

GEOMORFOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO DE LOW HEAD, ANTÁRTICA MARÍTIMA

Ivan Carlos Carreiro Almeida^I, Raphael Bragança Alves Fernandes^{II}, Carlos Ernesto G. R. Schaefer^{II}, Caio Vinícius Gabrig Turbay^{III}, Eduardo Sá Mendonça^{III}.

^(I) Professor do Departamento de Ciências Agrárias do IFNMG - *campus* Januária. Fazenda São Geraldo s/n. Estrada Geral Januária, Km 06, Bairro Bom Jardim, CEP: 39480-000 Januária - MG. Fone: 38-3629-4661. E-mail: ivancarreiro@yahoo.com.br

^(II) Professor da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa - MG - DPS/UFV, raphael@ufv.br; carlos.schaefer@ufv.br

^(III) Professor da Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre - ES - CCA - UFES.

RESUMO: Na Antártica Marítima as partes mais baixas da paisagem e próximas do mar apresentam solos mais evoluídos pedogeneticamente, principalmente, aqueles formados em áreas de pinguineiras abandonadas, tendo em vista o grande aporte de material orgânico e dos nutrientes P e N. Objetivou-se com este trabalho avaliar a geomorfologia, as características físicas e químicas e a cobertura vegetal de solos desenvolvidos sobre material vulcânico basáltico-andesito em uma topossequência de Low Head, localizada na ilha Rei George, Antártica Marítima. Os solos avaliados na topossequência são distróficos com elevada atividade de Al e pH ácido, o que indica avançado grau de intemperismo para as condições antárticas, exceto para o P1 localizado na porção mais alta da paisagem, que é área recente livre de gelo e o único classificado como Criossolo, sendo os demais solos ausentes de permafrost. O P2 é considerado fracamente ornitogênico e os perfis P3 à P5 solos ornitogênicos abandonados onde se encontra altos teores de P. A fauna influencia significativamente o processo de formação dos solos na Antártica Marítima. A presença de tais solos em um ambiente tão hostil torna-se relevante para o enriquecimento desses ecossistemas terrestres e de importância vital para a sucessão vegetal regional.

Palavras-chave: criossolos; solos ornitogênicos; pedologia.

INTRODUÇÃO

A formação de solo na Antártica está restrita a menos de 0,35 % do continente (45.000 km²), abrangendo áreas livres de gelo, localizadas em porções costeiras e nos vales secos glaciais entre as montanhas.

Os solos mais desenvolvidos e ricos em nutrientes são os solos costeiros ornitogênicos, os quais são formados pela intensa utilização do ambiente terrestre pela avifauna, proporcionando elevado aporte de materiais orgânicos, tais como

guano fresco, casca de ovos e restos de animais. A mineralização desses materiais e a interação com o substrato mineral dão origem aos solos denominados ornitogênicos, que desempenham importante papel ecológico, favorecendo o desenvolvimento de comunidades vegetais mais complexas e com maior produção de biomassa.

Low Head engloba um conjunto de áreas especialmente protegidas como as ASPA 140 e 145 (antigo SSSI 21). Têm importância para estudos geológicos, devido à presença de materiais de origem vulcânicos e pinguineiras enterradas de pinguins imperadores. Abriga grande diversidade de plantas e animais, com destaque para os lobos marinhos, elefante marinhos, skuas e pinguins antárticos e papuas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a geomorfologia, as características físicas e químicas e a cobertura vegetal de solos desenvolvidos sobre material vulcânico basáltico-andesito em uma topossequência de Low Head, localizada na ilha Rei George, Antártica Marítima.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na área centro sul da ilha Rei George, entre as baías do Almirantado e Reio George no arquipélago das Shetland do Sul, Antártica Marítima (**Figura 1**).

Low Head é um promontório plano acerca de 200 metros de comprimento e 100 metros de largura. Ele é construído de rochas diversificadas da Formação Polonez Cove (Birkenmajer 1982), formado por rochas vulcânicas (andesitos, basaltos, riolitos) e rochas sedimentares clásticas. Foi área de grande colônia de reprodução de pinguins e skuas. Apenas remanescem solos ricos em fosfatos ornitogênicos, penas e ossos são evidências desse fato. Low Head representa área onde possivelmente encontram-se os solos ornitogênicos mais antigos da Antártica Marítima.

