

Estudo de sítios florestais e fragmentos de Mata Atlântica na Bacia do Rio Itapemirim usando imagens CBERS e dados SRTM

Yhasmin Gabriel Paiva¹
Kennedy Ribeiro da Silva¹
José Eduardo Macedo Pezzopane¹
André Almeida Quintão¹
Alexandre Cândido Xavier¹
Roberto Avelino Cecílio¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo - UFES/Nedtec

Caixa Postal 16 - 29500-000 - Alegre - ES, Brasil

yhasminp@hotmail.com / kennedyfloresta03@hotmail.com / jemp@npd.ufes.br/

andreqa@gmail.com / xavier@cca.ufes.br/ rcecilio@cca.ufes.br

Abstrac: Itapemirim Reaver watershed (BRI) presents potential to the development of forestry empreendiments Due to it's envirenmental, social and economics characteristics. This paper has delimitar forestry siter at BRI accountig for climactic, soil a topographical data. It was also done the study of the Atlantic Forest fragmenst conditions at BRI. Forestry siter were delimitated using SRTM elevation data, Thorntwait & Mathir water balance and soil classes map. Atlantic Forest fragments were individualized by visual classification of CBERS-CCD sattelit imagens. The obtained results showed that the use of climatic, soil and topographcal data are very useful to forestry sites delimitation. CBERS-CCD sattelite images allowed good classification of forestry fragments, besider its low spatial resolution.

Palavras Chave: Atlantic Foret, SRTM date, CBERS, Floresta Atlântica

1. Introdução

A cobertura florestal possui uma estreita relação com o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, interferindo no movimento da água em vários compartimentos do sistema, inclusive nas saídas para a atmosfera e para os rios. A mata desempenha inúmeras funções ecológicas, entre elas a da proteção da biodiversidade. Sendo assim, o papel da floresta na conservação dos recursos hídricos é exercido através da influência sobre diferentes processos hidrológicos.

Considerados como de maior influência na distribuição e no desenvolvimento da vegetação, os fatores climáticos são os principais componentes em estudos de classificação e zoneamento (Oliveira Neto, 2000). A disponibilidade hídrica dos solos é influenciada pelas condições térmicas e pela distribuição espaço temporal das precipitações. A temperatura influencia os processos fisiológicos da planta, como fotossíntese, respiração, transpiração e divisão celular; enquanto a água é fundamental a todos os processos fisiológicos e bioquímicos (Pereira et al., 2002).

A delimitação de áreas físicas homogêneas constitui uma eficiente ferramenta no planejamento do uso de recursos naturais e na otimização de investimentos. Esta prática permite avaliar a capacidade produtiva de uma determinada área, correlacionando com a espécie ou espécies que nela se deseja produzir. Desta forma, grande parte das decisões tomadas no manejo florestal tem base mapeamentos de Habitats Florestais (Andrade, 1978).

Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2002), restam atualmente apenas 8% da área originalmente coberta pela Mata Atlântica. Esta se encontra extremamente

fragmentada, o que torna este ecossistema frágil, despertando preocupações e evidenciando a necessidade de estudos visando subsidiar ações para manter a sustentabilidade dos fragmentos. Para que tornem possíveis as ações que promovam a recuperação e até mesmo a interligação dos fragmentos florestais, através dos corredores ecológicos, é necessária a realização do diagnóstico da atual situação.

Quando se pretende implantar, numa determinada região, um empreendimento florestal é necessário ter um amplo conhecimento da espécie a ser introduzida, bem como, do potencial produtivo do local.

Devido às características ambientais e sócio-econômicas a Bacia do Rio Itapemirim (BRI) apresenta um grande potencial para o desenvolvimento de empreendimentos florestais com objetivos econômicos e ambientais. No entanto, a inexistência de uma caracterização ambiental em escala adequada para a bacia e a ausência de trabalhos científicos que indiquem as áreas mais adequadas para o plantio de espécies arbóreas podem comprometer o sucesso dos projetos florestais na região.

O objetivo deste trabalho é delimitar áreas internamente homogêneas e heterogêneas entre si, denominadas de sítios florestais, levando-se em consideração fatores climáticos, edáficos e de relevo, e ainda a realização do estudo da condição atual dos remanescentes florestais de Mata Atlântica presentes na BRI utilizando imagens CCD - CBERS-2 e dados de elevação SRTM.

