

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO GÊNERO *ANDREAEA* Hedw.
(ANDREAEACEAE, BRYOPHYTA) NA ANTÁRTICA

CAMILA DE OLIVEIRA CASTRO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Ciências Biológicas da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Ituiutaba - MG

Outubro – 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO GÊNERO *ANDREAEA* Hedw.
(ANDREAEACEAE, BRYOPHYTA) NA ANTÁRTICA

Camila de Oliveira Castro

Lucas Matheus da Rocha

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Ciências Biológicas da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Ituiutaba - MG

Outubro - 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Lucas que não somente me orientou durante toda a graduação, como também foi minha fonte de conhecimentos, aprendizagens e inspiração durante todo o processo, se mostrando além de um professor humanamente admirável, um ótimo mestre e guia.

Agradeço ao Prof. Dr. Paulo, Prof. Dr. Diego e Prof^a Dra. Micheline e todo o grupo de pesquisa do Laboratório de Criptógamas da UnB, pelo acolhimento e pelos momentos de muita alegria e aprendizado compartilhados, os quais tornaram esse trabalho e sonho possível de serem realizados.

Por fim, agradeço a todos os professores, professoras e cientistas que atuaram diretamente e indiretamente no meu processo de formação acadêmico e pessoal, além de familiares e amigos que tornaram todo o caminho até aqui, algo memorável e viável.

ABSTRACT

Andreaeaceae is a family that contains two genera of mosses, among them the genus *Andreaea*, being one of the most distinct acrocarpic families and very characteristic typical mosses from cold regions. The genus shelter three species that occur in Antarctica and are abundant in Maritime Antarctica, *Andreaea depressinervis*, *Andreaea gainii* and *Andreaea regularis*. The present study aimed to morphologically characterize these species, through morphological and morphometric studies of the gametophyte as a resource for species identification, presenting results of length, width, cell and leaf shape, as well as a detailed description of its morphology, as well as a genera taxonomic key for Antarctica.

Key-words: *Andreaea*, Antarctica, taxonomy.

RESUMO

Andreaeaceae é uma família que abriga dois gêneros de musgos, dentre eles o gênero *Andreaea*, sendo uma das famílias acrocárpicas mais distinta e bem característica de musgos típicos de regiões frias. O gênero abriga três espécies ocorrentes na Antártica e abundantes na Antártica Marítima: *Andreaea depressinervis*, *Andreaea gainii* e *Andreaea regularis*. Assim, o presente estudo objetivou caracterizar morfológicamente essas espécies, por meio de estudos morfológicos e morfométricos do gametófito como um recurso para identificação das espécies, apresentando resultados de comprimento, largura, formato células e do filídio, além de uma descrição detalhada de sua morfologia, bem como uma chave de identificação para o gênero na Antártica.

Palavras-chaves: *Andreaea*, Antártica, taxonomia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1 MATERIAL DE ESTUDO.....	8
2.2 OBTENÇÃO DAS IMAGENS.....	8
2.3 ESTUDOS MORFOLÓGICOS.....	9
2.4 NOTAS SOBRE AS MEDIÇÕES.....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
3.1 <i>Andreaea depressinervis</i> Cardot.	10
3.2 <i>Andreaea gainii</i> Cardot.	13
3.3 <i>Andreaea regularis</i> Müll. Hal.	16
4. CHAVE PARA AS ESPÉCIES DO GÊNERO <i>ANDREAEA</i> PARA A ANTÁRTICA.....	19
5. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
LISTA DE FIGURAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

Andreaeaceae é uma família que abriga dois gêneros de musgos, dentre eles o gênero *Andreaea* (Goffinet & Shaw, 2009), sendo uma das famílias acrocárpicas bem característica do grupo mais primitivo de Bryophyta (musgos) e que ocorrem geralmente em regiões frias a temperadas e subpolares (Murray, 1988). São plantas predominantemente autóicas, com seta ausente, cápsula elevada por pseudopódio, se abrindo em 4 a 10 valvas unidas no ápice, saxícolas, habitando rochas ácidas (Cole, Hilger & Goffinet, 2019; Goffinet & Shaw, 2009).

O gênero *Andreaea* foi estabelecido por Hedwig (1801) e é facilmente distinguível por sua coloração escura e por suas espécies serem tradicionalmente diferenciadas pelas características morfológicas do filídio, podendo esses serem costados ou não (Murray, 1987). O mesmo abriga mais de 100 espécies, sendo 50 delas ocorrentes em todo o mundo e três delas ocorrentes na Antártica. Entretanto, a quantidade de espécies ainda não é exata, visto que o número inclui sinônimos, implicando na necessidade de uma revisão do gênero para sua distribuição mundial, (Heegaard, 1997; Ochyra, Smith e Bednarek-Ochyra, 2008) além da importância de estudos mais complexos acerca da filogenia do grupo.

O Continente Antártico é dividido de acordo com suas zonas latitudinais muito distintas quanto ao bioclima, sendo separadas em zonas; Subantártica, Antártica Marítima e Continental (Bockheim, 2015). A Antártica Marítima é considerada uma área semi desértica cuja dominância se dá por espécies criptogâmicas, com extensos tapetes de musgos em áreas abrigadas do gelo, e inclui arquipélagos como as Ilhas Sanduíche do sul, ilhas Orcadas do sul e ilhas *Shetland* do sul, essa última abriga em seu complexo as ilhas Rei George, Elefante e *Ardley*, sendo a ilha Rei George a maior ilha presente no arquipélago e uma das que mais possui atividades humanas na Antártica para fins científicos (Câmara et al., 2017; Ochyra, Smith e Bednarek-Ochyra, 2008).

A Antártica é um dos ambientes mais extremos e isolados do mundo, com uma biodiversidade única abrigando cerca de 132 espécies de briófitas incluindo musgos e hepáticas, além de seus fatores climáticos e físicos que contribuem para a formação morfoclimática da região e também do mundo, com solos ricos em carbono, nitrogênio e fósforo, bem como uma fonte de recursos naturais. Entretanto, apesar de obter essas riquezas, toda e qualquer atividade humana situada na área deve ser somente para fins científicos, visando obter o máximo de informação a respeito das mudanças

climáticas globais e biodiversidade local (Ochyra, Smith e Bednarek-Ochyra, 2008; Ferrari, 2018; Câmara & Melo, 2018).

Assim, devido a importância do Continente Antártico, bem como a importância de sua biodiversidade e lacunas científicas a respeito do gênero *Andreaea*, o presente estudo objetivou caracterizar morfológicamente espécies do gênero, por meios quantitativos utilizando a morfometria dos filídios e qualitativos através de uma descrição detalhada de cada uma das espécies, visando contribuir para o preenchimento de lacunas taxonômicas do gênero.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL DE ESTUDO

Foram examinadas um total de 155 exsicatas do gênero *Andreaea* depositadas no herbário da Universidade de Brasília (UB) oriundas do continente Antártico (Figura 1). Para a identificação, utilizou-se microscópio e estereomicroscópio, bem como uma chave de identificação baseada em Ochyra, Smith e Bednarek-Ochyra (2008), a fim de reconhecer caracteres morfológicos importantes do grupo. Posteriormente, foram selecionados para as análises morfológicas, duas exsicatas da espécie *A. gainii* e três exsicatas das espécies *A. depressinervis* e três da espécie *A. regularis*, com exemplares coletados em expedições antárticas entre os anos de 2015 e 2017, das Ilhas Elefante, Rei George e ilha Ardley, ilustradas na Figura 1, todas situadas no arquipélago das ilhas *Shetland* do Sul (Figura 2).

