

Análise Espacial Integrada da Vegetação e Radiação Solar em Stranger Point, Península Potter, Antártica Marítima

Everton Luís Poelking¹
Carlos E. R. Schaefer¹
André Medeiros de Andrade¹
Elpídio Inácio Fernandes Filho¹

¹ Universidade Federal Viçosa - UFV
CEP 36570- 000 – Viçosa-MG Brasil
{evertonpoelking, andremedeiros1985} @yahoo.com.br
{schaefer, elpidio} @ufv.br

Abstract. The aimed of this study is to investigate the relationship of the plant community's distribution and the solar radiation potential incident in ice-free areas from Stranger Point, Maritime Antarctic. The vegetation map was obtained by supervised classification (Maxver) from Quickbird 2 image with the following thematic categories: Community of mosses, community of mosses and grasses, the community of Lichens, Community of mosses and Lichens, Mixes community, Soil, Snow, Water, Rookeries and Shadow. The solar radiation module Solar Analyst implemented in ArcGIS 9.3, was used in the study. Calculated for the summer months (December to March), the map showing the mean radiation potential distribution for the area in kw m^{-2} . The relationship between the solar radiation potential with the vegetation distribution in the area was study through maps algebra. The totaled areas with vegetation are 30.85%, with communities of mosses and grasses to more widely distribute. The mixed communities are favored by the largest amount of radiation, found at most local plans and increased sun exposure. The lowest averages of radiation are occupied by mosses, in areas protected from wind and turned to the south or with higher slopes. Because of this remains more humid, becoming preferred places to bryophytes. The distribution of vegetation has close links with the various components of the landscape, such as soil, geomorphology, drainage and rookeries influence areas, and the solar radiation is less interference in the distribution of vegetation Antarctic.

Palavras-chave: remote sensing, Solar Analyst, Maritime Antarctic, sensoriamento remoto, Solar Analyst, Antártica Marítima.

1. Páginas

Os ecossistemas das áreas livres de gelo na Antártica Marítima são condicionados pela particularidade climática. Com temperaturas médias anuais de $-2,5^{\circ}\text{C}$, fortes ventos, baixa radiação solar, as vegetações que ocupam essas áreas são adaptadas aos rigores do clima. A região possui uma flora terrestre peculiar de regiões polares, representada por apenas duas espécies de plantas vasculares, *Deschampsia antarctica* e *Colombathus quitensis*, inúmeras Briófitas, compreendendo as Hepáticas e musgos (Putzque e Pereira, 2001), duas espécies de algas verdes terrestres, *Prasiola crista* e *P. Cladophylla*, e 360 espécies conhecidas de fungos liquenizantes (Ovstedal e Smith, 2001).

Os ecossistemas das áreas livres de gelo são mantidos pela grande aporte de nutrientes dos efeitos dos animais marinhos, fornecendo condições favoráveis para a diversidade vegetal nas zonas marginais das pinguineiras (Tatur et al, 1997). Líquens do gênero *Usnea* distribuem-se em locais mais expostos, geralmente indicam locais estáveis e bem drenados, ao contrário das briófitas, que são associadas aos locais de maior permanência de água líquida (Schaefer et al, 2004), em ambientes hidromórficos.

Na Antártica Marítima, juntamente com a estabilidade do terreno, a radiação solar tem grande importância para o estabelecimento das comunidades vegetais nas áreas livres de gelo, com estreita relação com diversos fatores ambientais, e constitui um indicador eficiente das condições locais em termos pedológico, geomorfológico e hidrológico (Santana, 2006; Francelino et al, 2007).

As regiões polares recebem menor quantidade de radiação ao longo do ano, 15% em relação ao que recebe o equador, alcançando 30% durante o verão (Campbel e Claridge, 1987). A radiação solar incidente na superfície da terra é resultante de uma interação complexa de energia entre a atmosfera e a superfície, onde em escala local, o relevo constitui o maior fator de distribuição (Hofierka e Sári, 2002). Fonte primária de energia que possibilita a ocorrência de processos físicos e biológicos na Terra, a compreensão de sua magnitude na paisagem proporciona um melhor entendimento de vários processos naturais e atividades humanas (Fu e Rich, 2002). A temporalidade e espacialização dessa energia na superfície determinam vários processos na paisagem como temperaturas do ar e do solo, derretimento da neve, fotossíntese e evapotranspiração pela vegetação (Hofierda e Sári, 2002).