2. Material e Métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, localizado na região Sul do estado do Espírito Santo. Possui uma área de cerca de 592176 ha, situada entre os meridianos 40°48'e 41°52' de Longitude Oeste e entre os paralelos 20°10' e 21°15' de Latitude Sul, compreendendo 17 municípios.

Para a delimitação dos sítios florestais foram utilizados, parâmetros edáficos, topográficos, e fatores climáticos representados pela temperatura, precipitação, déficits hídricos e relação de evapotranspiração real e potencial.

O modelo digital de elevação do terreno utilizado foi originado dos dados de altitude disponibilizados pelo projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), no endereço eletrônico da NASA (National Aeronautics and Space Administration): http://www.jpl.nasa.gov/srtm/southamerica_ra_dar_imagens.html. Tais dados apresentam resolução espacial de 90 m e escalas de digitalização de 1: 250.000.

Em razão de não serem realizadas as medições de temperaturas do ar nos postos pluviométricos presentes na bacia, esta variável foi estimada através do modelo matemático desenvolvido por Pezzopane et al. (2004) ajustado para todo o estado do Espírito Santo, no qual a latitude e a altitude são as variáveis independentes e a temperatura do ar a variável dependente como demonstrado a seguir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Alt} + \beta_2 \text{Lat}$$

em que:

Y_i = Temperatura do ar (°C);

Alt = Altitude (m);

Lat = Latitude, em graus e décimos;

β_0 , β_1 e β_2 = coeficientes da equação de regressão ajustados para cada mês do ano.

Com os valores mensais de temperatura do ar de cada célula da matriz, foi obtida uma carta digital com o total de graus-dias acumulados durante o ano na bacia, utilizando a metodologia proposta por Pereira et al. (2002) e Rosemberg et al. (1983).

Na caracterização da disponibilidade hídrica na BRI foram utilizadas séries históricas de chuvas (30 anos) coletadas em postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram utilizados dados de precipitação média anual, obtidos em 16 postos pluviométricos (**Figura 1-a**), 13 na bacia e 3 na vizinhança no período de 1976 a 1997. A inclusão de postos pluviométricos fora do limite da bacia teve como objetivo eliminar o efeito de borda no processo de interpolação, sendo também utilizado por Moreira (1997) e Andrade (1998).

A evapotranspiração potencial foi calculada pelo modelo proposto por Thornthwaite (1948), que é baseado na temperatura média do ar e radiação solar no topo da atmosfera.

A disponibilidade hídrica foi determinada a partir de resultados dos balanços hídricos climatológicos médios (Thornthwaite & Matther, 1955) calculados em função dos dados de chuva e evapotranspiração mensais, determinada pela razão entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração potencial (ER/EP). Utilizando-se valores de evapotranspiração real (ER) e potencial (EP) calculou-se a razão ER/EP. Adotou-se capacidade de armazenamento de água no solo de 100 mm.

Na espacialização dos dados climáticos (**Figura 1-b**), foi utilizado o software SURFER, versão 6.01 para Windows (Golden Software, 1995). O método utilizado na interpolação foi o da Krigagem linear, pelo fato de se adequar a quase todos os tipos de dados, propiciando melhores resultados e ser de mais fácil interpretação (Andrade, 1998).

