; GUERRA, M.B.B.; SAUNDERS, M.; Gilkes, R.J. **Clay-sized minerals in permafrost-affected soils (Cryosols) from King George Island, Antarctica**. Clays and Clay Minerals, v.54, p.721-736, 2006.

SIQUEIRA, Rafael G.; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; FERNANDES FILHO, Elpídio I.; CORRÊA, Guilherme R.; FRANCELINO, Márcio R.; SOUZA, José João L. L. d.; ROCHA, Pablo de A. **Weathering and pedogenesis of sediments and basaltic rocks on Vega Island, Antarctic Peninsula**. Geoderma, [S. l.], v. 382, n. September 2020, p. 114707, 2021. DOI: 10.1016/j.geoderma.2020.114707. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114707>.

SLAYMAKER, Olav. **Criteria to distinguish between periglacial, proglacial and paraglacial environments**. Quaestiones Geographicae, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 85–94, 2011. DOI: 10.2478/v10117-011-0008-y.

SPELLIE, J. L.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; SERRANO, E. **Maps of Deception Island, South Shetlands Islands**. The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes, 1997, p. 1195-1198.

SMELLIE J. L. **The 1969 subglacial eruption on Deception Island (Antarctica): events and processes during an eruption beneath a thin glacier and implications for volcanic hazards.** In: Smellie J. L.; Chapman, M. G. (eds). **Volcano–ice interaction on Earth and Mars.** Geol Soc Lond Spec Publ 202(1): p. 59–79, 2002. doi:<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2002.202.01.04>

SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. **Geomorphological Mapping: Methods and Applications.** Elsevier, 2011. 661 p.

SUN, Linguang; WANG, Yucheng; LI, Yu; et al. **Assessment of heavy metal contamination from penguins and anthropogenic activities on Fildes Peninsula and Ardley Island, Antarctic.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 26, n. 1, p. 1-14, 2019. DOI: 10.1007/s11356-019-04447-1.

RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. **The Maritime Antarctic coastal ecosystem of Admiralty Bay.** Department of Antarctic Biology. Polish Academy of Sciences, Warsaw, 1993.

WANG, Yong; LIU, Yuwei; ZHANG, Minghui; et al. **The long-term spatial and temporal distributions of polychlorinated naphthalene air concentrations in Fildes Peninsula, West Antarctica.** *Science of the Total Environment*, v. 927, p. 165093, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132824>

ZHANG, Ya; WANG, Guang-Li; XU, Zhe; et al. ***Amphritea opalescens* sp. nov., isolated from sediment adjacent to Fildes Peninsula, Antarctica.** *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 69, n. 6, p. 1764–1771, 2019. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003359>.

ZHANG, Ya; WANG, Guang-Li; XU, Zhe; et al. ***Marinomonas flavescens* sp. nov. and *Amphritea opalescens* sp. nov., isolated from Antarctic seawater.** *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 69, n. 6, p. 1764–1771, 2019. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003631>.