A radiação solar assume importante papel na distribuição das comunidades vegetais presente nas áreas livres de gelo da Antártica Marítima, por influenciar direta ou indiretamente diversos processos que interferem no desenvolvimento das espécies presente na região (Francelino et al, 2007).

Uso de modelos de radiação solar, integrados com sistemas SIG, provê um rápido e eficiente meio para estimar a radiação sobre a superfície, considerando fatores como inclinação do terreno, exposição e efeitos de sombra (Hofierda e Sári, 2002).

O entendimento dos fatores condicionantes da distribuição da vegetação nas áreas livres de gelo é uma excelente ferramenta para futuros estudos a respeito das mudanças climáticas ambientais nesses ambientes, como evolução da paisagem e das comunidades vegetais.

Esse trabalho tem como objetivos estudar a relação da distribuição espacial das comunidades vegetais em função do potencial da radiação solar incidente nas áreas livres de gelo de Stranger Point, Antártica Marítima.

2. Material e Métodos

A área de estudo, denominada de Stranger Point, localiza-se na península Potter, Ilha Rei George, na Antártica Marítima, entre as latitudes sul 62°14'57" e 62°15'50" e longitude oeste 58°37'33" e 58°3'30", constituindo área livre de gelo no período do verão. Possui grande diversidade de vegetação, desde bryófitas nas áreas de maior umidade a diversos líquens crustosos. O clima dessa região, segundo a classificação de Köppen é de regime ET, polar tipo tundra, com temperatura média anual de -2,8°C, com variações no período do verão de -1,3 a 2,7°C e no inverno de -15,5 a -1,0°C (Ferron et al, 2004).

O mapa de distribuição da vegetação foi obtido pela classificação supervisionada de uma imagem do satélite Quickbird 2, com data de passagem de 6 de janeiro de 2007, utilizando-se o classificador Maxver seguindo as rotinas do programa Idrisi Andes, com uma composição das bandas 1, 2, 3 e 4. As classes temáticas foram divididas em: Comunidade de musgos, comunidade de musgos e gramínea, comunidade de líquens, comunidade de líquens e musgos, comunidade mistas, solo exposto, neve, água, pinguineiras e sombra.

O modelo digital de elevação (MDE) foi obtido pelo comando Toporaster do ArcGis 9,3, a partir do mapa topográfico da península Potter (Lusky et al, 2001) com escala de 1:10000, e equidistância das curvas de nível de 3 m.

No estudo da radiação solar foi utilizado o módulo *Solar Analyst* implementado no ArcGis 9.3. Esse módulo calcula a quantidade de potencial de radiação direta, difusa e global na superfície do terreno. Considera fatores de latitude, altitude, exposição solar, em um período determinado de tempo. O resultado é um mapa com a distribuição da radiação para a área, espessa em kw m^{-2} . A radiação direta corresponde à interceptação da energia com direção normal ao feixe solar, sem interferência, a difusa compreende a radiação refletida por outros alvos que incide sobre a superfície, a global refere-se ao somatório das duas primeiras.

O cálculo do potencial de energia incidente na superfície foi calculado para os meses de verão de dezembro de 2007 a março de 2008, pois se tratam dos períodos de maior incidência da radiação solar e maior área livre de neve. Por meio de álgebra de mapas pode-se estudar a relação entre o potencial da radiação solar incidente na superfície com a distribuição da vegetação na área de Stranger Point.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a distribuição das classes obtida pela classificação supervisionada da imagem de satélite.

As áreas ocupadas com vegetação na área de estudo somam 30,85%, do total mapeado com as comunidades de musgos e gramínea as mais amplamente distribuídas. No entanto essas comunidades vegetais se distribuem na paisagem de forma bastante heterogênea, ocorrendo poucas vezes manchas homogêneas.

Tabela 1: Área ocupada pelas classes temáticas em Stranger Point

Classes temáticas	Área (m ²)	%
Comunidades de musgos	26225.40	2.28
Comunidades de musgos e gramínea	124707.00	10.82
Comunidades de líquens	54594.70	4.74
Comunidades de líquens e musgos	94286.30	8.18
Comunidades mistas	55603.00	4.83
Solo Exposto	688889.00	59.78
Remanescentes de gelo	20176.10	1.75
Água	40862.00	3.55
Pinguineiras	32946.90	2.86
Sombra	14097.70	1.22
Total	1152388.10	100.00

