

## Estimativa da espessura da camada ativa em diferentes sítios da Península Keller, Ilha Rei George, Antártica<sup>(1)</sup>

Samara Salamene<sup>(2)</sup>; Márcio Rocha Francelino<sup>(3)</sup>; Gustavo Bastos Lyra<sup>(3)</sup>;  
Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer<sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq.

<sup>(2)</sup> Professora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo; Caraguatatuba, São Paulo; salamene@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Professor; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; <sup>(4)</sup> Professor; Universidade Federal de Viçosa.

**RESUMO:** O monitoramento da temperatura do solo na Antártica contribui para compreensão dos efeitos das mudanças climáticas. O objetivo principal desse estudo foi estimar a espessura da camada ativa em seis sítios de monitoramento localizados na península Keller, Ilha Rei George, Antártica. Os dados de temperatura do solo foram obtidos através de sensores instalados em diferentes profundidades ao longo do perfil de cada sítio: Cruzes, VLF, Tyrrel, Ipanema, Yellow e Refúgio. Foram calculadas as médias mensais máximas e mínimas de cada sítio, num período de três anos (fevereiro de 2008 a março de 2011), a fim de obter o gráfico do regime térmico da camada ativa (temperatura X profundidade do solo). Através de regressão linear foi estimada a profundidade da camada ativa e da superfície do permafrost. A espessura da camada estimada foi de mais de 2 m para Cruzes, de 1 a 2 m para VLF, Yellow e Refúgio e até 1 m para os sítios Ipanema e Tyrrel. A altitude foi a principal característica que diferenciou a temperatura do solo entre os sítios estudados.

**Termos de indexação:** solo, periglacial, permafrost.

### INTRODUÇÃO

A definição de permafrost, tradicionalmente, tem sido baseada na temperatura, como sendo substrato (solo, rochas, partes de rochas ou sedimentos inconsolidados) que apresenta temperatura abaixo de 0°C (estado criótico) por no mínimo dois anos consecutivos (FRENCH, 1996). Estima-se que o permafrost ocorra em 25% da superfície terrestre, e que na Antártica encontra-se 37% do permafrost do planeta (BOCKHEIM & HALL, 2002).

A camada do solo logo acima do permafrost, que está em contato direto com a atmosfera e sujeita a degelos cíclicos anuais, é denominada camada ativa. Em ambientes periglaciais, os solos derretem na primavera e verão, congelam no outono e permanecem congelados durante o inverno. A profundidade de penetração do gelo depende principalmente da intensidade do frio, sua duração, das propriedades físicas e térmicas do substrato, da

vegetação e cobertura de neve (FRENCH, 1996; ANDRÉ, 2009).

O aumento da temperatura ocasiona a diminuição da espessura do permafrost e, conseqüentemente, o aumento da espessura da camada ativa no solo. Na Antártica, a temperatura do solo, por estar relacionada a vários atributos ambientais, sendo assim um eficiente indicador do efeito das mudanças climáticas na região (BEYER et al., 1999).

Segundo Gruber e Haeberli (2009) o permafrost é invisível, porque é um fenômeno térmico. É difícil determinar sua distribuição no solo, uma vez que geralmente se encontra abaixo da camada ativa. Além disso, sua detecção confiável requer medições de temperatura em um período, no mínimo, de dois anos para compreender a evolução sazonal da temperatura. Assim, o objetivo desse estudo foi estimar a espessura da camada ativa através do regime térmico do solo em seis sítios localizados na península Keller, Ilha Rei George, Antártica, e contribuir para o monitoramento ambiental da região.

### MATERIAL E MÉTODOS

A península Keller está situada na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Antártica Marítima, (**Figura 1**). A temperatura do ar média em Keller é de cerca de -1,8° C, com desvio padrão de 3,5°C. O mês mais quente é janeiro, com temperatura do ar média de 2,2° C, e o mais frio é julho, com média de -6,4° C. A precipitação anual fica em torno de 366 mm (SETZER et al., 2004).

Os sítios de monitoramento da camada ativa foram instalados entre os meses de fevereiro e março de 2008. Em cada sítio foram colocados sensores de temperatura do solo (da Campbell Scientific), em diferentes profundidades no solo, considerando a distinção entre horizontes e/ou camadas.