2.2 OBTENÇÃO DAS IMAGENS

Dos exemplares selecionados, foram separados ramos dos gametófitos e deles retirados, com auxílio de pinça, filídios de diversas regiões do caulídio para confecção em triplicata de lâminas microscópicas semipermanentes fixadas em solução *Hoyer* (Anderson, 1954) para cada uma das exsicatas escolhidas. Os filídios inteiros foram então fotografados, de forma a capturar seu formato e suas características, com as respectivas escalas em microscópio óptico LEICA com câmera acoplada disponível no Laboratório de Criptógamas do Departamento de Botânica da UnB.

2.3 ESTUDO MORFOLÓGICO

Todas as medidas para as análises morfológicas foram obtidas a partir das imagens digitais de 35 filídios, sendo 13 da espécie *A. depressinervis*, 10 da espécie *A. gainii* e 12 da espécie *A. regularis*, considerando apenas as imagens que dispunham dos filídios inteiros para cada uma das espécies selecionadas. Para isso, foram delimitadas para cada filídio as regiões: alar (região próxima a inserção do filídio), região inferior (região da base até o meio do filídio), região superior (meio do filídio até o início da região apical) e região apical (ápice do filídio). Para cada região, as células marginais, laminares, justacostais e costais foram medidas em largura e comprimento utilizando o software livre ImageJ.

Além disso, foram mensurados o comprimento total do filídio e largura das regiões alar, basal e apical. Os valores obtidos nas medições foram organizados em tabela no Microsoft Excel® e submetidos aos cálculos de média aritmética, desvio padrão e erro padrão, a fim de se obter um valor que melhor representasse a variação de comprimento, largura e características morfológicas das células, além de oferecer suporte para as medidas obtidas e tamanho amostral utilizado.

Para complementar a elaboração do estudo morfológico, as espécies foram analisadas detalhadamente levando em consideração suas características taxonômicas microscópicas e macroscópicas, além de uma análise comparativa de descrições e considerações morfológicas registradas na bibliografia encontrada. Para a descrição das estruturas, utilizou-se como base o *Glossarium Polyglottum Bryologiae* (Luizi-Ponzo *et al.*, 2006) e o *Glossaire illustre* (Chavoutier, 2016). Uma chave de identificação artificial com as características que melhor delimitam cada uma das espécies do gênero ocorrentes na Antártica foi elaborada com base neste estudo morfológico.

2.4 NOTAS SOBRE AS MEDIÇÕES

O comprimento do filídio foi mensurado considerando somente as imagens de filídios inteiros, isto é, desde a região de inserção no caulídio até o final do ápice. O comprimento das células foi mensurado utilizando seu maior eixo, e a largura considerando o menor eixo, incluindo o lúmen até a parede celular. Quanto à quantidade de células para obtenção da média das medidas, foram selecionadas três células aleatoriamente em cada região quando as mesmas se dispunham em três fileiras e quatro células quando as mesmas se dispunham em mais de três fileiras, a

fim de se obter uma amostragem mais fiel à variações de formato e tamanho das células de cada região.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 *Andreaea depressinervis* Cardot.

Descrição

Gametófitos de coloração que varia de um castanho-amarelado a castanho-escuro, quase marrom. Filídios costados, lanceolados a ovalados, 1,17 mm de comprimento, meio mais largo que a base, atingindo 0,49 mm de largura, ápice predominantemente longo e acuminado, margem inteira com células geralmente oblatas a arredondadas, frequentemente com paredes espessas nos ângulos, com 5,5-7 μ m de largura celular; costa simples e as vezes mal delimitada, mais escura que a lâmina, iniciando-se na base do filídio e indo até o ápice de forma a misturar-se com as células laminares, ocupando 1/3 ou mais da largura da base, com células retangulares e alongadas, medindo 25 μ m de comprimento e 5,2 μ m de largura, presença de depressões ou poros longitudinais; células justacostais retangulares, com 12-22 μ m de comprimento e 4,8-5,2 μ m de largura. Células laminares retangulares a arredondadas, com 9-18 μ m de comprimento e 5-6,1 μ m de largura, de ângulos fortemente espessos, células colenquimatosas e levemente papilosas, podendo essas serem mais nítidas de acordo com o lado do filídio (dorsal ou ventral).

Discussão

A espécie foi descrita por Cardot (1900), que a caracterizou pela presença única de sua costa deprimida, iniciando-se na base e desaparecendo no ápice, o que torna a mesma muito distinta das outras espécies do gênero ocorrentes na Antártica, já que é a única inclusa no gênero que possui costa. Sua ocorrência é ampla na Antártica marítima, sendo encontrada frequentemente e em maior número nas regiões das ilhas Orcádas do Sul e *Shetlands* do Sul e também na costa oeste e leste da Antártica, na baía de *Hope Bay*, *Joinville* e *Paulet*, restringindo-se a lugares com elevações ao nível do mar e sendo menos abundantes em altas altitudes, habitando locais úmidos e secos, em solos rochosos mais ácidos e pedregosos ou em rochas, às vezes em associações em turfas com outras espécies (Ochyra, Smith & Bednarek-Ochyra, 2008).

Recentemente, foi relatada sua ocorrência na Península de Barton (Yoon, 2021). Não há relato de presença de esporófito na literatura e as exsiccatas aqui selecionadas estavam sem o esporófito. (Ochyra, Smith & Bednarek-Ochyra, 2008). Segundo Ochyra, Smith & Bednarek-Ochyra (2008) os filídios são compridos, ovalados, lanceolados a elípticos, de ápice curto ou longo, podendo ser agudo, obtuso ou acuminado, a margem é plana e inteira, sua costa é simples e biestratificada composta por células longas de 25-50 μ m de comprimento e 6-10 μ m de largura, as células da lâmina são organizadas em apenas uma camada (uniestratificada). As células da margem da região basal são arredondadas, elípticas, oblatas a quadradas de largura 6- 8 μ m, dispostas entre 4 a 7 fileiras e a região inferior possui células justacostais retangulares com comprimento de 20-30 μ m e largura de 8-10 μ m. Na região superior, as células são arredondadas a elípticas, apresentando comprimento de 8-25 μ m e largura de 5-15 μ m. Para Schultze-motel (1970), os filídios possuem aproximadamente 1 mm de comprimento e 0,3 mm de largura, de base oval ou obovada e as células da lâmina podem ser alongadas, isodiamétricas ou redondas, corroborando com os dados obtidos nas análises.

As análises morfológicas demonstraram que o comprimento do filídio corresponde ao descrito na literatura, conforme mostra a Tabela 1. Quanto à largura do filídio, nota-se que o meio é um pouco mais largo do que a base, sendo a largura do meio 0,49 mm e a largura da região base 0,45 mm. A região apical apresenta-se menos larga que as demais com o início do ápice ocupando a largura de 0,18mm, o que reforça seu formato lanceolado a ovalado. Em relação à costa, as células são retangulares no início da base e na região inferior, e mais alongadas e conforme se aproximam do ápice, podem apresentar-se mais curtas ou arredondadas, porém sempre mais compridas do que largas Tabela 2.

