



Padrões da Regeneração Natural na Região de Mar de Morros, Pinheiral-RJ

Gilsonley Lopes dos Santos¹, Marcos Gervasio Pereira², Rafael Coll Delgado³,
Luiz Fernando Duarte de Moraes⁴

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica/RJ, Brasil

²Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica/RJ, Brasil

³Departamento de Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica/RJ, Brasil

⁴Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA AGROBIOLOGIA, Seropédica/RJ, Brasil

RESUMO

A Floresta Atlântica é o ecossistema brasileiro submetido a processos de degradação ambiental mais acentuado, mesmo assim, em alguns ambientes o processo de regeneração natural pode ser observado. O objetivo deste estudo foi avaliar o padrão da regeneração natural dos fragmentos florestais do Médio Vale Paraíba do Sul quanto aos fatores topográficos e identificar áreas potenciais ao processo de regeneração. O mapeamento dos fragmentos florestais foi obtido a partir de imagens do sensor Thematic Mapper (1994 e 2011). Para os fatores topográficos foram utilizadas as cartas topográficas do IBGE. O processo de regeneração natural na área de estudo é influenciado pelos fatores topográficos e acontece principalmente nos ambientes com superfície plana, declividade variando de ondulada a forte ondulada, orientação da vertente variando de SE (sudeste) a SW (sudoeste) e radiação solar global entre 150000 e 1700000 Watts. Na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, os ambientes favoráveis à regeneração natural não são suficientes para que a sub-bacia tenha sua cobertura florestal original restabelecida, por representar apenas 1,2% da área da sub-bacia hidrográfica, o que remete à necessidade de intervenção antrópica.

Palavras-chave: Floresta Estacional Semidecidual, resiliência, paisagem.

Patterns of Natural Regeneration in the Region of “Mar de Morros”, Pinheiral-RJ

ABSTRACT

The Atlantic Forest is the Brazilian ecosystem that is subjected to stronger environmental degradation processes, yet in some environments the natural regeneration process can be observed. Thus, the aim of this study was to evaluate the pattern of natural regeneration of forest fragments in the “Médio Vale Paraíba do Sul” as the topographic factors and to identify potential areas of regeneration. The mapping of forest fragments were obtained from images of the Thematic Mapper sensor (1994 and 2011). For topographical factors, the IBGE topographic maps were used. The natural regeneration process in the study area is influenced by topographical factors and occurs mainly in environments with a flat surface, steepness ranging from wavy corrugated strong, strand orientation ranging from SE (southeast) SW (southwest) and global solar radiation between 1.500.000 and 1.700.000 Watts. In sub-basin Cachimbal stream, favorable environments natural regeneration are not sufficient for sub-basin has restored its original forest cover, it represents only 1.2% of the watershed area, which refers to the need of human intervention.

Keywords: Semideciduous Forest, resilience, landscape.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica encontra-se ao longo da costa do Brasil, representada por uma diversidade de tipos florestais resultante da interação entre os fatores físicos e a vegetação. Mesmo com toda essa complexidade de florestas, é o ecossistema que mais foi e continua sendo submetido aos processos de degradação ambiental, restando hoje, aproximadamente, 7% da sua cobertura original (SOSMA, 2009).

Em alguns dos ambientes antropizados, o processo de regeneração natural pode ser observado ocorrendo de forma lenta e dependente de fatores como: condições ambientais (clima e declividade), tipo e intensidade de distúrbio e distância e fonte de propágulos (Venturoli et al., 2011). Nos ambientes onde as condições são favoráveis, o processo de regeneração acontece de forma mais espontânea, sendo ordenado e previsível por meio da dinâmica de sucessão das espécies vegetais envolvidas (Silveira & Silva, 2010).

O conhecimento dos fatores ambientais favoráveis à regeneração natural é fundamental para estabelecer estratégias econômicas e políticas de manejo e conservação das florestas. Esse conhecimento deve ser aplicado nos planos de manejo sustentável e nas práticas de restauração, considerando o potencial de resiliência dos ambientes antropizados (Souza et al., 2002).

A influência dos fatores ambientais sobre a regeneração natural na Floresta Atlântica é pouco estudada, mas em uma escala global essa interação é amplamente reconhecida (Silva et al., 2007). De acordo com Oliveira-Filho et al. (1997), a importância do relevo já é perceptível nas formações florestais semidecíduais e florestas densas, responsáveis pela formação de grande parte da Floresta Atlântica.

O relevo associado a outros fatores bióticos e abióticos produz uma variedade de condições ambientais, como: os solos, transporte de sedimentos, precipitação e gradiente de umidade, luminosidade, organização vertical do dossel e geração de aspecto de degraus no estrato arbóreo (Gandolfi, 2000), o que leva à formação de diversos microambientes na paisagem. Nos microambientes, devido às características topográficas específicas e às classes de solos, o acúmulo, a deposição e a decomposição do material formador de serapilheira acontecem de forma diferenciada, o que influencia na dinâmica da regeneração natural na paisagem (Cardoso & Schiavini, 2002).

Este estudo teve como objetivo avaliar o padrão da regeneração natural quanto aos fatores topográficos no intervalo de 17 anos e identificar áreas mais favoráveis ao processo de regeneração na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, Pinheiral, Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O mapeamento dos fragmentos florestais foi obtido a partir de imagens da plataforma orbital LANDSAT-5 a bordo do sensor TM (Thematic Mapper), correspondente aos anos de 1994 (01/10/1994) e 2011 (13/08/2011), com resolução espacial de 30 metros para as bandas refletivas (1, 2, 3, 4, 5 e 7). O Landsat e seus sensores a bordo são capazes de monitorar os diferentes usos, bem como a regeneração natural ao longo de 17 anos.