Durante o verão de 2010/2011, toda a área foi percorrida para a seleção de perfis de solos representativos. Foram coletadas amostras

de cinco perfis de uma topossequência iniciada da cota mais alta livre de gelo até os solos próximos ao mar. A descrição morfológica e coleta de amostras seguiram os procedimentos da Antarctic Permafrost and Soils (ANTPAS, 2006). As amostras foram analisadas na TFSA (< 2 mm) quanto à composição granulométrica (Ruiz, 2005ab) e caracterização química (Embrapa, 1997).

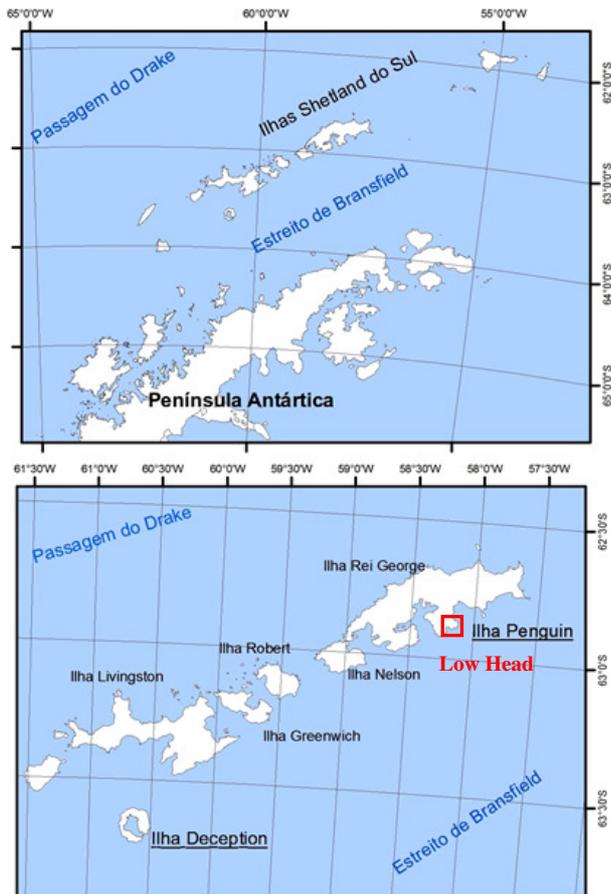


Figura 1 - Low Head localizado entre as baías Rei George e Almirantado na ilha Rei George, Arquipélago das Shetlands do Sul, Antártica Marítima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis estão localizados em uma topossequência que se inicia do topo (P1) até o (P5) mais próximo ao mar.

Características gerais, bem como informações da vegetação e a classificação dos solos, segundo o World Reference Base for Soil Resources (WRB) (ISSS Working Group, 2006), dos perfis estudados são apresentados a seguir:

•PERFIL 1 (P1) - localizado na parte mais alta da paisagem; perfil em relevo ondulado, topo da moraina lateral a direita da geleira, na interface

com rampa de colúvio/tálus na borda de escarpa, constituída por material pedregoso, formando por clastos angulares e planares oriundos de processo de falsemia (desintegração térmica pela alternância de contração por congelamento, seguida de dilatação térmica por calor) de blocos e matações. Praticamente ausente de vegetação com Usneas esparsas. Aos 96 cm de profundidade do perfil encontra-se material duro ao corte evidenciando permafrost. Presença de crioclastia e frost heave superficial com erosão forte na forma de sulcos moraina abaixo.

•PERFIL 2 (P2) - área de transição do platô Low Head para a área de rampa de colúvio/talus. Solo pedregoso e ligeiramente rochoso formado do intemperismo de brechas vulcânicas de matriz andesítica; andesitos porfíricos de coloração rósea da Formação Boy Point. Vegetação cobrindo em torno de 60% da área, dominada por campo de musgos, em estágio de senescência o que indica rebaixamento do lençol freático, associado à presença de *Deschampsia antarctica*, *Usnea sp.* e *Colobanthus quitensis*. Relevo forte ondulado no local; Presença de frost heave e crioturbação abaixo de 40 cm.