As análises da região alar demonstraram que a margem dessa região apresenta-se em sua maioria inteira, visto que houve raras exceções de filídios em que a mesma demonstrou possuir alguns dentes nesta região se estendendo um pouco acima. As suas células organizam-se em 3-5 fileiras, rômbricas a oblatas de paredes espessas, ou quadradas a retangulares nas fileiras mais internas conforme se aproximam da lâmina. Já as células da lâmina apresentam-se com formato variando de quadradas a retangulares, mais compridas que largas e as células justacostais possuem formato retangular, sendo bastante compridas e frequentemente mais papilosas nesta região em comparação com as demais regiões,

possuindo essas protuberâncias no meio do lúmen celular ou no ápice (proradas), como pode-se observar na Figura 3.

Na região inferior, a margem é inteira, com células que se dispõem em 3 ou 4 fileiras de células rômbricas ou arredondadas, já as células laminares apresentarem-se isodiamétricas a retangulares, lisas ou papilosas e as células justacostais de formato retangular ou levemente romboidais, sendo ligeiramente menores em comprimento que na região alar.

Quanto às análises da região superior, a margem demonstrou-se também inteira, com células mais espessas dispostas entre 2 ou 3 fileiras de células rômbricas ou arredondadas, já as células laminares são rômbricas mais próximo à região inferior e conforme se aproxima do ápice tornam-se mais arredondadas, podem ser lisas ou conter papilas, porém em sua maioria sempre muito colenquimatosas como pode-se observar na Figura 3. As células justacostais nesta região são mais curtas que nas outras regiões, possuindo formato retangular a oblongo. Em relação a região apical, a mesma possui células mais arredondadas, principalmente mais próximo à margem. Os valores médios das medidas obtidas em cada região do filídio estão descritos na Tabela 2.

Essa espécie se caracteriza pela presença de sua costa mais escura que a lâmina, com poros longitudinais, além de células com paredes espessas que a destacam das demais espécies de musgos antárticos, o formato do filídio quase não varia, porém há uma variação considerável quanto ao padrão do formato de suas células cuja as análises morfológicas demonstraram ser similares ao descrito na literatura para esta espécie.

Tabela 1-valores médios e erros das medições do comprimento e largura das regiões do filídio

ESPÉCIE	COMPRIMENTO DO FILÍDIO (mm)	LARGURA DA BASE (mm)	LARGURA DO MEIO (mm)	LARGURA DO INÍCIO DO ÁPICE (mm)
<i>Andreaea depressinervis</i>	1,17 ± 0,16	0,45 ± 0,07	0,49 ± 0,06	0,18 ± 0,05

Tabela 2- valores médios e erros das medições das células de cada região do filídio

REGIÃO	COMPRIMENTO (µm)	LARGURA (µm)
REGIÃO ALAR		
Células da margem	-	7,0 ± 1,0
Células da lâmina	18,0 ± 6,0	6,1 ± 0,9

Células justacostais	22,0 ± 5,0	5,2 ± 0,9
REGIÃO INFERIOR		
Células da margem	-	7,0 ± 2,0
Células da lâmina	14,0 ± 4,0	6,1 ± 0,9
Células justacostais	17,0 ± 5,0	5,2 ± 0,9
REGIÃO SUPERIOR		
Células da margem	-	6,6 ± 0,8
Células da lâmina	9,0 ± 3,0	5,0 ± 1,0
Células justacostais	12,0 ± 2,0	4,8 ± 0,8
REGIÃO APICAL		
Células da margem	-	5,5 ± 0,5
COSTA		
Células costais	25,0 ± 3,0	5,2 ± 0,4

3.2 *Andreaea gainii* Cardot.

Descrição

Gametófitos quebradiços e rígidos, de coloração escura a marrom-avermelhada. Filídios polimórficos, adotando um formato panduriforme, ovado a espatulado ou lanceolado, com comprimento de 1,2 mm, base ocupando a maior parte do filídio, com 0,50 mm de largura assim como o meio do filídio; ápice agudo ou acuminado; margem denteada ou denticulada mais distante da base se estendendo até o meio do filídio com quantidade de dentes variada, revoluta ou plana e com células quadradas a retangulares, rômbricas ou arredondadas mais ao ápice, com largura de 5-7µm ; células da lâmina retangulares mais próximo à base e oblongas a arredondadas próximas ao ápice, com comprimento de 16-20µm e largura de 6µm, geralmente colenquimatosas. Esporófito enegrecide e cápsula que se abre em valvas.

Discussão

Os indivíduos dessa espécie habitam rochas e pedregulhos secos ou úmidos, com exposição luminosa ou não, assim como outras espécies do gênero. Sua ocorrência na Antártica é registrada para as ilhas vulcânicas de Sanduíche do Sul e demais ilhas presentes na Península Antártica, frequentemente em forma de tufo juntamente com outras espécies de musgos, inclusive em associações com *A. regularis* e espécies de líquens, podendo atingir grandes áreas de ocupação. Entretanto, não é considerada uma espécie endêmica da Antártica, já que a mesma foi incluída na flora da Austrália, ocorrendo em apenas dois locais na região, sendo

raramente encontrada, porém quase sempre ocorrendo em concomitância com *A. subulata*. (Ochyra, Smith & Bednarek-Ochyra, 2008; Mccarthy et al., 2006).

A espécie foi descrita por Cardot (1911) como um espécime ocorrente na península antártica, sendo descrita como uma planta comprida e de filídios maiores e mais largos de ápice pontudo, se referindo a espécie como similar a *A. verruculosa*. No entanto, segundo Ochyra, Smith & Bednarek-Ochyra (2008), as espécies seriam muito distintas entre si, já que a *A. verruculosa* seria menos acuminada e maior que *A. gainii*.

A. gainii é caracterizada por ser rígida, quebradiça e por ter aspecto grosseiro, de coloração escura, castanho-avermelhada, amarronzadas ou até mesmo verde oliva, sendo ou não pouco brilhante, com bastante ramificações em seus gametófitos, que são eretos e ascendentes. Os filídios são panduriformes, obovados a oblongos ou espatulados, côncavos e salientes, ecostados, de margem denteada a crenada a uma certa distância da base, não se estendendo até a região superior, com ápice ocupando uma menor porção menor do filídio. As células da margem são organizadas em diversas fileiras de células oblíquas de paredes finas, na base elas se apresentam de formato quadrado a retangular ou romboidal, já as células laminares da região superior são retangulares ou alongadas, atingindo 6-10 μ m de largura e 15-35 μ m de comprimento, com paredes longitudinais incrassadas. Na região apical, as mesmas são arredondas a elípticas com 5-7 μ m e 6-15 μ m de comprimento, de paredes grossas e colenquimatosas, lisas ou papilosas. O esporófito possui capsula erguida, de coloração marrom escura com 4 válvulas (Ochyra, Smith & Bednarek-Ochyra, 2008)

Mccarthy et al., (2006) descreve *A. gainii* como uma espécie de ramos compridos com 7-15 mm de comprimento, esporos variando de 22-50 μ m de diâmetro a depender de sua turgidez, filídios panduriformes com a região mediana do filídio podendo ser mais larga ou possuindo a mesma largura da base, o que reforça os dados aqui apresentados, possuindo 25-0,40 mm de largura, de margem lisa até a região alar onde a mesma apresenta-se de forma crenada ou denteada, sendo as células laminares bastante heterogêneas e até sutilmente papilosas mais ao ápice e as células mais próximas à margem apresentando-se de formato retangular, corroborando com os resultados das análises aqui realizadas.