Foram utilizados três sensores nos sítios denominados Cruzes, VLF, Yellow e Ipanema, e quatro sensores nos sítios Tyrrel e Refúgio. A caracterização de cada sítio se encontra na **Tabela**



1. Os sensores de temperatura do solo foram acoplados a um dispositivo de aquisição e armazenamento automático de dados (*data logger*), alimentado por bateria blindada de 92 amperes de alta resistência, que foi programado para registrar a leitura dos dados a cada hora.

Foram analisados os dados obtidos no período de fevereiro/março de 2008 a janeiro/fevereiro de 2011, o que totalizou três anos de monitoramento. Através da metodologia proposta por French (1996), as médias anuais da temperatura em diferentes profundidades do solo, assim como as temperaturas máximas e mínimas mensais, foram calculadas para determinar a espessura da camada ativa.

Como os sensores de Keller não alcançaram o permafrost, foi utilizada a análise de regressão linear simples para estimar a espessura da camada ativa e, conseqüentemente, a profundidade da superfície do permafrost em cada sítio. Segundo French (1996), o valor da espessura da camada ativa é obtido quando a temperatura mensal máxima for igual a 0°C.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Figura 2** mostra o regime térmico do solo nos seis sítios de monitoramento da península Keller. Todos os sítios apresentaram média da temperatura do solo inferior a 0°C. Cruzes mostrou os maiores valores médios de temperatura do solo em comparação com os demais sítios. A profundidade da superfície da camada de permafrost estimada para os sítios foi de mais de 2m para Cruzes, de 1 a 2 m para VLF, Yellow e Refúgio e até 1 m para os sítios Ipanema e Tyrrel.

Nos sítios de maiores altitudes, a camada de neve formada tende a ser mais espessa (GRUBER & HAEBERLI, 2009) do que nos sítios de menor altitude. Como a neve funciona como isolante térmico (GRUNDSTEIN et al. 2005), durante o inverno, o solo dos sítios de maior altitude transferem menos calor para a atmosfera em relação aos de menores altitudes, e assim, as temperaturas do solo mínima desses sítios é superior aos de menor altitude. No verão, a neve demora mais a derreter nos sítios de maior altitude, e quando derrete disponibilizam um maior volume de umidade para o solo, devido à camada de neve mais espessa. Esses processos contribuem para uma menor transferência de calor para o solo, além da maior umidade que contribui para o aumento do calor específico do solo, que associados resultam em menor aquecimento no verão e, dessa forma, temperaturas do solo máximas inferiores aos solos dos sítios de menor altitude (GRUBER &

HAEBERLI, 2009).

## CONCLUSÕES

Através da análise do regime térmico do solo foi possível estimar a espessura da camada ativa em diferentes sítios de monitoramento na área de estudo. O principal fator que determinou a diferença no regime térmico do solo entre os sítios foi a altitude.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE-FIHO, M.R. Geoquímica de solos da Península Keller, Ilha Rei George, Antártica, como subsídio ao monitoramento ambiental. 129p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

ANDRÉ, M.F. From climatic to global change geomorphology: contemporary shifts in periglacial geomorphology. In: KNIGHT, J. & HARRISSON, S. (ed.). Periglacial and paraglacial processes and environments. London: The Geological Society, 2009. 267p.

BEYER, L.; BOCKHEIM, J.G.; CAMPBELL, I.B.; CLARIDGE, G.G.C. Review Genesis, properties and sensitivity of Antarctic Gelisols. *Antarctic Science*, v.11, n.4, 387–398, 1999.

BOCKHEIM, J.G. & HALL, K.J. Permafrost, active-layer dynamics and periglacial environments of continental Antarctica. *South African Journal of Science*, v.98, 82-90, 2002.