O georreferenciamento das imagens orbitais de 1994 e 2011 foi realizado no software ArcGIS 10.2, a partir de 5 pontos controles obtidos nas imagens ortorretificadas disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), com o RMSE menor que 20%.

Nos respectivos anos considerados no estudo (1994 e 2011), os usos e cobertura dos solos predominantes são: pastagens, implantadas e espontâneas não manejadas, áreas antropizadas abandonadas com diferentes graus de degradação, fragmentos florestais, agricultura e área urbana. Os solos predominantes na sub-bacia do ribeirão Cachimbal são: na encosta de forma contínua ou alternada com material de origem biotita-muscovita-gnaisses os Argissolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Háplicos, e no topo e terço superior da encosta com material de origem diabásico os Latossolos Vermelho-Amarelos (Menezes, 2008).

As imagens foram tratadas quanto à calibração radiométrica para correção de distorções geométricas e remoção de ruídos, para corrigir a influência de uma série de fatores, como a transparência atmosférica e as características ópticas e eletrônicas do sensor, com o uso da equação proposta por Markham & Baker (1987), apresentada abaixo (Equação 1).

$$L_{\lambda i} = L_{\min} + \frac{L_{\max} - L_{\min}}{255} \cdot ND \quad (1)$$

em que: $L_{\lambda i}$ – radiância espectral; ND – número digital de cada pixel; $L_{\max}$ e $L_{\min}$ – radiâncias espectrais máximas e mínimas ($\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{m}^{-1}$), segundo Chander et al. (2009).

Na sequência, foi realizado o cálculo da refletância monocromática que é definida como a razão entre o fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação global incidente, sendo obtido pela Equação 2 (Allen et al., 2002).

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

em que: $\rho_{\lambda i}$ – refletância monocromática; $L_{\lambda i}$ – radiância espectral de cada banda; $k_{\lambda i}$ – irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$), segundo Chander et al. (2009); Z – ângulo zenital solar (obtido por meio do cabeçalho das imagens adquiridas, e depende da órbita, ponto e época do ano); d_r – razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia Astronômico do ano (DJ).

Após o tratamento de calibração radiométrica e o cálculo da refletância, foi determinado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (“Normalized Difference Vegetation Index – NDVI”) proposto por Rouse et al. (1973), que é um indicador sensível da vegetação presente. O valor do NDVI é obtido por meio da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo (IV-próximo, ρ_{IV}) e do vermelho (ρ_V) pela soma delas com o uso da Equação 3 (Allen et al., 2002; Bastiaanssen et al., 1998).

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (3)$$

em que: NDVI – índice de vegetação da diferença normalizada; ρ_{IV} , ρ_V (μm) – bandas 4 e 3 respectivamente do sensor TM do LANDSAT-5.

Com o NDVI das respectivas imagens, foram identificados e vetorizados todos os fragmentos florestais (>0,5 ha) presentes da sub-bacia do ribeirão Cachimbal nos anos de 1994 e 2011, sendo consideradas áreas de fragmentos florestais aquelas regiões com o valor de NDVI entre 0,5-1,0 (Rosembach et al., 2010).

Os vetores dos fragmentos do ano de 1994 foram sobrepostos aos do ano de 2011, com isso, foram identificadas as áreas onde ocorreu a regeneração natural da cobertura florestal no intervalo de 17 anos. As áreas regeneradas no período de 17 anos foram classificadas quanto às variáveis topográficas (curvatura da superfície, declividade, orientação da vertente e radiação), que foram extraídas do Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC), com resolução espacial de 10 m, obtido a partir das

cartas topográficas dos municípios de Volta Redonda e Pirai do IBGE na escala de 1:50.000. A curvatura da superfície, segundo Caldas (2006), pode ser classificada em côncava (<-0,3), plana (-0,3 a +0,3) e convexa (>+0,3).

A declividade, segundo a EMBRAPA (1999), pode ser classificada em: plana (0-3%), suave ondulada (3-8%), ondulada (8-20%), forte ondulada (20-45%), montanhosa (45-75%) e escarpada (>75%). A orientação da vertente, segundo Caldas (2006), pode ser classificada em: norte (0°-22,5° e 337,5°-360°), nordeste (22,5°-67,5°), leste (67,5°-112,5°), sudeste (112,5°-157,5°), sul (157,5°-202,5°), sudoeste (202,5°-247,5°), oeste (247,5°-292,5°) e noroeste (292,5°-337,5°).

O cálculo da radiação solar global foi obtido utilizando algoritmo desenvolvido por Rich et al. (1994), modificado por Fu & Rich (2000). Essa simulação envolve uma representação no formato raster, que exhibe a posição aparente do Sol, calculada com base na latitude da área de estudo e variando de acordo com a hora do dia e os dias do ano. As classes consideradas foram < 1500000, 1500000 – 1600000, 1600000 – 1700000 e > 1700000 Watts.

O número e a área total das áreas regeneradas presentes nas respectivas classes dos fatores topográficos foram submetidos à análise de normalidade (Teste de Shapiro Wilk, 5%) e homogeneidade da variância dos erros (Teste de Levene, 5%). Não sendo atendidos esses pressupostos estatísticos, foi utilizada uma estatística não paramétrica, aplicando o Teste de Qui-Quadrado, para comparar a diferença entre as classes dos fatores topográficos, por intermédio do software Action 2.5. Para melhor entender a relação do padrão da regeneração natural em função da influência dos fatores topográficos, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP), por intermédio do software SPSS 15.0.