Pelo mapa de distribuição da vegetação na área de estudo (Figura 1) observa-se uma ocupação diferenciada da paisagem, por parte das comunidades vegetais. As áreas mais intensamente vegetadas devem-se aos recuos mais antigos da geleira, com maior estabilidade do terreno e grande influência da fertilização pela fauna. Os líquens distribuem-se preferencialmente nas áreas mais expostas e elevadas, enquanto musgos e comunidades mistas ocupam os terraços soerguidos e áreas de maior umidade. O relevo o principal condicionante da vegetação, porém não o único, ou seja, a orientação da vertente e os solos também são fatores preponderantes. Tatur et al (1997) verificaram em Stranger Point que tanto as pinguineiras ativas quanto as abandonadas (responsáveis pela formação dos solos ornitogênicos de grande fertilidade) servem de fonte de nutrientes condicionando a distribuição dessa vegetação. Favorecendo principalmente a *D. antarctica*, que possui relativa abundância nas áreas de solos ornitogênicos de pinguineiras abandonadas e nas áreas marginais às pinguineiras ativas.

As áreas de solo exposto próximo a geleira são áreas de recuos recentes ainda pouco estáveis e dessa maneira desprovida de vegetação. Porém, recebe quantidade de radiação potencial muito elevada, o que pode ser favorável no futuro para ocupação de líquens.

Na Tabela 2 são encontrados os valores máximos médios, mínimos e desvio padrão da radiação solar na área. Os valores são apresentados com valores com medias diárias para o período de verão de dezembro a março, pois nesse período que há o máximo degelo na região. O mapa com a distribuição da radiação é apresentada na Figura 2.

