

## Avaliação da Influência da Radiação na Regeneração Natural de Mata Atlântica

Manon Perdomo Corrêa<sup>1</sup>  
Márcio Rocha Francelino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ  
BR 465 km 07 – 23890-000 - Seropédica - RJ, Brasil  
manon\_perdomo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa – MG, Brasil  
marcio.francelino@gmail.com

**Abstract.** The analysis of the orientation of the hillsides according to the degree of insolation and humidity level, allows indicating the most favorable area to processes of natural regeneration of forest. This work aimed to study the relationship between radiation and the presence of areas with natural regeneration of Atlantic Forest through the modeling of solar radiation in regions of the states of Rio de Janeiro and Minas Gerais using geoprocessing and remote sensing tools. From the Digital Elevation Model generated from contour lines provided by the IBGE, was obtained thematic maps of faces orientation of the hillsides, global radiation (GR), direct radiation, diffuse radiation and hours of direct radiation (NH). The land use map was generated from the interpretation of Ikonos image 2. From the evaluation of the results it was found that the slopes of the relief aimed at the faces south, southeast and southwest areas showed the largest fragments in the regeneration process natural in the three regions studied, as well as smaller amounts of annual global solar radiation compared to other faces analyzed.

**Palavras-chave:** natural regeneration, remote sensing, image processing, regeneração natural, sensoriamento remoto, processamento de imagens.

### 1. Introdução

Da energia líquida que atinge a superfície terrestre, aproximadamente 10% é utilizada para o aquecimento do solo e mesmo assim é de vital importância para os processos ocorrentes no solo e crescimento de plantas (Brady & Weil, 1996).

A variação do gradiente de radiação solar, em âmbito global, é ocasionada pela angulação da rotação da terra e sua revolução ao redor do sol. Entretanto, quando a distribuição da radiação é avaliada em escala local, nota-se que o fator mais influente é a topografia, podendo ser modificada pela forma do terreno e pela orientação e inclinação da face e a latitude que influencia o ângulo de incidência da radiação com a superfície terrestre. Os efeitos da latitude também podem ser simulados em pequenas escalas dentro de certas latitudes por mudanças na exposição do terreno e o grau de sua declividade, sendo desta forma, essas diferenças em exposição, de grande significância ecológica, agrícola (Baver *et al.*, 1972) e florestal. No hemisfério Sul, a trajetória leste-oeste do Sol sofre uma declinação para o norte.

Assim, as vertentes do relevo voltadas para a face norte devem receber mais energia em relação àquelas voltadas para o sul, tendo desta forma uma maior evapotranspiração potencial, um menor teor de umidade, menor resiliência e até possíveis diferenças em suas propriedades químicas e físicas em relação às faces expostas para o sul.

Essa heterogeneidade espacial e temporal de energia solar determina muitos processos da Terra que possuem efeito direto sobre a sociedade humana (Hofierka & Šúri, 2002). Tendo em vista que muitas áreas apresentam uma intensa variação de radiação, principalmente em regiões de relevo acidentado, a avaliação da incidência de radiação solar em escala local é fundamental para obtenção de informações a respeito de sua disponibilidade e previsão para o

desenvolvimento de projetos de aproveitamento da mesma, principalmente na agricultura e nas áreas florestais.

O conhecimento da resistência e resiliência do ambiente são essenciais para a definição de qualquer estratégia de gestão, portanto o planejamento ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente. A análise da orientação de vertentes de uma determinada área constitui-se em instrumento eficaz para avaliar o grau de insolação e o nível de umidade a que estão expostas, permitindo, portanto, a indicação do uso mais adequado da terra para cada orientação do relevo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre a radiação e a presença de áreas com regeneração natural de Mata Atlântica em regiões dos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais utilizando ferramentas de geoprocessamento.

## 2. Metodologia de Trabalho

Foram selecionados três municípios: Vassouras e Paty dos Alferes, no estado do Rio de Janeiro, e Rosário da Limeira, na Zona da Mata Mineira. As áreas em regeneração foram consideradas aquelas que apresentam cobertura florestal em estágio inicial de sucessão na forma de fragmentos isolados ou não, conforme a deliberação contida na Resolução CONAMA nº 010, de 01 de outubro de 1993.