A partir da checagem das classes dos fatores topográficos com maior influência no padrão da regeneração natural, foi elaborado um mapa temático das áreas com maior probabilidade da ocorrência da regeneração natural na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Cachimbal. No processamento das imagens e na elaboração dos mapas temáticos, foram utilizados os softwares ArcGis 10.2 e ERDAS IMAGINE 2014.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sub-bacia do ribeirão Cachimbal apresentou um padrão peculiar na distribuição de suas encostas e vales (Figuras 1, 2, 3 e 4). Esse padrão é resultante da característica do relevo, pois a área de estudos está inserida em uma região denominada de Mar de Morros. Essas características morfológicas da sub-bacia do ribeirão Cachimbal proporcionam uma oferta diferenciada dos atributos ambientais entre as encostas, o que causa variações nos atributos químicos e físicos do solo, do microclima e, conseqüentemente, na composição vegetal das encostas e vales na paisagem.

Estudos como os de Marques et al. (2005) e de Bispo et al. (2009) mostraram haver o efeito dos fatores topográficos na presença e regeneração natural dos fragmentos e na distribuição das espécies vegetais,

sendo os fatores declividade, orientação e altitude das encostas os de maior relevância no padrão da regeneração da vegetação nas encostas.

Para o fator curvatura de superfície, a área da sub-bacia apresentou-se 50% plana, 25% côncava e 25% convexa (Figura 1). Nas áreas côncavas acontecem os processos de acúmulo de sedimentos e água, por outro lado, nas áreas convexas ocorrem os processos de dispersão de sedimentos e água.

As áreas planas, por sua vez, apresentam ambientes mais estáveis, pois tendem a apresentar menos movimento de sedimentos e água em relação às outras classes. No entanto, as características da superfície estão associadas também à migração e acúmulo de nutrientes, matéria orgânica e água no solo (Schmidt et al., 2003).

Para o fator declividade, a área da sub-bacia do ribeirão Cachimbal apresentou-se como 35% forte

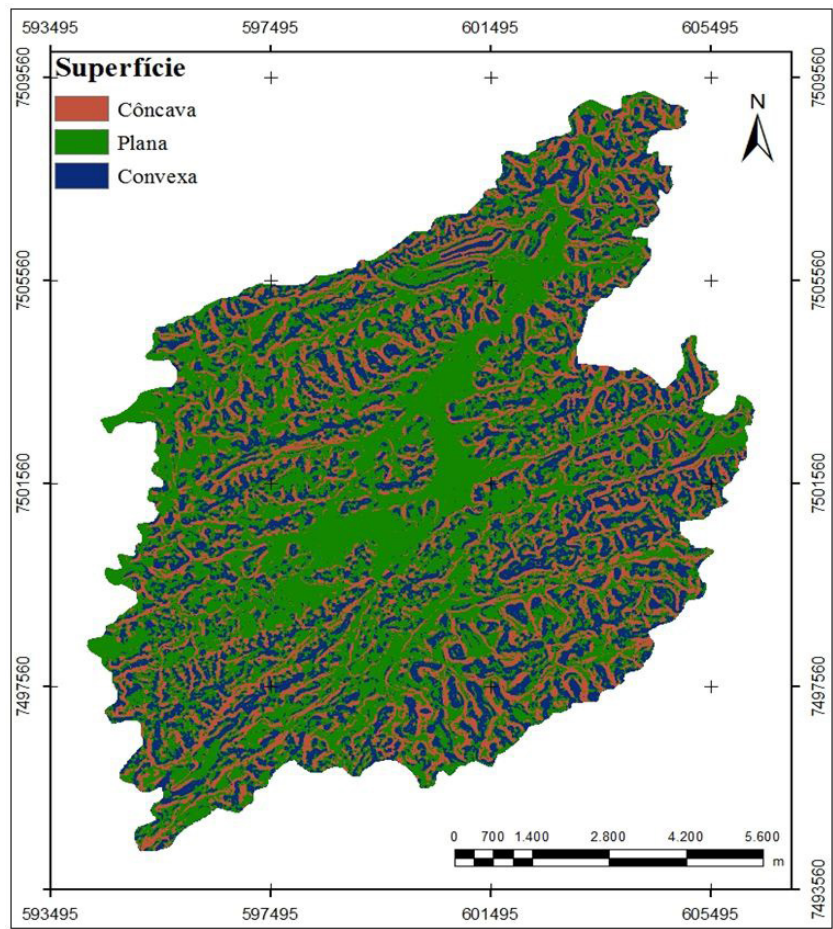


Figura 1. Mapa de curvatura da superfície da sub-bacia ribeirão Cachimbal, Pinheiral-RJ.
Figure 1. Curvature map of the surface of the stream sub-basin Cachimbal, Pinheiral-RJ.

ondulada, 28% ondulada, 17% suave ondulada, 10,5% plana, 9% montanhosa e 0,5% escarpado (Figura 2), sendo predominante na região hidrográfica declividade de suave ondulada a forte ondulada. Conhecer o padrão da declividade das unidades hidrológicas é fundamental para as estratégias de manejo, pois o fator ambiental declividade é determinante nos processos de infiltração, escoamento e incidência de radiação solar no solo (Schmidt et al., 2003).