Segundo Medina (2014), os gametófitos da espécie possuem entre 1,38 cm a 2,29 cm, já os filídios possuem comprimento que varia de 0,62-1,62 mm e largura de 0,55-3,74 mm, sendo os indivíduos de menor comprimento relativo ao gametófito possuidor de filídios maiores, característica de compensação fótica à exposição solar.

A espécie possui uma plasticidade fenotípica significativa, fato atribuído a uma resposta evolutiva ao estresse ambiental que a mesma enfrenta contra as partículas de resquícios arenosos, salinidade e de nevoas. Outra resposta evolutiva ao ambiente seria o hábito de crescer em tufo ou crescimento em almofada em decorrência ao tipo de solo ou substrato em que a planta se adere (Medina, 2014).

Quanto às análises morfológicas, os resultados demonstraram que tanto o comprimento quanto a largura do filídio, assim como as variedades de seu formato (Figura 4), correspondem ao esperado encontrado na literatura para a espécie, sendo essa a de maior comprimento em relação as demais do gênero na Antártica, a Tabela 3, ilustra os valores obtidos com seus respectivos erros para o comprimento e largura das regiões do filídio. Em relação às análises celulares, os valores médios obtidos assim como seus respectivos erros, encontram-se na Tabela 4.

A região alar apresentou margem inteira, podendo apresentar-se plana ou revoluta, com células quadradas a retangulares, com 3 a 5 fileiras de células com largura de $5\mu\text{m}$, já as células laminares apresentaram-se retangulares ou quadradas, podendo ser bastante colenquimatosas, com largura de $6\mu\text{m}$ e comprimento de $20\mu\text{m}$, sendo mais alongadas. A região inferior apresentou margem denteada a denticulada como demonstra a Figura 4, com 3 a 6 fileiras de células quadradas a retangulares ou oblatas conforme se aproxima da região superior, ainda com largura de $6\mu\text{m}$ e as células laminares caracterizam-se por serem pouco ou bastante colenquimatosas (Figura 4), retangulares a quadradas mais ao centro e rômbricas ou arredondadas próximas à margem, com largura de $6\mu\text{m}$ e comprimento de $19\mu\text{m}$.

A região superior apresentou margem inteira mais próximo ao ápice e denticulada conforme se aproxima da região inferior, com 3 a 6 fileiras de células quadradas a retangulares ou oblatas mais próximas a região apical, sendo mais largas com largura de $7\mu\text{m}$, as células laminares apresentaram possuir formato rômbrico e curto-retangular mais ao centro e conforme se aproxima do ápice, as mesmas tornam-se mais uniformes sendo rômbricas a arredondadas, com largura de $6\mu\text{m}$ e comprimento de $16\mu\text{m}$. Já a região apical apresentou células arredondadas a oblongas, com as células da margem apresentando largura de $5\mu\text{m}$. A espécie também se caracteriza pela heterogeneidade de suas células, tanto marginais quanto laminares.

Tabela 3- valores médios e erros das medições de comprimento e largura das regiões do filídio

ESPÉCIE	COMPRIMENTO DO FILÍDIO (mm)	LARGURA DA BASE (mm)	LARGURA DO MEIO (mm)	LARGURA DO INÍCIO DO ÁPICE (mm)
<i>A. gainii</i>	1,20 ± 0,30	0,50 ± 0,20	0,50 ± 0,20	0,09 ± 0,03

Tabela 4- valores médios e erros das medições das células de cada região do filídio

REGIÃO	COMPRIMENTO (µm)	LARGURA (µm)
REGIÃO ALAR		
Células da margem	-	5,0 ± 2,0
Células da lâmina	20,0 ± 8,0	6,0 ± 2,0
REGIÃO INFERIOR		
Células da margem	-	6,0 ± 4,0
Células da lâmina	19,0 ± 8,0	6,0 ± 2,0
REGIÃO SUPERIOR		
Células da margem	-	7,0 ± 2,0
Células da lâmina	16,0 ± 3,0	6,0 ± 2,0
REGIÃO APICAL		
Células da margem	-	5,0 ± 0,6

3.3 *Andreaea regularis* Müll. Hal.

Descrição

Gametófitos de aparência delicada, frágil e delgada possuindo coloração castanho-avermelhado, castanho-amarelado a marrom. Filídios ecostados exclusivamente lanceolados e frequente mais longos que largos, com 0,8 mm de comprimento e 0,30 mm de largura, sendo a região alar a mais larga; ápice cuminado ou agudo e ocupando a maior parte do filídio; margem frequentemente inflexa principalmente no ápice, com células retangulares curtas a quadradas na base, arredondadas a oblongas na região mediana se estendendo até o ápice, com largura entre 4- 6µm. As células da lâmina possuem largura de 4,8-5,7µm e comprimento de 11-17µm, podendo ser rômbricas, retangulares ou oblongas, apresentando espessamento de parede maior ou menor.

Discussão

A descrição original da espécie foi publicada por Müller (1890) em uma expedição polar, na qual a mesma é descrita como uma planta de ramos menores, frágeis e escuros, ápice atenuado, com base ampla, filídio inflexo, regular e amarelo avermelhado.

Segundo Ochyra, Smith e Bednarek-Ochyra (2008), são plantas delgadas, opacas ou menos brilhantes, marrom avermelhada, ferrugíneas que formam coxins compactos ou tufo pequenos, com caulídios frequentemente medindo 0,5- 2,5 cm, mas podendo alcançar até 5 cm de altura de forma ereta a ascendente, com filídios ecostados de formato ovado a ovado-lanceolado, de estatura e tamanho variável, possuindo em média 1,1 mm de comprimento e 0,2-0,5 mm de largura, sendo imbricados, de ápice longo quando seco, margens planas ou inflexas e predominantemente lisa ou pouco crenulada a sinuosa, com células retangulares, quadradas a romboidais. As células da lâmina são uniestratificadas, lisas ou papilosas, sendo as células superiores quadradas a pouco arredondadas, ovais, retangulares a hexagonais mais acima, com 5-14 μ m de largura, 6-25 μ m de comprimento com engrossamento moderado ou forte e paredes porosas, frequentemente colenquimatosas. Já as células inferiores são caracterizadas pelo autor como retangulares mais curtas ou alongadas com 20- 40 μ m de comprimento 5-10 μ m de largura, de paredes espessas e porosa nas paredes longitudinais. Quanto ao habitat, a mesma possui uma alta tolerância a variações ecológicas, ocorrendo frequentemente em toda Península Antártica.

As análises morfológicas da espécie contendo comprimento, largura das regiões analisadas e erros calculados, estão representadas na Tabela 5, e os valores demonstram que essa espécie em relação às outras do gênero para a Antártica, é menor em comprimento e largura, sua morfologia pode ser observada na Figura 5 e os valores médios das análises obtidos com seus respectivos erros, estão organizados na Tabela 6.

Em relação a região alar dos filídios analisados, a margem pode apresentar-se frequentemente inflexa e com raras serrações persistentes até a região inferior, com largura de 4 μ m. As células são retangulares a quadradas dispostas em 3-4 fileira de células, já as células laminares se caracterizam por serem retangulares, quadradas ou rômbricas, apresentando largura de 5 μ m e comprimento de 17 μ m. Na região inferior, os filídios analisados apresentaram margem inteira e levemente inflexa, com células quadradas ou rômbricas, sendo esse último tipo mais frequente e mais espessas e mais largas aquelas da região alar, com 6 μ m de largura, já as células laminares se caracterizaram por serem quadradas, rômbricas a levemente hexagonais e bastante espessas na parede, ligeiramente mais largas que a região alar, com 5,7 μ m de largura e 13 μ m de comprimento e portanto, mais curtas que aquelas registradas para a região alar.