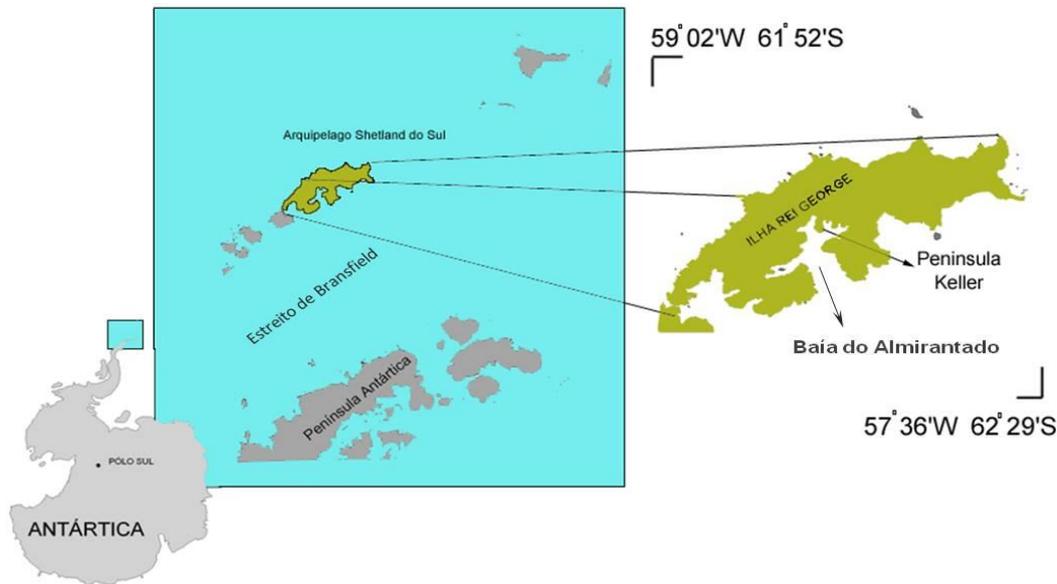
FRANCELINO, M. R., SCHAEFER, C. E. G. R., SIMAS, F. N. B. et al. Geomorphology and soils distribution under paraglacial conditions in an ice-free area of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Catena*, v.85, n.3, 194–204, 2011.

FRENCH, H.M. *The Periglacial Environment*. 2 ed. Harlow: Longman, 1996. 341 p.

GRUBER, S. & HAEBERLI, W. Mountain Permafrost. In: MARGESIN, R. (ed.) *Permafrost Soils*. Berlin: Springer, 2009. 348p.

GRUNDSTEIN, A.; TODHUNTER, P.; MOTE, T. Snowpack control over the thermal off-set of air and soil temperatures in eastern North Dakota. *Geophysical Research Letters*, v. 32, n.8, 2005.

SETZER, A.; FRANCELINO, M.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. et al. 2004. Regime climático na Baía do Almirantado: relações com o ecossistema terrestre. In: SCHAEFER, C.E.G.R. (ed.) *Ecossistemas terrestres e solos da Antártica Marítima – Baía do Almirantado, Ilha Rei George*. Viçosa: NEPUT, 2004. 192p.