Para o fator orientação da vertente, a área da sub-bacia do ribeirão Cachimbal apresentou a seguinte distribuição: 18% noroeste, 16% norte, 15% sudeste, 12% sul, 12% nordeste, 11% leste, 8% oeste e 8% sudoeste (Figura 3), o que evidencia que as encostas da região hidrográfica em estudos recebem uma oferta diferenciada de incidência de raios solares e de ventos úmidos oriundos do oceano. No estado do Rio de

Janeiro, a orientação das suas encostas em relação ao Oceano Atlântico permite uma maior incidência de ventos úmidos, assim, as encostas com orientação L (leste) e S (sul) são mais úmidas, e as encostas N (norte) e NE (nordeste) são mais secas, o que interfere diretamente nos processos de regeneração natural (Marques et al., 2005).

Para o fator radiação solar global, 57% da área da sub-bacia do ribeirão Cachimbal recebem entre 1600000 e 1700000 Watts, 17% recebem mais de 1700000 Watts, 15% recebem de 1500000 a 1600000 Watts e 11% recebem menos de 1500000 Watts (Figura 4). A quantidade e qualidade da radiação que incide sobre um ecossistema florestal é fundamental para o funcionamento e sobrevivência das espécies, assim, a dinâmica da vegetação é diretamente influenciada pelos efeitos da radiação (Maciel et al., 2002).

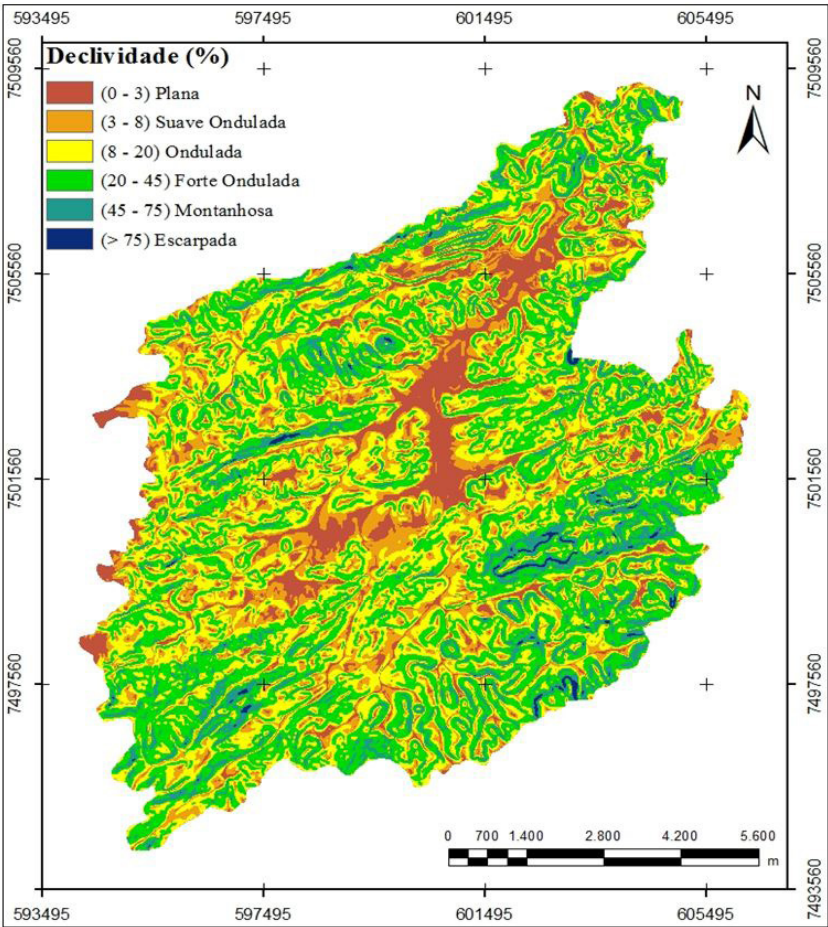


Figura 2. Mapa de declividade da sub-bacia ribeirão Cachimbal, Pinheiral-RJ.
Figure 2. Slope map of the stream sub-basin Cachimbal, Pinheiral-RJ.