A região superior apresentou margem levemente ou fortemente inflexa se estendendo até o ápice, as vezes plana, com células de mesma largura que a região inferior, quadradas a rômbricas ou oblatas e com paredes mais espessas, assim como as células laminares, sendo estas rômbricas a romboidais ou mais arredondadas, com 4,8 μm de largura e 11 μm de comprimento, já a margem na região apical, demonstrou-se mais frequentemente inflexa, com células mais arredondadas de 5 μm de largura, e a lâmina com células oblongas.

Quanto a caracterização morfológica da espécie, a mesma é bem característica e de fácil identificação por apresentar filídios frequentemente lanceolados, de margem lisa ou inflexa principalmente próximo ao ápice, sendo esse mais alongado e ocupando grande parte do filídio, com tamanho do filídio menor e coloração mais amarelada que as demais espécies do gênero.

Tabela 5- valores médios e erros das medições do comprimento e largura das regiões do filídio

ESPÉCIE	COMPRIMENTO DO FILÍDIO (mm)	LARGURA DA BASE (mm)	LARGURA DO MEIO (mm)	LARGURA DO INÍCIO DO ÁPICE (mm)
<i>A.regularis</i>	0,80 \pm 0,30	0,30 \pm 0,08	0,24 \pm 0,08	0,07 \pm 0,01

Tabela 6- valores médios e erros das medições das células de cada região do filídio

REGIÃO	COMPRIMENTO (μm)	LARGURA (μm)
REGIÃO ALAR		
Células da margem	-	4,0 \pm 1,0
Células da lâmina	17,0 \pm 4,0	5,0 \pm 1,0
REGIÃO INFERIOR		
Células da margem	-	6,0 \pm 1,0
Células da lâmina	13,0 \pm 3,0	5,7 \pm 0,9
REGIÃO SUPERIOR		
Células da margem	-	6,0 \pm 1,0
Células da lâmina	11,0 \pm 3,0	4,8 \pm 0,7
REGIÃO APICAL		
Células da margem	-	5,0 \pm 1,0

4- CHAVE PARA AS ESPÉCIES DO GÊNERO *ANDREAEA* PARA A ANTÁRTICA

1. Filídios costados.....**A. depressinervis**

1. Filídios ecostados.....**2**

2. Filídios panduriformes a ovalados, rígidos com 1,2 mm de comprimento, base e meio com largura de 0,50 mm; margem revoluta ou plana, denteada ou denticulada a uma certa distância da região alar, podendo se estender até o meio; células marginais e laminares mais heterogêneas.....**A. gainii**

2. Filídios exclusivamente lanceolados, mais longos que largos com comprimento de 0,8 mm e largura de 0,3 mm; margem lisa e inflexa próximo ao ápice com células retangulares curtas, quadradas ou rômbricas a arredondadas; células laminares espessas.....**A. regularis**

5- CONCLUSÃO

A Antártica abriga uma grande diversidade de espécies criptogâmicas das quais as briófitas fazem parte, especialmente os musgos. Dentre as inúmeras famílias de musgos que formam turfas ou extensos tapetes no continente antártico, destaca-se a família Andreaeaceae com apenas um único gênero existente, cujo abriga três espécies ocorrentes no local.

Os estudos morfológicos aqui abordados, apresentam resultados de comprimento, largura, formato do filídio e de células, satisfatórios para caracterizar cada uma das espécies do gênero *Andreaea*, utilizando essas características macroscópicas e microscópicas do gametófito como um recurso para identificação das espécies *A. depressinervis*, *A. gainii* e *A. regularis*, contribuindo para o preenchimento de lacunas taxonômicas, colaborando assim para o conhecimento da biodiversidade briológica.

Em suma, a *A. depressinervis* se diferencia das outras duas espécies por sua presença da costa simples e escura com células alongadas, presença de depressões ou poros longitudinais, além das células justacostais serem papilosas, já a *A. gainii*, é caracterizada por apresentar filídios panduriformes, lanceolados ou ovalados, bem como filídios mais rígidos e células mais heterogêneas, *A. regularis* se destaca por possuir filídios exclusivamente lanceolados e mais delgados.

Entretanto, mais estudos utilizando a taxonomia integrativa, ou seja, a taxonomia tradicional paralela a outros recursos como a filogenética e biogeografia, devem ser realizados para complementar a taxonomia e distribuição geográfica desse grupo, em especial as espécies aqui citadas, bem como uma revisão taxonômica do gênero.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, L. E. 1954. Hoyer's solution as a rapid permanent mounting medium for bryologists. *The Bryologist* 57: 242–244.
- BOCKHEIM, J. G., 2015. Soil-forming factors in Antarctica. In *The soils of Antarctica*. Springer, Cham 5-20.
- CÂMARA, P.E.A.S.& DE MELO, R.B.,2018. Brasil na antártica, os próximos 30 anos. *Revista da Escola Superior de Guerra* 68: 64-81.
- CÂMARA, P.E.A.S.; SILVA, B. G. C., CARVALHO-SILVA, M. & HENRIQUES, D. K. 2017.The moss flora of Ostrov Geologov (Geologists Island), Maxwell Bay, King George Island, Antarctica. *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica* 52: 251-255. Disponível em <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v52.n2.17439>. Acesso em 10 out. 2021.
- CARDOT, J. 1911. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* 153 : 602. Disponível em <https://www.biodiversitylibrary.org/page/7184140#page/610/mode/1up>. Acesso em 25 set. 2021.
- CARDOT, J. 1900. *Revue Bryologique*. Disponível em <http://www.botanicus.org/page/668977#>. Acesso em 25 set.2021
- CHAVOUTIER, L., 2016. Bryophytes sl.: Mousses, hépatiques et anthocérotés/Mosses, liverworts and hornworts. *Glossaire illustré/Illustrated glossary*. Inédit.
- COLE, T.C.; HILGER, H.H; GOFFINET, B. W.R., 2019. Bryophyte phylogeny pôster (BPP). *PeerJ PrePrints*. Disponível em <https://peerj.com/preprints/27571v2/>. Acesso em 10 out. 2021.
- FERRARI, F.R. 2018. Relações solo-vegetação e implicações ambientais em topossequências na Ilha Rei George, Antártica Marítima. Disponível em <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/21895>. Acesso em 10 out. 2021.
- GOFFINET, B. W.R. & Shaw, A.J. 2009. Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. *Bryophyte biology* 2: 55-138.
- GOOGLE EARTH, 2021. Disponível em <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em 10 out. 2021.