•PERFIL 3 (P3) - topo do platô Low Head (ponto mais plano), ao lado de rampa de colúvio. Material inconsolidado formado por falsemia de rochas andesíticas/dacíticas porfíricas da Formação Boy Point, coberto por campo de Usnea sobre extinto campo de musgo, possivelmente houve rebaixamento do permafrost ocasionando a drenagem da área e a extinção do campo de musgo. Solo esquelético extremamente pedregoso (material laminar e angular) e ligeiramente rochoso, imperfeitamente drenado, não se observando presença de permafrost. Erosão não aparente.

•PERFIL 4 (P4) - Área plana, representativa do centro do platô Low Head, com maior diversidade de vegetação desde musgos a plantas superiores. Perfil representativo de toda área central do platô Low Head. Solo formado da meteorização de andesitos porfíricos, tufos andesíticos de cristais, gradando para brechas basálticas na base.

•PERFIL 5 (P5) – Ponto mais baixo da topossequência. Solo formado da meteorização de brechas basálticas. Perfil localizado em relevo ondulado, tendendo a borda do platô Low Head. Erosão não aparente, solo mal drenado do horizonte Bi para baixo. Solo ligeiramente epi e endopedregoso. Vegetação de campo de *Colobanthus* associado com *Deschampsias* e

Usneas esparsas sobre fragmentos. Raízes chegando a mais de 40 cm.

Devido ao soerguimento de algumas áreas da Ilha Rei George por efeito de isostasia, grande porções de terras antigamente ocupadas pelos pinguins e outros animais deixaram de ser acessível, o que aconteceu em Low Head, onde não mais se encontra pinguineiras ativas. O que difere de Lions Rump, área próxima, onde ainda há grande atividade de pinguineiras (Almeida, 2012).

Estudo realizado por Tatur & Keck (1990) mostra que esta área foi previamente colonizada por pinguins imperadores o que foi comprovado por fragmentos ósseos e vestígios de penas encontrados na área.

Os resultados analíticos e as avaliações de campo indicam que topo o platô Low Head (P3 a P5) foram áreas de grande atividade de pinguineiras e que hoje se encontram enterradas caracterizando os “*relic ornithogenic soils*” descritos por Tatur (1989) e o P2 sítio de nidificação de skuas que permanecem ativos até a atualidade (**Tabela 1**).

A deposição de guano rico em P e N favorece o estabelecimento da vegetação. Propriedades químicas do solo, mineralogia e do tipo de vegetação são fortemente influenciados pela duração da ocupação local por pinguins e características de drenagem do solo.

Em paisagens mais antigas e estáveis onde ocorreu a ocupação de aves forma-se os solos que são comumente citados na literatura como solos ornitogênicos. Os solos ornitogênicos são facilmente distinguidos dos solos não ornitogênicos por várias características, tais como a presença de cobertura vegetal permanente com *D. antarctica*, *C. quitensis* e / ou *Prasiola crista*, menor pH e saturação de bases; altos teores de Melich-1-P extraível, Al trocável, COT e N total o que pode se observar claramente nos perfis de P3 a P5 (**Tabela 1**). Concentração de K^+ , Al^{3+} e P tendem a aumentar na camada mais profunda, enquanto o Ca^{2+} e Mg^{2+} e pH tendem a reduzir. Esta tendência não ocorreu no P4 e P5 devido à fraca drenagem destes solos reduzindo a lixiviação em profundidade.

Observa-se que os solos avaliados na topossequência, exceto o P1 que é área recente livre de gelo, são distróficos, com elevada atividade de Al e pH ácido, o que indica avançado grau de intemperismo para as condições antárticas (**Tabela 1**). Observa-se que somente o P1 foi classificado como Criossolo, sendo os demais solos ausentes de permafrost nos primeiros 200 cm da superfície. A classificação dos solos segundo o WRB (FAO) encontra-se na **Tabela 1**.

Com relação à granulometria desses solos observa-se aumento nos teores de argila nos solos ornitogênicos (P3 – P5) em relação ao solo fracamente ornitogênico (P2) e o não ornitogênico (P1) devido as maiores condições de intemperismo favorecidas nos solos ornitogênicos.