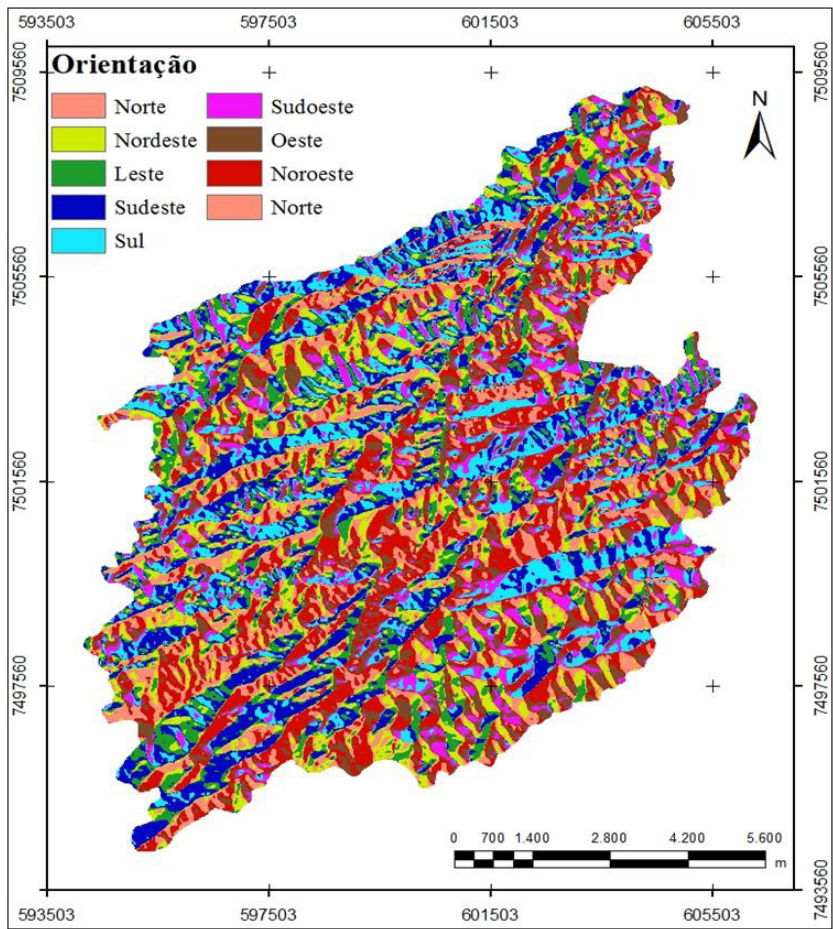


Figura 3. Mapa de orientação da vertente da sub-bacia ribeirão Cachimbal, Pinheiral-RJ.
Figure 3. Shed orientation map stream sub-basin Cachimbal, Pinheiral-RJ.

A heterogeneidade dos fatores topográficos nas bacias hidrográficas da região de Mar de Morros proporciona a formação de microclimas e ambientes com condições diferenciadas de resistência às ações antrópicas. Atualmente, na paisagem da região de Mar de Morros verifica-se uma porção significativa de áreas de pastagens abandonadas e degradadas (Menezes, 2008), no entanto, é possível observar a presença de fragmentos florestais com diferentes áreas inseridos nessa matriz, indicando o efeito dos fatores topográficos nos processos de revegetação dos ambientes antropizados.

Para Santos et al. (2009), o conhecimento do relevo e da heterogeneidade da paisagem de uma microbacia hidrográfica é fundamental na implantação e no manejo de florestas para uma melhor proteção e conservação do solo.

Quanto ao padrão da regeneração natural na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, pode-se observar o processo de regeneração natural no período de 17 anos (1994 e 2011), devido ao aumento da área com florestas, sendo 2915,39 ha no ano de 1994 e 3649,30 ha no ano de 2011. Assim, pode se dizer que houve um processo de regeneração equivalente a 1269,86 ha no intervalo de 17 anos na sub-bacia, mesmo sem proteção da presença de animais domésticos e das ações antrópicas. Processos de regeneração natural na Floresta Estacional Semidecidual também foram observados por Calegari et al. (2010) e Diniz (2011), avaliando a dinâmica da expansão dos fragmentos florestais no tempo.

A regeneração natural ocorreu nos ambientes em que, após o processo de antropização, ainda apresentam

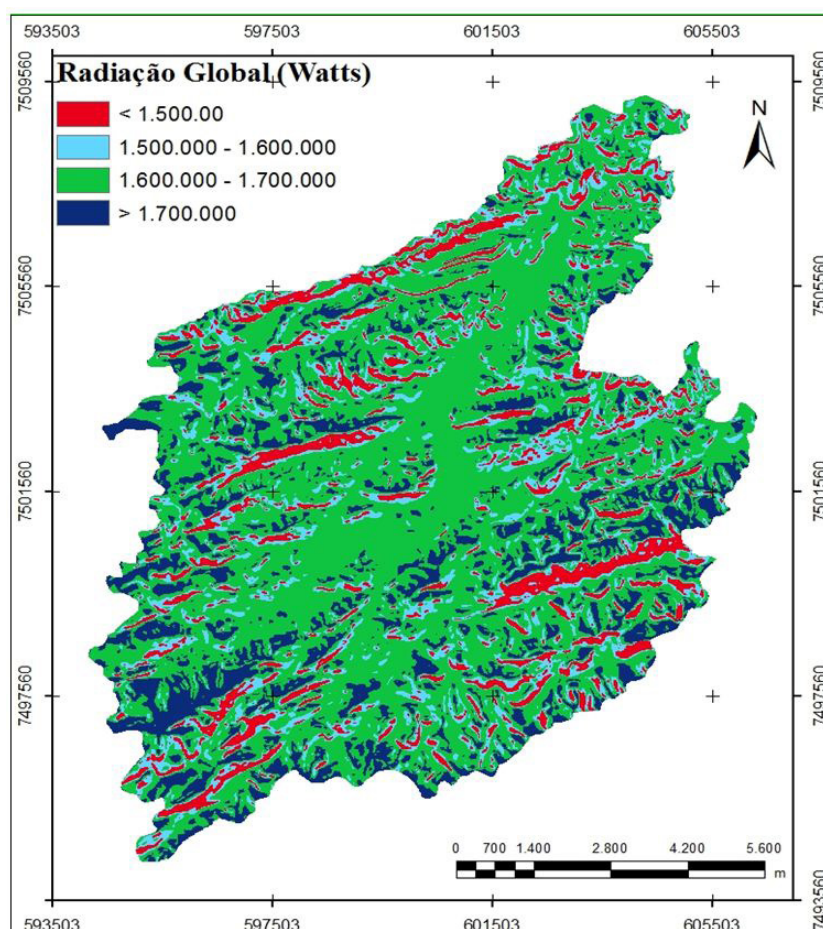


Figura 4. Mapa de radiação solar global da sub-bacia ribeirão Cachimbal, Pinheiral-RJ.

Figure 4. Global solar radiation map of the stream sub-basin Cachimbal, Pinheiral-RJ.

potencial de resiliência, sendo esse potencial influenciado diretamente pela oferta diferenciada dos atributos ambientais na paisagem. Na mesma bacia hidrográfica, o processo de regeneração natural ocorre de forma heterogênea, padrão esse observado na sub-bacia do ribeirão Cachimbal (Tabela 1).