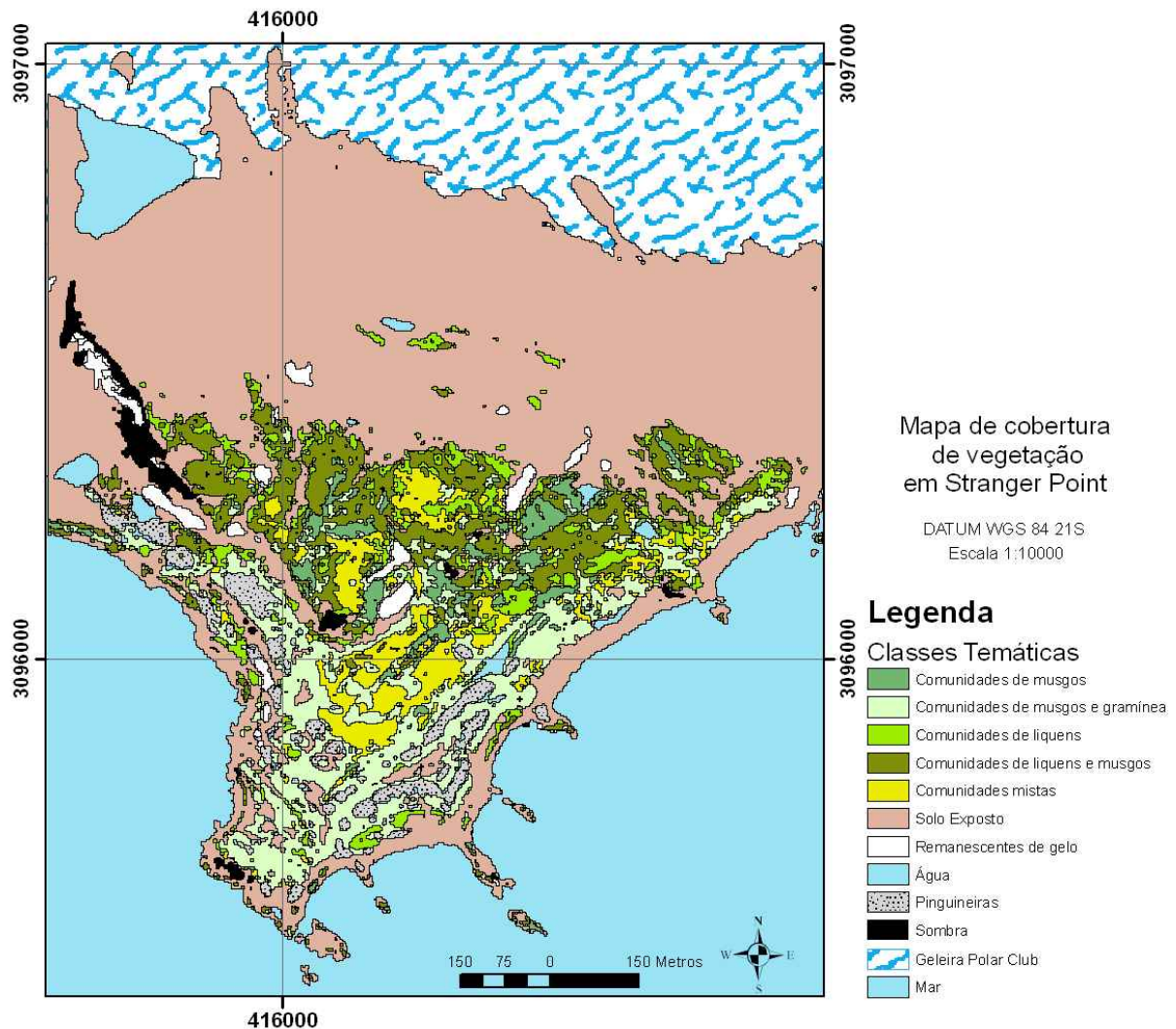


Figura 2: Mapa de cobertura de vegetação em Stranger Point

Tabela 2: Quantidade de potencial de radiação global

Classes temáticas	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Comunidades de musgos	1.38	3.66	3.24	0.34
Comunidades de musgos e gramínea	1.26	4.00	3.36	0.22
Comunidades de líquens	1.58	4.00	3.27	0.26
Comunidades de líquens e musgos	1.08	3.87	3.19	0.37
Comunidades mistas	2.18	3.97	3.37	0.14
Solo Exposto	1.07	4.00	3.31	0.39
Remanescentes de gelo	1.58	3.99	2.80	0.49
Água	2.77	3.88	3.43	0.07
Pinguineiras	1.63	3.96	3.39	0.15
Sombra	1.08	3.69	2.32	0.54

As comunidades mistas são favorecidas pela maior radiação potencial, já que encontram-se em locais mais planos e de maior exposição solar. As menores médias de radiação recebidas por parte da vegetação são ocupadas por comunidades de musgos. São áreas

protegidas dos ventos, e voltadas ao sul mesmo com maiores declividades. Devido a isso se mantém mais úmidas, tornando-se locais preferenciais de desenvolvimento dos musgos.

Francelino et al (2007) encontrou os menores valores em Keller para as áreas ocupadas pela associação de musgos e *Deschampsia antarctica*, que ocorrem principalmente nos terraços marinhos, cujo relevo plano está menos exposto à radiação solar. Para Santana (2006) as áreas ocupada por líquens (*Usnea* sp.) apresentam os maiores valores com $2,5 \text{ kw m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (média máxima anual) e os campos de briófitas apresentam o menor valor de radiação $0,60 \text{ kw m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (média mínima anual).