Apesar dos baixos teores de argila e altos teores de P, esses solos têm ainda alta capacidade de adsorção de P, o que comprova que grande parte do P está na forma de minerais fosfáticos e não na solução do solo (**Tabela 1**).

CONCLUSÕES

Solos ornitogênicos demonstram claramente o importante papel dos organismos nos processos de formação dos solos.

Em ambientes costeiros da Antártica Marítima a posição na paisagem e o tempo de exposição do solo após recuo da geleira determinam sobremaneira os processos pedogenéticos dos solos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, PROANTAR, TERRANTAR, DPS-UFV, IFNMG - Campus JANUÁRIA e Marinha do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. C. C. Solos de Lions Rump, Antártica Marítima: Gênese, Classificação, Mapeamento e monitoramento da camada ativa 102 p. (Tese de Doutorado) – Viçosa, UFV, 2012.

ISSS Working Group. World Reference Base for Soil Resources. International Society of Soil Sciences (ISSS). International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Soil Report. FAO, Rome, 2006.

TATUR, A. & KECK, A.. Phosphates in ornithogenic soils of the Maritime Antarctic Proc. NIPR Symp. Polar Biol., 3, 133-150, 1990.

TATUR, A.; Ornithogenic soils of the maritime Antarctic. Polish. Polar Research. 4, 481–532, 1989.