Na sub-bacia do ribeirão Cachimbal observou-se que o processo de regeneração natural ocorreu preferencialmente nos ambientes com as respectivas características: superfície plana, declividade variando de ondulada a forte ondulada, orientação da vertente variando de sudeste a sudoeste e radiação solar global entre 1500000 e 1700000 Watts (Tabela 1).

A preferência da regeneração natural pela superfície plana pode ser explicada pela menor influência dos processos erosivos, por serem áreas mais estáveis, o que

influencia positivamente no processo de desenvolvimento das plântulas nesses ambientes.

Os resultados encontrados para a declividade são explicados pela maior dificuldade de explorar os ambientes da região de Mar de Morros, com declividade superior a 30%, e por causa das restrições de exploração florestal determinada pela legislação ambiental. A preferência da regeneração natural nas condições de orientação da vertente sudeste a sudoeste é explicada pela maior oferta de atributos favoráveis a esse processo. Nessa faixa de orientação, as regiões recebem uma maior oferta de umidade decorrente dos ventos oriundos do oceano e menor incidência de raios solares, tendo assim um microclima propício à regeneração.

A regeneração natural quanto à radiação solar global apresentou uma preferência para o intervalo de

Tabela 1. Número de áreas, área média e total da regeneração natural na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, quanto aos fatores topográficos, no intervalo de 17 anos.

Table 1. Number of areas, average size and total natural regeneration in the sub-basin Cachimbal stream, as the topographic factors in the range of 17 years.

Fator Topográfico		Área Regenerada			Área Total (%)
Classe	Número de Áreas Regeneradas	Área Média (ha) ± Desvio Padrão	Σ Área Total (ha)		
Superfície	Côncava	72*	1,14 ± 1,29	81,79*	6,44
	Plana	227*	5,16 ± 16,53	1172,11*	92,30
	Convexa	15*	1,06 ± 0,99	15,97*	1,26
Declividade	Plana	26*	1,88 ± 2,91	48,86*	3,85
	Suave Ondulada	58*	1,58 ± 1,75	91,79*	7,23
	Ondulada	108*	4,23 ± 13,43	456,35*	35,94
	Forte Ondulada	118*	5,68 ± 19,03	670,19*	52,78
	Montanhosa	4*	0,67 ± 0,54	2,69*	0,21
	Escarpada	0*	0	0*	0,00
	Norte	1*	0,32 ± 0	0,32*	0,02
Orientação	Nordeste	12*	0,79 ± 0,51	9,44*	0,73
	Leste	33*	1,01 ± 0,77	50,12*	3,90
	Sudeste	63*	1,94 ± 2,58	122,22*	9,50
	Sul	88*	7,28 ± 20,02	640,65*	49,80
	Sudoeste	64*	6,11 ± 19,99	390,73*	30,37
	Oeste	32*	1,70 ± 1,96	54,42*	4,23
	Noroeste	21*	0,89 ± 0,73	18,66*	1,45
Radiação	<1500000	19*	1,00 ± 0,77	19,03*	1,50
	1500000-1600000	69*	3,30 ± 4,62	227,36*	17,90
	1600000-1700000	212*	4,76 ± 17,00	1009,78*	79,52
	>1700000	14*	0,98 ± 0,98	13,70*	1,08

*Valores de χ^2 significativos com $p < 0,05$.

1500000 a 1600000 Watts, o que é um indício de que a radiação influencia na regeneração. Silveira & Silva (2010), avaliando a dinâmica da regeneração natural na Floresta Atlântica, observaram que os fatores ambientais mais relevantes foram a declividade e a insolação, sendo que, preferencialmente, a regeneração natural ocorreu nas encostas com menor insolação, maior umidade do solo e declividade elevada.

Resultados similares foram observados por Silva et al. (2006), que estudando o efeito dos fatores físicos na regeneração natural, constataram a influência dos fatores declividade, orientação da vertente e forma da superfície na dinâmica da vegetação arbórea da bacia hidrográfica, sendo a regeneração favorecida nas encostas voltadas para o sul.

A análise de componentes principais (Figura 5) confirma o efeito dos fatores topográficos na dinâmica da regeneração natural, evidenciando que os fatores topográficos estão correlacionados e influenciam positivamente quanto à ocorrência do processo de

regeneração natural na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Cachimbal. Sendo a correlação mais forte com o fator superfície, seguido da exposição da vertente, declividade e da radiação solar global. Baylão et al. (2013), estudando os fatores do meio físico associados aos estabelecimentos das espécies rústicas em ecossistemas perturbados na Mata Atlântica, observaram que os fatores topográficos exposição, altitude e declividade foram determinantes nas condições ambientais dos micro-habitats de ocorrência preferencial das espécies rústicas.

Identificaram-se as áreas da sub-bacia do ribeirão em que o processo de regeneração natural foi expressivo (Tabela 1) sob influência dos atributos topográficos (Figura 5). Constataram-se 126,53 ha de áreas preferenciais ao processo de regeneração natural (Figura 6), o que representa 1,21% da área total da sub-bacia hidrográfica. Desse total, apenas 50,12 ha possuem cobertura florestal; os outros 70,41 encontram-se antropizados, sendo a maioria dessas áreas ocupada por pastagens abandonadas (Menezes, 2008).