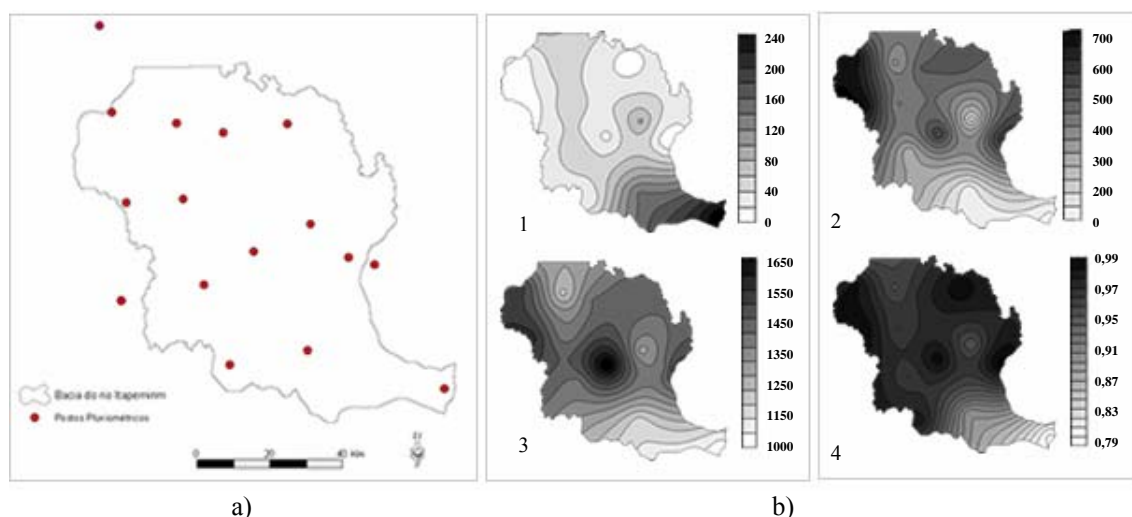


Figura 01 – a) Postos pluviométricos b) Mapas interpolados: 1- Excedente Hídrico; 2- Déficit Hídrico; 3- Precipitação e 4- ER/EP.

As classes de solos da bacia foram obtidas por meio da digitalização da carta do Estado do Espírito Santo, produzida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999) realizada na escala 1:400.000. De acordo com a carta, a bacia apresenta doze categorias de solos.

Com os valores individuais de cada pixel do mapa, obtidos dos parâmetros avaliados e suas coordenadas geográficas correspondentes, os dados foram exportados para posterior análise.

Foi efetuada a análise estatística dos dados usando-se o software Estatística 6.0. Realizou-se o agrupamento não-hierárquico, com o método convergente de agrupamento.

Os resultados das análises foram reportados ao software de geo-processamento e assim delimitados os sítios ambientais homogêneos na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim.

Para realizar o diagnóstico da condição atual dos fragmentos de Mata Atlântica presentes na região da bacia, utilizou-se as imagens do satélite CBERS-2 (“China-Brazil Earth Resources”), produto do sensor CCD, com resolução espacial de 20 m, obtidas através do

endereço eletrônico: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR> na data 03/04/2005. Este sensor possui cinco bandas espectrais, três na faixa do visível uma no infravermelho próximo e outra na pancromática.

Foram adquiridas quatro cenas que compõem toda a área da bacia. As imagens foram processadas nas coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), zona 24, datum SAD 69. Realizou-se a correção geométrica e posteriormente o mosaico das quatro imagens com as suas respectivas bandas.

A identificação das áreas de florestas na imagem pôde ser melhor realizada através da composição nas bandas espectrais do azul, verde e infravermelho próximo. Esta possui a maior refletância de floresta visualizada através da tonalidade que cada feição adquirida na imagem.

Dispostos dos dados de cobertura florestal nativa na região da bacia, foi verificada a área total de fragmentos pertencentes a cada sítio delimitado para posterior análise.

3. Resultados e Discussões

Os sítios ambientais delimitados na região da bacia do rio Itapemirim - BRI são expostos na **Figura 2** apresentando três classes. O sítio 1 se encontra ao norte da bacia e determinadas regiões centrais, é o maior sítio delimitado com área de cerca de 343759.4 ha, correspondendo a 58.1 % da área total da bacia. O sítio 2 possui área de 151185.7 ha (25.5 % da área total), situado ao centro da bacia. O sítio 3, menor deles, localiza-se ao sul da bacia ocupando uma área de 97230.8 ha (16.4 % da área total).

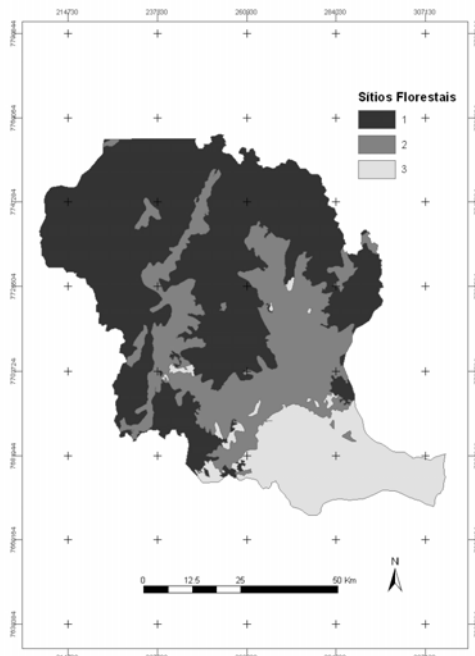


Figura 2 - Sítios ambientais delimitados na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim.