Para as duas áreas no território fluminense foi utilizadas os Modelos Digitais de Elevação (MDE) contidos no site do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)), confeccionados com resolução espacial (RE) de 20m. Esses MDEs foram reamostrados para RE de 10 m através da técnica de conversão para pontos e interpolação utilizando o algoritmo *Topo to Raster*.

Já para o município de Rosário da Limeira foram utilizadas as curvas de níveis na escala 1:50.000 obtidas também no site do IBGE, as quais foram processadas no programa ArcGis 10 e gerados os modelos digitais de elevação (MDE) com resolução espacial de 10 m.

O mapa de uso do solo de foi gerado, no ArcGis 10, a partir da metodologia de interpretação visual do mosaico de imagens QuickBird e fotos aéreas. O uso destas imagens permitiu boa visualização dos elementos da paisagem, possibilitando assim, identificar a classe de uso do solo da regeneração natural, de acordo com as características da área.

A partir do modelo digital de elevação foi usado o comando *aspect* para gerar o mapa das faces de orientação do relevo. Para a elaboração dos mapas de radiação executou-se o comando *Area Solar Radiation* (Fu & Rich, 2002) que permitiu calcular a distribuição de radiação global. O cálculo da radiação global foi realizado para todas as paisagens baseada no algoritmo desenvolvido por Rich *et al.* (1994), e modificado por Fu e Rich (2000, 2002).

Essa simulação envolve uma representação raster que exhibe a posição aparente do sol que é calculada com base na latitude da área de estudo e varia de acordo com a hora do dia e os dias do ano. Por isso a área é dividida em setores e cada um representa a posição do sol usando meia hora intervalos ao longo do dia.

Para obter uma correlação entre as características avaliadas e as áreas de regeneração foi usada a ferramenta *Zonal Statistics as table*, Uma série de atributos foi criada na tabela de saída, como o valor, contador, área, mínimo, máximo, soma, média, e desvio padrão. Esses campos são criados independentemente dos valores de entrada.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Paty dos Alferes

As áreas em regeneração estão localizadas, em sua maioria, nas vertentes do relevo voltadas para as faces sudoeste, sul e sudeste; correspondendo a 76,1% da área total (Tabela

1, Figura 1). Já as vertentes voltadas para a face norte e as áreas planas não apresentaram nenhum fragmento em processo de regeneração natural.

Nessa latitude a radiação global apresenta os valores mais baixos nas áreas próximas aos cursos dos rios e as áreas que apresentam valores mais elevados são bem distribuídas. As vertentes do relevo que contém fragmentos em regeneração natural voltadas para as faces sudoeste e sudeste recebem a menor intensidade de radiação, apresentando radiação média anual de 1.576,8 kWh/m<sup>2</sup> e 1.596,5 kWh/m<sup>2</sup>, respectivamente, enquanto que a face nordeste apresentou o maior valor de radiação global média anual (1.799,1 kWh/m<sup>2</sup>).

Tabela 1: Intensidade de radiação global para as áreas em regeneração natural em Paty dos Alferes - RJ

Face	%	Frag.	RG (kWh/m <sup>2</sup> )
Nordeste	0,1	1	1790,1
Sul	25,4	11	1690,7
Leste	6,1	11	1651,2
Oeste	14,7	19	1646,6
Noroeste	3,1	6	1622,6
Sudeste	16,0	5	1596,5
Sudoeste	34,7	16	1576,8
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>69</b>	