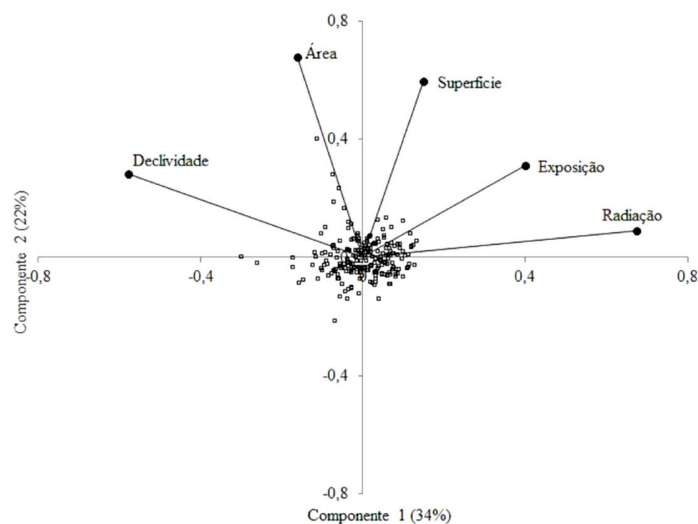


Figura 5. Análise de componentes principais das áreas de regeneração natural e as variáveis topográficas.
Figure 5. Principal component analysis of natural regeneration areas and topographical variables.

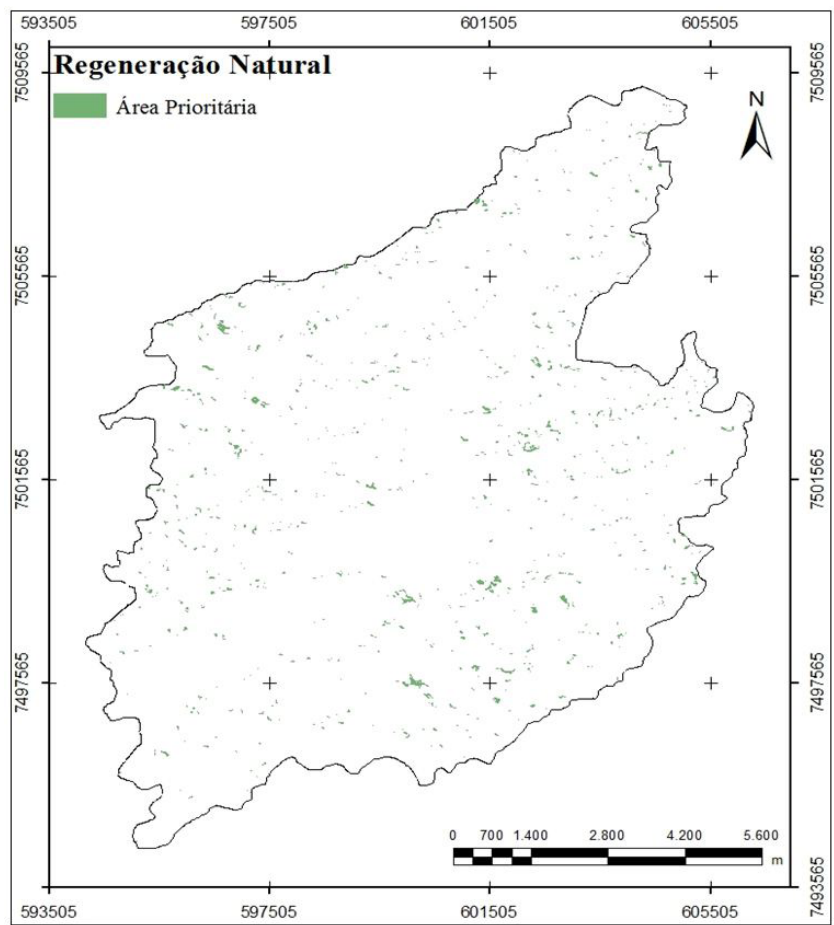


Figura 6. Áreas prioritárias para regeneração natural, quanto às condições microclimáticas da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Cachimbal.
Figure 6. Priority areas for natural regeneration, for the microclimate conditions of the sub-basin of Cachimbal stream.

Em relação à área (1,21%), os ambientes favoráveis à regeneração natural não foram representativos na sub-bacia do ribeirão Cachimbal. Por outro lado, em termos econômicos, é importante considerar esses ambientes no planejamento das atividades de reflorestamento. Na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, nos ambientes favoráveis à regeneração natural, para que o processo de reflorestamento da sub-bacia aconteça não é necessária a intervenção antrópica, no entanto, nos demais ambientes antropizados é necessária a intervenção antrópica para o processo de revegetação ocorrer.

Segundo Diniz (2011), o potencial de expansão dos fragmentos florestais de uma matriz perturbada deve ser considerado na implantação de projetos de reflorestamento. O autor ressalta a redução do consumo de capital para execução da atividade, pois apenas a proteção dessas áreas é suficiente para o início do processo de recuperação ambiental.

4. CONCLUSÕES

A sub-bacia do ribeirão Cachimbal possui padrão peculiar na distribuição dos fatores topográficos (superfície, declividade, orientação da vertente e radiação solar global), o que está relacionado ao ambiente de Mar de Morros ao qual está inserida, garantindo assim a formação de microclima e ambientes específicos e diversos.

O processo de regeneração natural na região de Mar de Morros no médio vale Paraíba do Sul é influenciado pelos fatores topográficos e acontece principalmente nos ambientes com superfície plana, declividade variando de ondulada a forte ondulada, orientação da vertente variando de sudeste a sudoeste e radiação solar global entre 1500000 e 1700000 Watts.