Os parâmetros para a formação de sítios florestais se encontram na **Tabela 1** com valores médios de cada um deles em cada sítio delimitado.

O sítio 1 apresenta altitudes médias expressivamente superior às demais, deve-se ao fato de, nesta região da Bacia, se encontrar o Parque nacional do Caparaó, com elevação de

2874 m. Verifica-se que, neste mesmo sítio, são encontrados os menores valores médios de temperatura (19,16°C). O relevo é um fator intrínseco topoclimático, que condiciona o terreno a diferentes exposições à radiação solar direta, logo a configuração do terreno também influi na sua temperatura (Pereira et al, 2002). Confirmando esta correlação, no sítio 3, que abriga o litoral, ou seja, nível de altitudes próximas a zero, a temperatura foi a maior do que os demais (23,82 °C).

A temperatura do ar exerce influência sobre vários aspectos da produtividade vegetal, estando relacionada com o crescimento e desenvolvimento das plantas, devido ao seu efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte (Pereira et al, 2002). Para plantio florestal, é adequado o uso de espécies florestais adaptadas a ambientes com menores temperaturas como por exemplo, *Araucária angustifolia*.

A quantidade e a distribuição de chuvas que ocorrem anualmente em uma região podem determinar o tipo de vegetação natural existente já que a água atua como fator indispensável no desenvolvimento da vegetação. O sítio ambiental 1 é a região que apresenta os maiores valores de precipitação anual, com média de 1414 mm, o que pode indicar uma alta taxa de produção de biomassa. Segundo Leopoldo et al., (1981), a cobertura do terreno está intimamente ligada à área foliar, tendo menor influência à quantidade de chuva, assim, essa produção de biomassa fica também condicionado ao grau de interceptação de água pela arquitetura do dossel da floresta.

Nos sítios 2 e 3 foram encontrados valores médios da relação de evapotranspiração 0,92 e 0,87 respectivamente. Para estes, o suprimento hídrico apresenta-se mais restrito já que valores acima de 0,95 desta relação referem-se a condições de deficiência hídrica, podendo limitar o crescimento e reprodução à cultura florestal a ser implantada, Verifica-se que no sítio 3, a condição média de déficit é mais acentuada (112 mm). Assim, deve-se ao realizar o plantio de povoamentos florestais, dispor de suporte de irrigação para um melhor desenvolvimento da espécie.

Tabela 1 – Média dos parâmetros de climatológicos e de relevo nos sítios da BRI.

Sítios	Precipitação (mm)	Altitude (m)	Deficit (mm)	er/ep	Excedente (mm)	Temperatura (°C)
1	1414.00	1926.54	34.00	0.95	426.00	19.16
2	1385.00	701.07	47.00	0.92	336.00	22.48
3	1224.00	180.66	112.00	0.87	161.00	23.82

A **Figura 3** indica a situação atual das florestas nativas na região da bacia, evidenciadas em cada sítio delimitado.

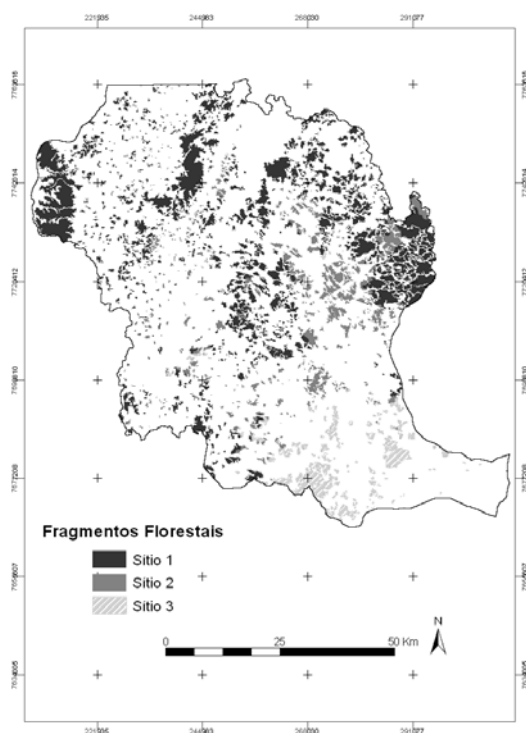


Figura 3 - Fragmentação na Bacia do Rio Itapemirim

A área total de fragmentos florestais da bacia foi de cerca de 116867 ha, correspondendo a 19,7 % da área da bacia. Deve-se salientar que este resultado deve ser avaliado sabendo que a imagem cbers é de média resolução (Nakamura et al, 2005), portanto, o nível de detalhamento é reduzido.