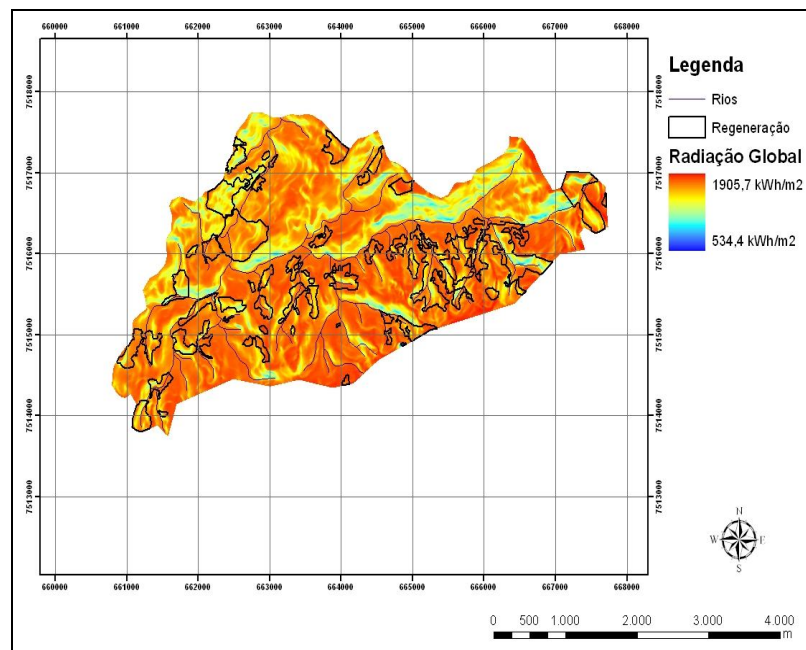


Figura 1: Radiação global incidente na área em Paty dos Alferes - RJ.

### 3.2. Rosário da Limeira

As áreas em regeneração estão localizadas, em sua maioria, nas faces oeste, sudeste e sudoeste; correspondendo a 69 % da área total (Tabela 2, Figura 2). Já as vertentes voltadas para a face norte e as áreas planas não apresentaram nenhum fragmento em processo de regeneração natural.

As vertentes do relevo que contém fragmentos em regeneração natural voltadas para as faces leste e nordeste recebem a maior intensidade de radiação, apresentando radiação média anual de 1.669,6 kWh/m<sup>2</sup> e 1.651,9 kWh/m<sup>2</sup>, respectivamente, enquanto que a face sul apresentou o menor valor de radiação global média anual (1.613,7 kWh/m<sup>2</sup>), seguida da face oeste que apresentou média anual bastante próxima (1.614,5 kWh/m<sup>2</sup>) (Tabela 2).

Tabela 2: Intensidade de radiação global para as áreas em regeneração natural em Rosário da Limeira

Face	%	Frag.	RG (kWh/m <sup>2</sup> )
Leste	21,5	20	1669,6
Nordeste	2,5	6	1651,9
Noroeste	6,5	14	1646,7
Sudoeste	21,2	26	1645,4
Sudeste	8,1	10	1641,1
Oeste	25,3	17	1614,5
Sul	15,0	16	1613,7
Total	100	109	

Frag.= Fragmento florestal

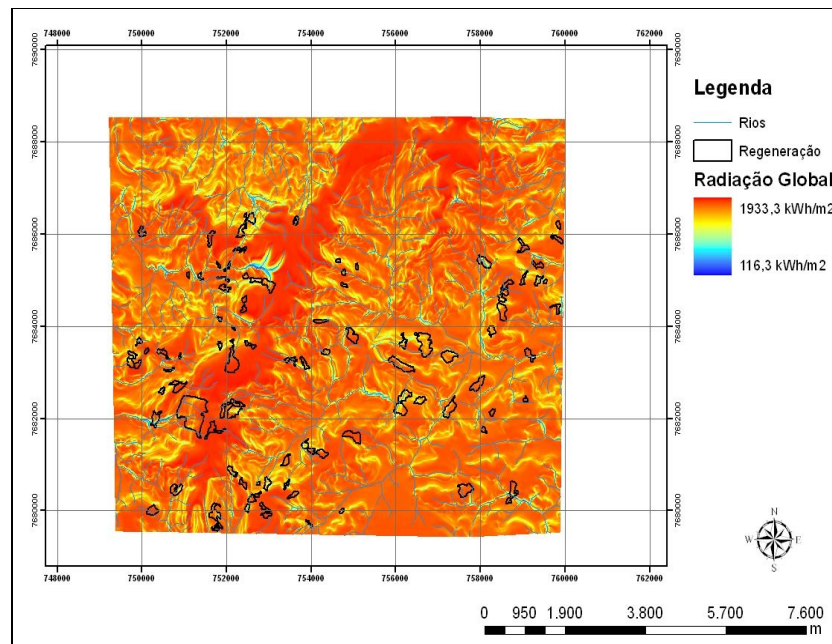


Figura 2: Radiação global incidente na área em Rosário da Limeira - MG.

### 3.3. Vassouras

As vertentes do relevo voltadas para as faces sul e sudeste possuem a maior parte dos fragmentos em regeneração natural; correspondendo a 66 % da área total, sendo também significativas as faces sudeste e leste, uma vez que comportam 25 % dos fragmentos em processo de regeneração. Já as faces norte e noroeste são pouco representativas, visto que contém respectivamente, 0,03 % e 0,67 % das áreas em regeneração natural (Tabela 3, Figura 3).