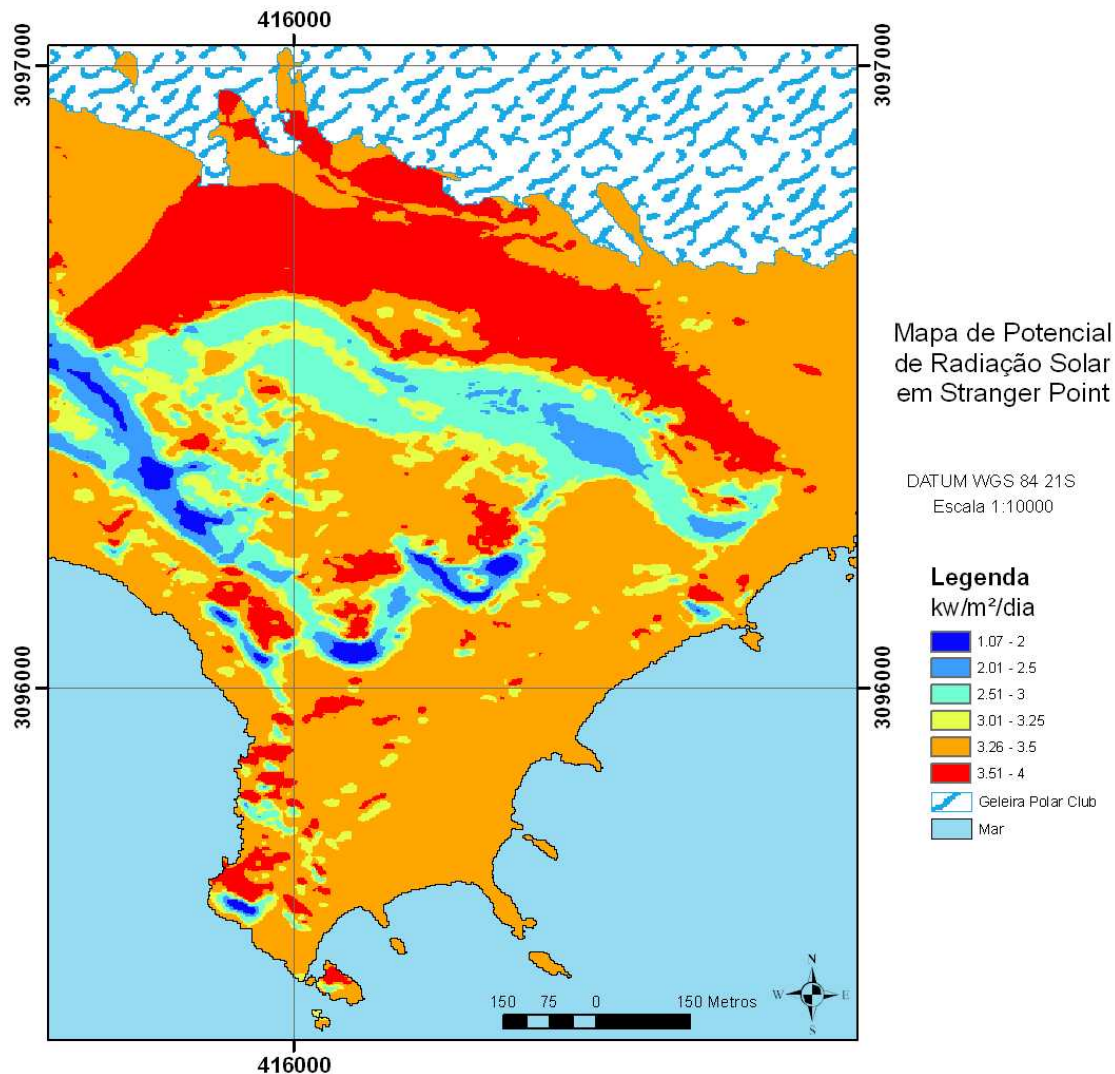


Figura 2: Mapa de radiação solar potencial em Stranger Point

Conforme a Figura 3, as comunidades ocupadas por musgos recebem 14,72 horas de insolação nesse período de verão, em média. Essa vegetação concentra-se em locais com menos exposição à radiação do sol e protegidos, mais declivosos. As áreas expostas por maior período (15,5 h) são as ocupadas com comunidades mistas, já que localizam-se nos terraços marinhos e locais mais elevados com pouca sombra imposta pelo relevo. O aumento da declividade diminui a quantidade de energia recebida devido ao ângulo de incidência da radiação e também do efeito de sombreamento provocado pelo relevo (Fernandes Filho e Sá, 2007).