Quadro 1. Características químicas e físicas dos perfis estudados

| Hor. | Prof. (cm) | pH H ₂ O | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Al ³⁺ | H+Al | SB | T | V | m | IsNa | MO | P | P _{rem} | AG | AF | Silte | Arg | TFSA |
|---|------------|---------------------|--|------------------|----------------|-----------------|------------------|------|-------|-------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------|------------------|----------|----|-------|-----|------|
| | | | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | ----- % ----- | | | | dag kg ⁻¹ | mg dm ⁻³ | mg L ⁻¹ | ----- % ----- | | | Cascalho | | | | |
| PERFIL 1 – Cambic Cryosol (Eutric, Turbic, Skeletic) – UTM 21E 440719 / 3108308 Altitude: 94 metros acima do nível do mar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-22 | 8.72 | 21.78 | 4.79 | 113 | 392 | 0.00 | 0.6 | 28.56 | 29.16 | 97.9 | 0 | 5.97 | 0.12 | 94.4 | 47.8 | 46 | 22 | 24 | 8 | 0.84 |
| Bi | 22-55 | 8.34 | 19.52 | 3.80 | 89 | 161.8 | 0.00 | 0.5 | 24.25 | 24.75 | 98 | 0 | 2.90 | 0.25 | 89 | 41.1 | 48 | 21 | 27 | 4 | 0.59 |
| C | 55-96 | 7.66 | 17.46 | 4.37 | 95 | 131.7 | 0.00 | 0.3 | 22.64 | 22.94 | 98.7 | 0 | 2.53 | 0.12 | 132.3 | 44.7 | 58 | 22 | 17 | 3 | 0.72 |
| PERFIL 2 - Haplic Cambisol (Dystric, Skeletic, Gelic) – UTM 21E 0440867/3108066 Altitude: 47 metros acima do nível do mar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-10 | 5.43 | 4.73 | 5.27 | 145 | 291.5 | 7.12 | 29.1 | 11.64 | 40.74 | 28.6 | 38 | 6.76 | 4.35 | 309.5 | 12 | 37 | 23 | 25 | 15 | 1.08 |
| Bi | 10-25 | 5.47 | 7.53 | 7.12 | 143 | 251.3 | 10.83 | 31.1 | 16.11 | 47.21 | 34.1 | 40.2 | 4.06 | 0.75 | 389.1 | 6.7 | 41 | 16 | 27 | 16 | 0.64 |
| C | 25-60 | 5.58 | 10.07 | 9.90 | 183 | 311.6 | 8.20 | 13.2 | 21.79 | 34.99 | 62.3 | 27.3 | 4.52 | 0.37 | 312.6 | 12.6 | 37 | 17 | 32 | 14 | 0.58 |
| PERFIL 3 - Haplic Leptosol (Ornithic, Dystric, Skeletic, Gelic) - UTM 21E 0440916/3107985 Altitude: 38 acima do nível do mar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-10 | 4.92 | 7.56 | 6.16 | 197 | 452.3 | 2.24 | 18 | 16.19 | 34.19 | 47.4 | 12.2 | 10.67 | 4.60 | 1584.4 | 33.4 | 44 | 22 | 20 | 14 | 0.18 |
| C1 | 10-20 | 4.50 | 2.92 | 2.80 | 396 | 392 | 7.22 | 20.1 | 8.43 | 28.53 | 29.5 | 46.1 | 10.89 | 0.75 | 1595.3 | 42.9 | 55 | 13 | 21 | 11 | 0.25 |
| C2 | 20-60 | 5.16 | 2.23 | 1.88 | 446 | 371.9 | 6.34 | 18.7 | 6.87 | 25.57 | 26.9 | 48.0 | 12.24 | 0.75 | 1532.2 | 43.6 | 53 | 16 | 18 | 13 | 0.29 |
| PERFIL 4 – Haplic Cambisol (Ornithic, Dystric, Skeletic, Gelic) - UTM 21E 0440999/3107882 Altitude: 35 metros acima do nível do mar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-10 | 4.85 | 2.64 | 5.91 | 255 | 442.2 | 9.66 | 22.4 | 11.12 | 33.52 | 33.2 | 46.5 | 9.25 | 3.48 | 228.4 | 18.6 | 46 | 17 | 19 | 18 | 0.74 |
| Bi1 | 10-30 | 4.58 | 3.31 | 6.02 | 386 | 341.7 | 14.05 | 24.3 | 11.81 | 36.11 | 32.7 | 54.3 | 5.74 | 0.50 | 390.7 | 25.9 | 51 | 13 | 16 | 20 | 1.26 |
| Bi2 | 30-51 | 4.26 | 5.18 | 9.99 | 617 | 341.7 | 14.05 | 27.2 | 18.24 | 45.44 | 40.1 | 43.5 | 4.60 | 0.50 | 1256.3 | 34.5 | 37 | 12 | 26 | 25 | 1.36 |
| C | 51-80 | 4.68 | 3.32 | 20.94 | 1201 | 361.8 | 12.10 | 25.1 | 28.90 | 54.00 | 53.5 | 29.5 | 3.84 | 0.50 | 351.2 | 24.4 | 45 | 15 | 23 | 17 | 1.55 |
| PERFIL 5 - Haplic Cambisol (Ornithic, Dystric, Skeletic, Gelic) - UTM 21E 0441007/3107820 Altitude: 29 metros acima do nível do mar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O | 0-3 | 5.40 | 7.79 | 13.82 | 345 | 794 | 1.46 | 12.7 | 25.94 | 38.64 | 67.1 | 5.3 | 12.6 | 3.61 | 343.6 | 27.8 | 49 | 20 | 14 | 17 | 1.22 |
| A | 3-15 | 5.02 | 5.00 | 8.10 | 345 | 623.1 | 5.95 | 20.1 | 16.69 | 36.79 | 45.4 | 26.3 | 11.97 | 2.24 | 1026.6 | 26 | 47 | 17 | 20 | 16 | 1.49 |
| Bi1 | 15-35 | 4.38 | 5.34 | 8.43 | 889 | 562.8 | 11.32 | 22.9 | 18.49 | 41.39 | 44.7 | 38 | 8.21 | 0.75 | 795.3 | 44.3 | 35 | 12 | 32 | 21 | 1.24 |
| Bi2 | 35-50 | 4.79 | 8.18 | 22.62 | 1060 | 613.1 | 9.85 | 28.8 | 36.18 | 64.98 | 55.7 | 21.4 | 5.79 | 0.50 | 1085.5 | 24.8 | 49 | 17 | 21 | 13 | 1.28 |
| C | 55-80 | 5.04 | 4.99 | 15.46 | 1121 | 392 | 9.56 | 20.6 | 25.02 | 45.62 | 54.8 | 27.6 | 4.93 | 0.50 | 795.3 | 21.6 | 41 | 15 | 27 | 17 | 1.17 |