Portanto, é válido ressaltar que as áreas de maior importância para a restauração da cobertura florestal são as vertentes do relevo voltadas para as faces sul, sudeste, sudoeste e leste, uma vez que estas apresentam maior número de fragmentos em processo de regeneração natural e conseqüentemente são áreas com maior resiliência (Tab. 3).

Na latitude do município de Vassouras a radiação global apresenta escassas áreas de valores baixos e pequena extensão de radiação intensa, estando estas concentradas na porção mais alta do relevo.

A porção plana e a face nordeste do relevo que contém fragmentos em processo de regeneração natural apresentam os maiores valores de radiação global média anual, respectivamente 1.706,3 kWh/m<sup>2</sup> e 1.706,1 kWh/m<sup>2</sup>, com valores bastante próximo encontram-se em seguida as faces oeste com 1.704,8 kWh/m<sup>2</sup> e norte com 1.704,0 kWh/m<sup>2</sup>, enquanto que a face leste apresentou o menor valor de radiação global média anual (1.684,1 kWh/m<sup>2</sup>), seguida da face noroeste que apresentou média anual bastante próxima (1.684,2 kWh/m<sup>2</sup>).

Tabela 3: Intensidade de radiação global para as áreas em regeneração natural nas diferentes faces do relevo da porção sudoeste do município de Vassouras - RJ.

Face	Área (ha)	Frag.	RG (kWh/m <sup>2</sup> )
Plano	52,9	21	1706,3
Nordeste	130,1	40	1706,1
Oeste	120,8	38	1704,8
Norte	1,1	13	1704,0
Sudeste	1183,3	112	1696,0
Sul	1093,1	99	1692,7
Sudoeste	394,9	68	1691,3
Noroeste	23,0	19	1684,2
Leste	464,9	81	1684,1
Total	3464,1	491	

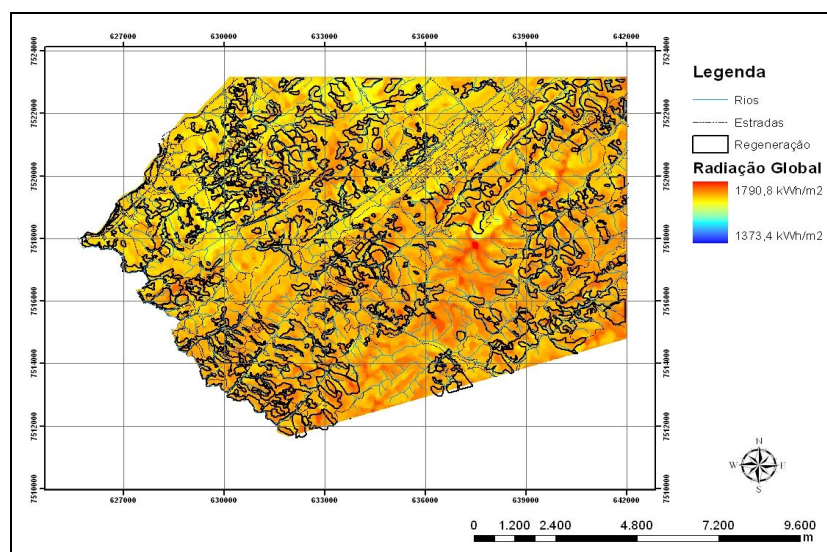


Figura 3: Radiação global incidente na área em Vassouras - RJ.

#### 4. Conclusões

As vertentes do relevo voltadas para as faces sul, sudeste e sudoeste apresentaram as maiores áreas de fragmentos em processo de regeneração natural nos três regiões estudadas, como também baixos valores de radiação solar global anual quando comparadas as demais faces analisadas. Assim, conclui-se que a radiação solar exerce influência bastante significativa no processo de regeneração natural nas condições das áreas estudadas.

#### 5. Citações e Referências

Baver, L. D. & Gardner, W. H. **The thermal regime of soils**. In: Soil Physics, editado por Baver, L. D., Walter H. Gardner & Wilford R. Gardner. 4th ed. 1972 p. 253-283.

BRADY, N. C. & WEIL, R. R. **The nature and properties of soil**. 11st ed. Upper *Saddle River, New Jersey: USA*. 1996, p.740.

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. & SÚRI, 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.