Na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, os ambientes favoráveis à regeneração natural não são suficientes para que a sub-bacia tenha sua cobertura florestal original restabelecida, por representar apenas 1,2% da área da sub-bacia hidrográfica, o que remete à necessidade de intervenção antrópica.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 1 nov., 2016

Aceito: 24 nov., 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Marcos Gervasio Pereira

Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Rodovia BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil
e-mail: mgervasiopereira01@gmail.com

REFERÊNCIAS

- Allen RG, Tasumi M, Trezza R, Waters R, Bastiaanssen W. *Surface energy balance algorithms for land (SEBAL): advance training and users manual*. Kimberly: Idaho Implementation; 2002.
- Bastiaanssen WGM, Menenti M, Feddes RAAM, Holtslag AAM. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. *Journal of Hydrology* 1998; 212-213: 198-212. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694\(98\)00253-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00253-4).
- Baylão HF Jr, Valcarcel R, Nettesheim FC. Fatores do meio físico associados ao estabelecimento de espécies rústicas em ecossistemas perturbados na Mata Atlântica, Pirai - RJ, Brasil. *Ciência Florestal* 2013; 23(3): 305-315.
- Bispo PC, Valeriano MM, Kuplich TM. Variáveis geomorfométricas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). *Acta Amazonica* 2009; 39(1): 81-90. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000100008>.
- Caldas AJFS. *Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de habitat na Serra da Condição, Vale do Paraíba – RJ* [dissertação]. Seropédica: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2006.
- Calegari L, Martins SV, Gleriani JM, Silva E, Busato LC. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandí, MG, para fins de restauração florestal. *Revista Árvore* 2010; 34(5): 871-880. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500012>.
- Cardoso E, Schiavini I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica* 2002; 25(3): 277-289. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042002000300004>.
- Chander G, Markham B, Helder DL. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment* 2009; 113(5): 893-903. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.007>.
- Diniz, AR. *Dinâmica de fragmentos florestais da Mata Atlântica na região do médio vale Paraíba do Sul, Rio de Janeiro* [dissertação]. Seropédica: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2011.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA; 1999.
- Fu P, Rich PM. *The solar analyst 1.0 manual*. Estados Unidos da América: Helios Environmental Modeling Institute (HEMI); 2000.
- Fundação SOS Mata Atlântica – SOSMA. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 2005-2008*. São Paulo: SOS Mata Atlântica/INPE/ISA; 2009.
- Gandolfi S. *História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)* [tese]. Campinas: Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas; 2000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Mapas de bioma e vegetação do Brasil* [online]. Rio de Janeiro: IBGE; 2004 [citado em 2012 maio 15]. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias21052004homes.shtml
- Maciel MNM, Watzlawick LF, Schoeninger ER, Yamaji FM. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. *Revista Ciências Exatas e Naturais* 2002; 4(1): 101-114.
- Markham BL, Baker JL. Landsat MSS and TM Post-Calibration Dynamix Ranges, Exoatmospheric Reflectances and At-Satellite Temperatures. *Landsat Technical Notes* 1987; 1: 3-5.
- Marques O, Tienne L, Cortines E, Valcarcel R. Atributos ambientais definidores de presença de fragmentos florestais de Mata Atlântica em microbacias instáveis. *EDUR. Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida* 2005; 24(2): 145-150.
- Menezes, CEG. *Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ* [tese]. Seropédica: Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2008.
- Oliveira-Filho AT, Curi N, Vilela EA, Carvalho DA. Tree species distribution along soil catenas in a riverside Semideciduolus Forest in southeastern Brazil. *Flora* 1997; 192(1): 47-64. [http://dx.doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30754-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30754-5).
- Rich PM, Dubayah R, Hetrick WA, Saving SC. Using Viewshed models to calculate intercepted solar radiation: applications in ecology. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical Papers* 1994; 4: 524-529.
- Rosemback R, Ferreira NJ, Shimabukuro YE, Conforte JC. Análise da dinâmica da cobertura vegetal na região sul do Brasil a partir de dados MODIS/terra. *Revista Brasileira de Cartografia* 2010; 62(2): 401-416.
- Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: *Proceedings of the 3rd Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*; 1973; Washington. Washington: NASA; 1973. p. 309-317. vol. 1.
- Santos AC, Salcedo IH, Candeias ALB. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. *Revista Brasileira de Cartografia* 2009; 54: 86-94.
- Schmidt J, Evans IS, Brinkmann J. Comparison of polynomial models for land surface curvature calculation. *International Journal of Geographical Information Science* 2003; 17(8): 797-814. <http://dx.doi.org/10.1080/13658810310001596058>.
- Silva VV, Schumm L, Roig HL, Silveira CS, Ferreira AMM. *Uso do geoprocessamento como ferramenta para análise geoecológica: o exemplo da bacia do Paqueta*. Niterói: CADMA; 2006.
- Silva WG, Metzger JP, Simões S, Simonetti C. Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover on the Ibiúna Plateau, SP. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia* 2007; 67(3): 403-411. PMID:18094822. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000300004>.
- Silveira CS, Silva VV. Dinâmica de regeneração e desmatamento da vegetação provocadas por fatores climáticos e geomorfológicos: uma análise geoecológica através de SIG. *Revista Árvore* 2010; 34(6): 1025-1034. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000600008>.
- Souza AL, Schettino S, Jesus RM, Vale AB. Dinâmica da composição de um Floresta Ombrófila Densa Secundária, após corte de cipós, reserva natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A, Estado do Espírito Santo, Brasil. *Revista Árvore* 2002; 26(5): 549-558. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000500004>.
- Venturoli F, Felfili JM, Fagg CW. Avaliação temporal da regeneração natural em uma Floresta Estacional Semidecídua Secundária, em Pirenópolis, Goiás. *Revista Árvore* 2011; 35(3): 473-483. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300010>.