- HEEGAARD, E. 1997. Ecology of *Andreaea* in western Norway. *Journal of Bryology*. 19: 527-636.
- LUIZI-PONZO, A.P. 2006. *Glossarium polyglottum bryologiae: versão brasileira do Glossário briológico*. Juíz de Fora, Editora UFJF.
- MCCARTHY, P. M.; FOREMAN, D. G. C.; ORCHARD, T., G., S.; KUCHLMAYR, B. & WILSON, A. 2006. *Flora of Australia*. 51.
- MEDINA, R.G. 2014. Diversidade Morfológica e Genética em Diferentes Espécies de Musgos da Ilha Nelson (Antártica). São Gabriel, RS. Disponível em <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/handle/rii/212>. Acesso em 25 set. 2021.
- MÜLLER, J.K. 1890. Die Internationale Polarforschung. Die Deutschen Expeditionen. Disponível em <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015077820861&view=1up&seq=728&q1=Andreaea%20regularis>. Acesso em 25 set. 2021.
- MURRAY, B.M. 1988. The genus *Andreaea* in Britain and Ireland. *J. Bryol.* 15: 17-82.
- MURRAY, B. M. 1987. *Andreaea schofieldiana* and *A. megistospora* species novae and taxonomic criteria for sect. *Nerviae* (Andreaeopsida). *Bryologist* 90: 15-26.
- OCHYRA, R.; SMITH, L. R. I. & BERDNAREK-OCHYRA, H. 2008. *The Illustrated Moss Flora of Antarctica*. New York, Cambridge University Press.
- SCHULTZE-MOTEL, W. 1970. Monographie der Laubmoosgattung *Andreaea*. I. Die costaten Arten (A Monograph of the Moss Genus *Andreaea*. I. The Costate Species). *Willdenowia*, 25-110.
- YANOO, Y. J. 2021. The Mosses of Barton Peninsula, King George Island: New Records and an Updated Checklist. *Proceedings of the National Institute of Ecology of the Republic of Korea* 15-20.

LISTA DE FIGURAS

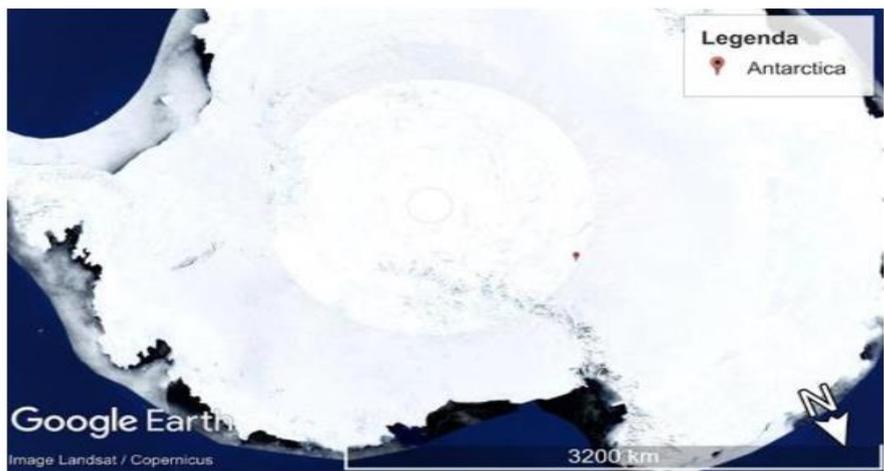
Figura 1- Mapas ilustrando o Continente Antártico, Ilha *Ardley* , Ilha Elefante e Ilha Rei George (Fonte: Google Earth, 2021).

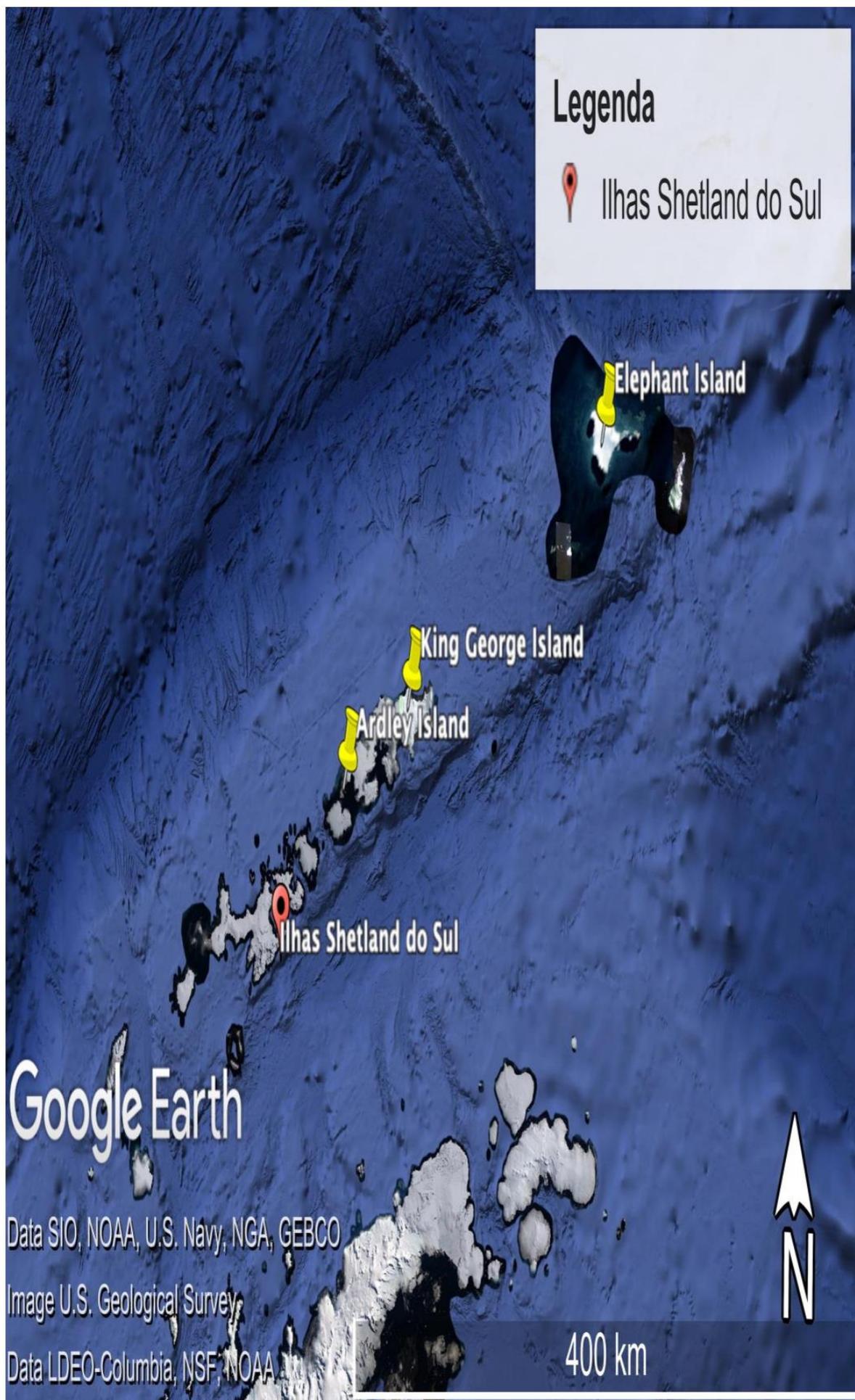
Figura 2-Mapa ilustrando o Arquipélago das ilhas *Shetland* do Sul (Fonte: Google Earth, 2021).