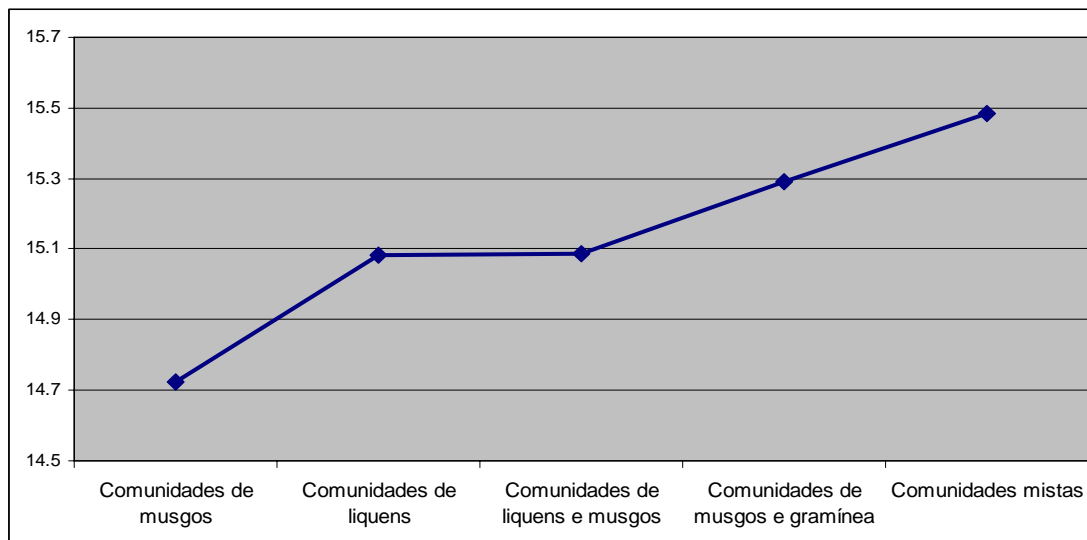


Figura 3: Duração potencial da radiação solar

Contudo, a faixa média de radiação recebida pelas áreas com as diferentes tipos de vegetação varia muito pouco (3,19 a 3,37 $\text{kw m}^2 \text{dia}^{-1}$), mostrando que apenas com o modelo de radiação solar potencial não é suficiente para explicar a distribuição da vegetação na antártica marítima. Deve ser analisada com os demais fatores condicionantes do ambiente, como solos, geomorfologia, drenagem e influência pela fauna.

4. Conclusões

A distribuição da vegetação possui relação estreita com os diferentes componentes da paisagem, como solos, geomorfologia, drenagem e áreas de influência da fauna, sendo que a radiação solar possui menor interferência na distribuição da vegetação antártica.

O modelo *Solar Analyst* não mostrou-se suficiente para a modelagem da distribuição da vegetação no ambiente antártico, porém pode ser utilizado como ferramenta auxiliar, juntamente com os demais fatores condicionantes da paisagem.

Em futuros trabalhos pretendem-se relacionar os demais fatores do ambiente em conjunto, para melhor entendimento dessa distribuição das comunidades vegetais nas áreas livres de gelo da península Potter.

5. Citações e Referências

Campbell I. B.; Claridge G. G. C. **Antarctica: Soils, weathering processes and environment, and, (developments in soil science 16)**. Elsevier, Amsterdam. 1987. 368 p.

Ferron, F.A.; Simões, J.C.; Aquino, F.E.; Setzer, A.W. 2004. **Air temperature time series for King George Island, Antarctica**. *Pesq. Antárt. Bras.*, 4: 155-169.

Fernandes Filho, E I; Sá, M M F **Influência das variáveis do terreno na radiação solar** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5751-5753. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.02.07/doc/5751-5753>> Acesso em: 02 nov. 2008

Francelino, M. R.; Pereira, A. B.; Firme, M. M.; Spielmann, A. A.; Bremer, U. F.; Tonin, A.; Schaefer, C. E. G. R. (2007). **Influência da radiação solar na distribuição das comunidades vegetais nas áreas livres de gelo da Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Antártica**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2637-2642. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em:

<<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.02.07/doc/2637-2642>> Acesso em: 02 nov. 2008.

Fu, P. & P. M. Rich. *A geometric solar radiation model with applications in agriculture and forestry*. **Computers and Electronics in Agriculture** 37. 2002. p. 25-35.

Hofierka, J. & Šúri, M. The solar radiation model for open source GIS: implementation and applications. In: Proceedings of the *Open source GIS – Grass users conference 2002* – Trento, Italy, 11-13 September 2002.

Lusky J.C, Vallverdú R.A, Gómez Izquierdo D.R, del Valle R. A, Felske H, 2001 Mapa digital de península Potter isla 25 de Mayo (King George Island). Instituto Antártico Argentino. Disponível em: <<http://www.dna.gov.ar/DIVULGAC/MAPADIG>> Acesso em 03 setembro de 2008.

Putzke, J. Pereira, A.B. Macroscopic Fungi from the South Shetlands, Antarctica. Ser. Científica INACH. v.46: p.31-39. 1996.

Øvstedal, D.O.; Lewis-Smith, R.I. 2001. **Lichens of Antarctica and South Georgia: guide to their identification and ecology**. Cambridge: Cambridge University Press.

Santana, R, M. Mapeamento de geonidades do meio físico e biótico em área da Antártica Marítima 2006 (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

Schaefer, C.E.G.R.; Simas, F.N.B.; Albuquerque Filho, M.R.; Michel, R.F.M.; Viana, J.H.M.; Tatur, A. (2004). **Fosfatização: processo de formação de solos na Baía do Almirantado e implicações ambientais**. In: Schaefer, C.N.; Francelino, M.R.; Simas, F.N.B.; Albuquerque Filho, M.R. de (Ed). **Ecosistemas costeiros e monitoramento ambiental da Antártica marítima: Baía do Almirantado, Ilha Rei George**. Viçosa: NEPUT. pp: 47-58.

Tatur, A; Myrcha, A; Niegodziz, J; (1997) Formation of abandoned penguin rookery ecosystems in the maritime antarctic. *Polar Biol* 17:405-417.