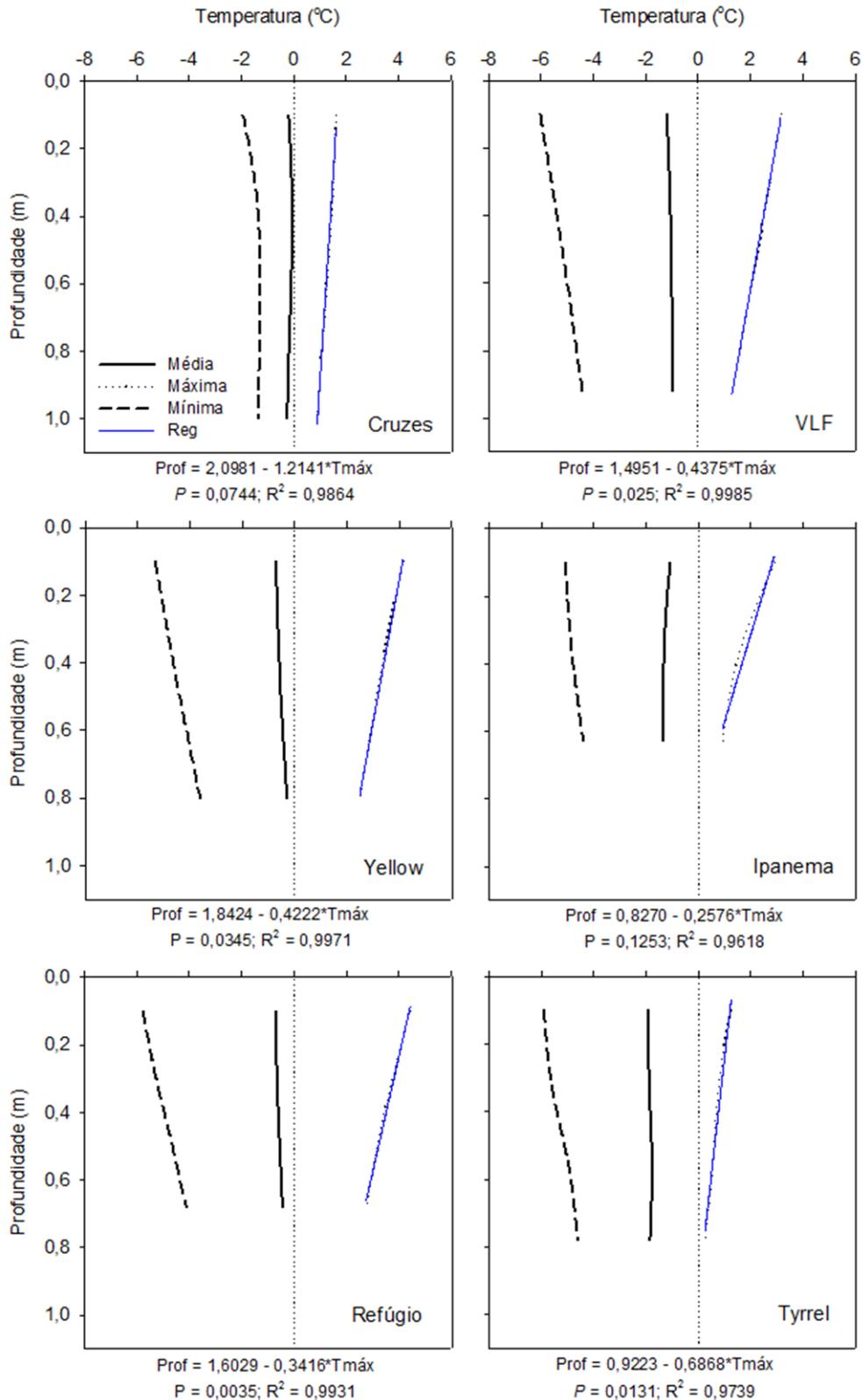


**Figura 1** – Localização da Península Keller na Ilha Rei George, Antártica.

**Tabela 1** – Características gerais dos sítios de monitoramento da camada ativa em Keller.

Sítio	Localização (W/S)	Alt. (m)	Características gerais <sup>1</sup>
Cruzes	427137 3115583	28	Cryosol paralithic <sup>2</sup> . Localizado atrás da EACF, pavimento pedregoso anguloso de rochas vulcânicas diversas, com veios de quartzo leitoso; cobertura microfítica de briófitas e líquens ( <i>Usnea</i> ), com <i>Deschampsia antarctica/Colobanthus quitensis</i> em pequenos tufos isolados; boa drenagem.
VLF	427053 3115790	49	Cryosol lithic. Cobertura de fragmentos angulosos de basalto, andesito basáltico e material ácido, com material fino (argilo-siltoso) encrostado e rachado na superfície do terreno; raras <i>Deschampsia</i> ou <i>Colobanthus</i> , mas comuns briófitas/líquens e <i>Usnea</i> .
Yellow	426004 3116940	31	Cryosol lithic. Perfil descrito em área de antigo ninhal de gaiotão, no primeiro nível acima dos terraços marinhos atuais; grande diversidade de briófitas, gramíneas e líquens; drenagem boa.
Tyrrel	426663 3116587	196	Cryosol vitric-leptic. Plateau Central da Crista Tyrrel, área mista, com menor influência de basalto andesítico; cobertura pedológica espessa e bem drenada; cobertura biológica praticamente ausente, com raros líquens ( <i>Usnea</i> e crustosos escuros).
Ipanema	427084 3116257	89	Leptosol gelic. Área de basalto andesítico; cobertura mista de <i>Usnea</i> , briófitas e <i>Deschampsia</i> ; área de drenagem moderada.
Refúgio	426174 3115459	45	Regosol skeletic-gelic. Área de influência mista, basalto-ácida; manto espesso e bem drenado, com epipedregosidade; colonização acentuada de briófitas, líquens e <i>Deschampsia</i> .

Nota: Alt.= altitude. <sup>1</sup> Descrição segundo Albuquerque-Filho (2005). <sup>2</sup> Classificação dos solos segundo Francelino (2011).



**Figura 2** – Regime térmico da camada ativa (2008-2011) em seis sítios da península Keller. Reg = tendência da temperatura máxima (regressão linear).