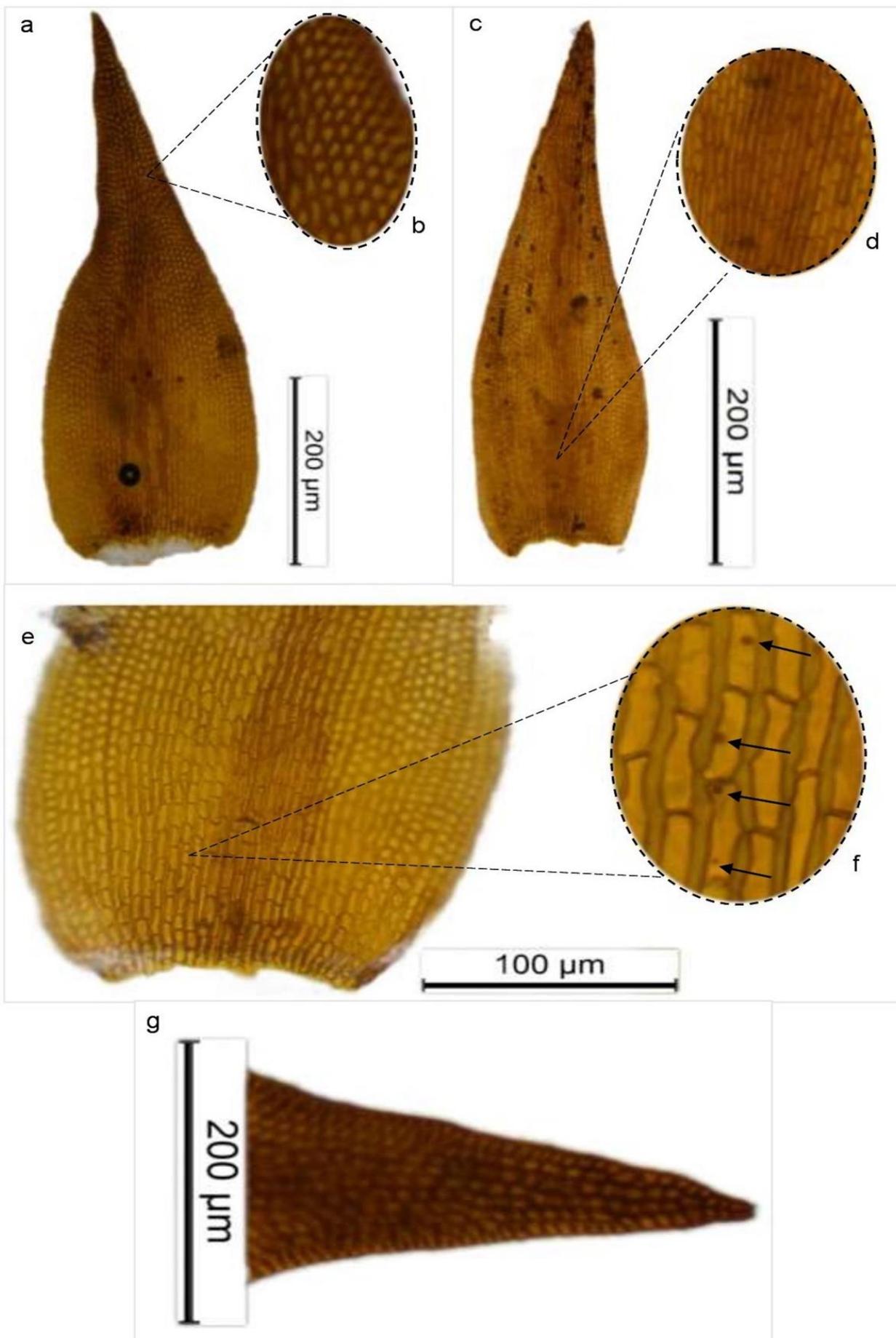
Figura 3- Prancha demonstrando a morfologia do filídio de *Andreaea depressinervis*. **a-**filídio inteiro **b-** células da costa **c-** filídio inteiro **d-** células colenquimatosas da lâmina **e-** células do ápice **f-** região alar e inferior do filídio **g-**papilas indicadas por setas

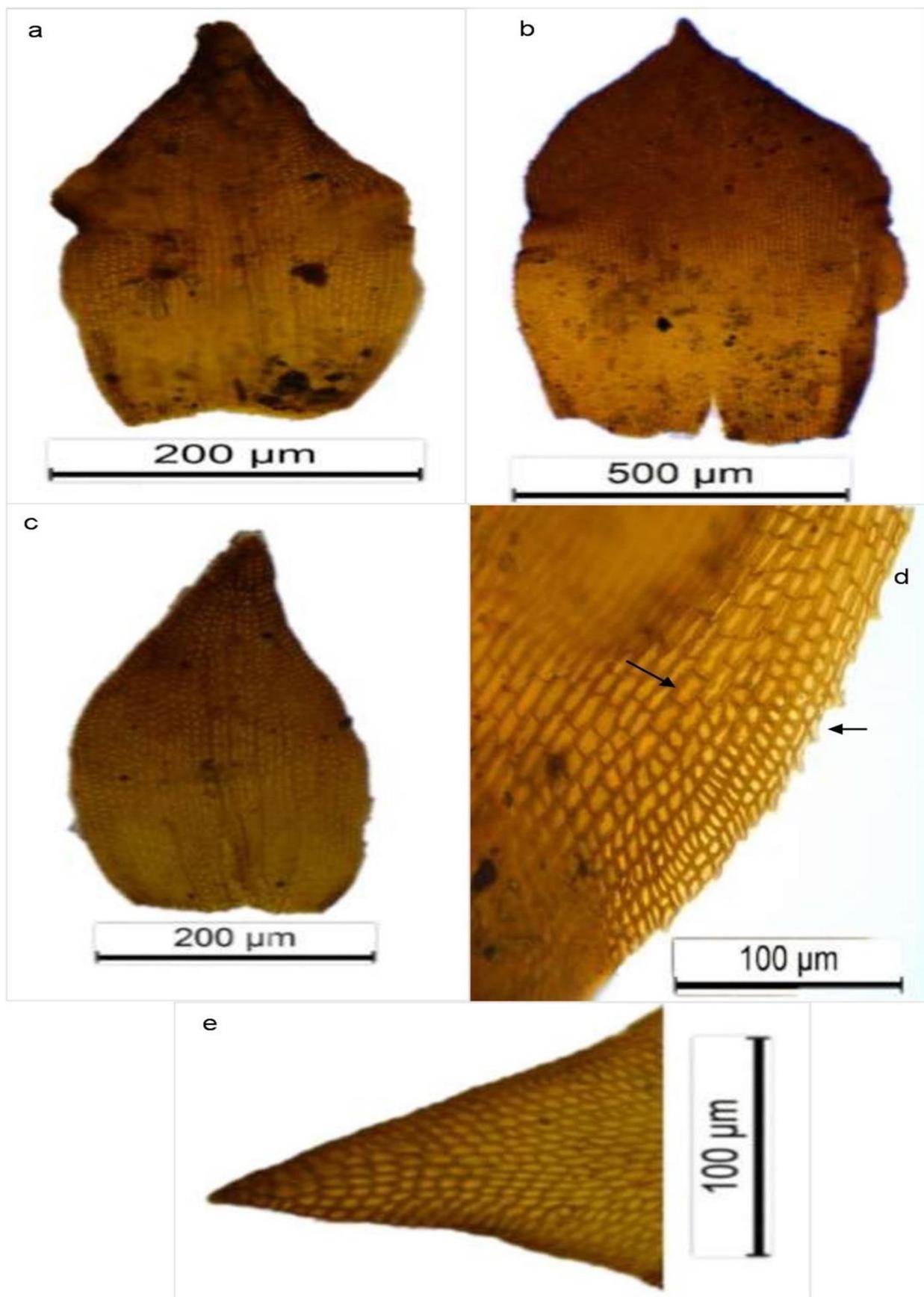
Figura 4- Prancha ilustrando a morfologia da espécie *Andreaea gainii* **a-** filídio panduriforme inteiro **b-** filídio ovalado inteiro **c-** filídio lanceolado **d-** margem denteada e células colenquimatosas da lâmina indicadas por setas **e-** ápice e células apicais

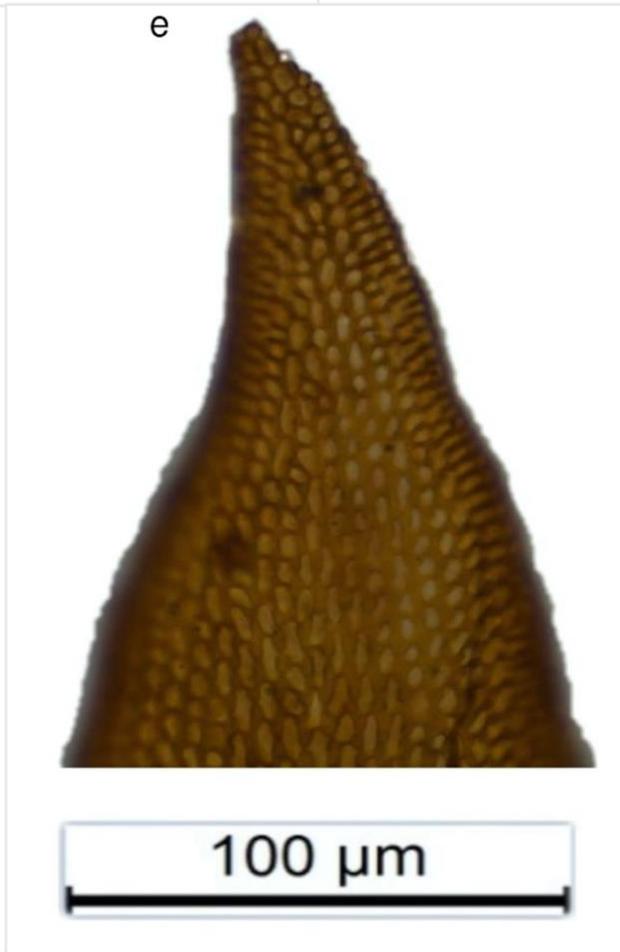
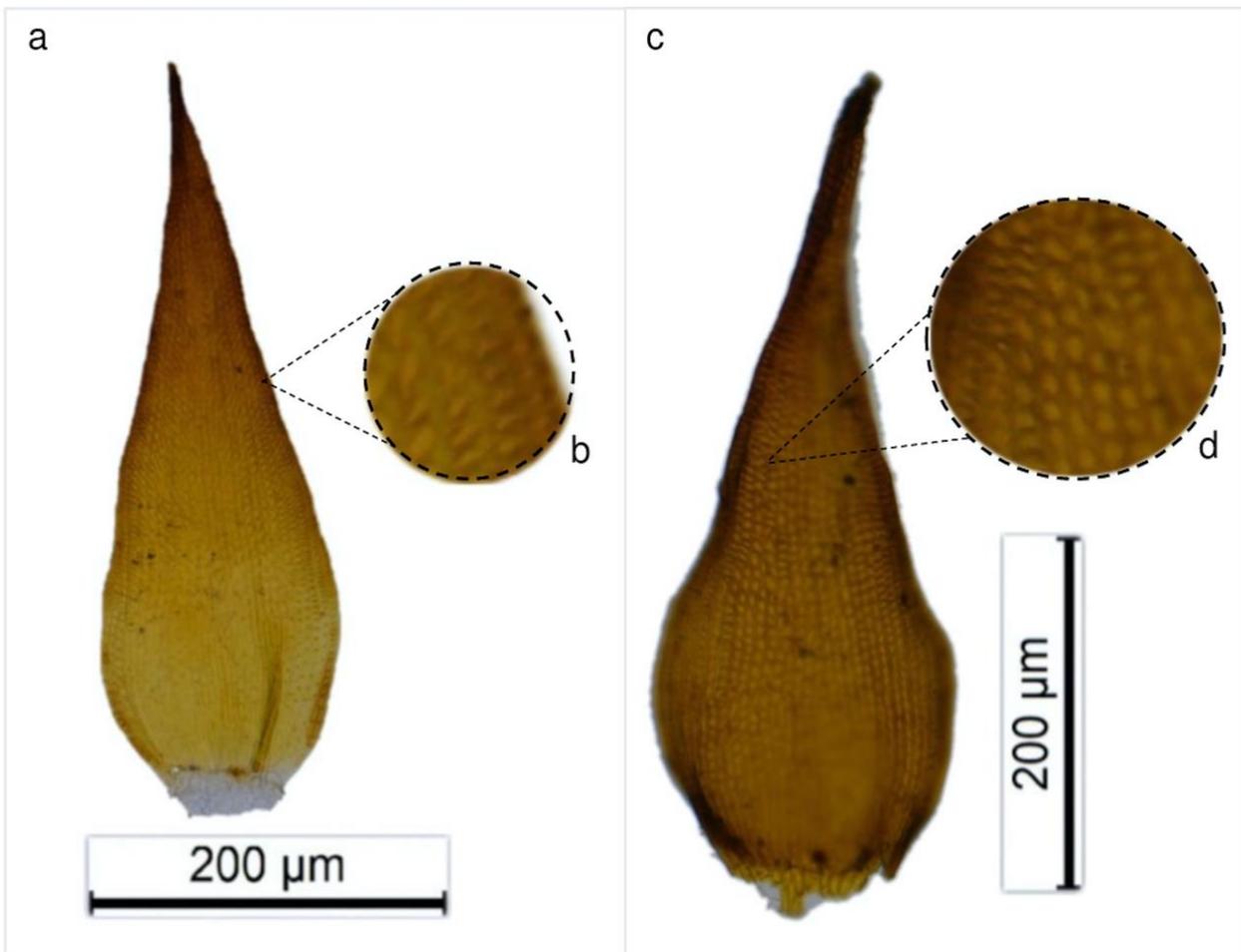
Figura 5- Prancha ilustrando a morfologia da espécie *Andreaea regularis* **a-** filídio lanceolado inteiro **b-** células rômbricas da margem **c-** filídio lanceolado inteiro **d-** células colenquimatosas da lâmina **e-** região superior e apical do filídio











ANEXO

Tabela listando as plantas selecionadas para as análises morfológicas depositadas no herbário da Universidade de Brasília (UB).

<i>Andreaea depressinervis</i>			
Voucher	2479	Loc: Ardley, South Shetland Islands, Antarctica	2015
Voucher	2793	Loc: Stinker Point, Elephant Island, Antarctica	2016
Voucher	2803	Loc: Stinker Point, Elephant Island, Antarctica	2016
<i>Andreaea gainii</i>			
Voucher	3954	Loc: King George Island, South Shetland Islands, Antarctica	2017
Voucher	377	Loc: King George Island, South Shetland Islands, Antarctica	2015
<i>Andreaea regularis</i>			
Voucher	338	Loc: Ilha Rei Jorge, South Shetland Islands, Antarctica	2015
Voucher	488	Loc: Ilha Rei Jorge, South Shetland Islands, Antarctica	2015
Voucher	3996	Loc: King George Island, South Shetland Islands, Antarctica	2017

ANEXO

Este trabalho se apresenta por escrito no formato de artigo científico, na língua portuguesa, respeitando as normas da revista PESQUISAS- BOTÂNICA as quais podem ser acessadas em:

<http://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/botanica/botanica.htm>