Nota-se que Floresta Nativa existente no sítio 1 é melhor conservada que os demais, 24,2 % de sua área é composta mata (83147 ha). Este sítio localiza-se na região serrana onde são encontradas, como já verificado, as maiores altitudes, além da topografia acidentada, tornando essas Áreas de Preservação Permanente (APP's). O sítio 2 e 3 possuem 15,3% e 11% de áreas de matas conservadas correspondendo a 23072,9 ha e 10647 ha respectivamente.

A Floresta Natural da bacia apresenta-se bastante fragmentada com 1957 fragmentos (**Tabela 2**). Esta intensa fragmentação é decorrente principalmente atividades agrícolas presentes na bacia como por exemplo pastagens e cafeicultura iniciados historicamente com retirada de matas nativas.

Verifica-se que a maior parte dos fragmentos florestais da bacia se encontram na classe de área de 1 a 20 ha. Este resultado, indica que cerca de metade deles possuem áreas reduzidas, estando sujeitos a maiores interferências de atividades antropogênicas, o que pode causar desequilíbrios a estes ambientes e conseqüente extinção destes fragmentos de mata nativa.

Tabela 2- Dados divididos em classe correspondente a área e percentuais da fragmentação florestal, encontrados através de uma imagem CBERS -2 na Bacia do Rio Itapemirim, Sul do Espírito Santo.

Classe de área (ha)	Fragmentos	
	Nº de ocorrência	%
< 1	69	3.57
1-20	934	47.72
20-40	353	18.03
40-60	191	9.75
60-80	90	4.59
80-100	68	3.47
>100	252	12.87
Total	1957	100

Com o conhecimento da situação atual das florestas naturais verificados região da bacia, viu-se necessárias implantações de reflorestamentos como alternativas ecológicas e econômicas. A delimitação dos sítios ambientais pode contribuir para posteriores estudos e aplicações como o planejamento ambiental orientando o plantio de essências florestais e ainda realização de zoneamentos de espécies florestais na bacia do Rio Itapemirim.

4. Conclusões

Os resultados obtidos permitem concluir que a utilização de variáveis climáticas, juntamente com componentes do balanço hídrico, classes de solos e atributos do relevo, contribuem satisfatoriamente na delimitação de sítios florestais.

O uso das imagens CBERS-CCD apresentaram bons resultados, apesar da média resolução da imagem, permitindo o diagnóstico da condição atual das Florestas Naturais na Bacia do Rio Itapemirim.

5. Referências

- Andrade L. A. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a leste do meridiano de 44° oeste e ao norte do paralelo de 16° sul:** uma abordagem climática. 1998. 147p. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 1412p
- Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: período 1995-2000. **Relatório Final.** 2002
- Golden Software. **SURFER for Windows: user`s guide:** version 6.01, Colorado, 1995.
- Leopoldo, P.R.; Souza, A.P.; Tuacek Filho, S. Interceptação da água da chuva e cultura de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, 98(6): 9-16, 1981
- Moreira, I. P. S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° de latitude Sul e 39° 51' de longitude Oeste.** 1997. 156p. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- Nakamura, J.; Novo, E. Mapeamento da mancha urbana utilizando imagens de média resolução: sensores CCD/CBERS2 e TM/Landsat5 - estudo de caso da cidade de Rio Branco- Acre. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005, p.3843-3850.

Oliveira Neto, S. N. de. **Classificação ecológica do território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste: uma abordagem climática**. 2000. 109p. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

Pereira, A.R.; Angelocci, L.R.; Sentelhas, P.C. **Agrometeorologia**. Porto Alegre: Editora Agropecuária, 2002. 190p.

Rosenberg, N., Blad, B.L., Verna, S.B. **Microclimate: the biological environment**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1983. 495p.

Thornthwaite, C.W. Na approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**. 38:55-94, 1948.

Thornthwaite, C.W., Matter, J.R. **The water balance**. New Jersey: Publications in Climatology, 8, Centerton, New Jersey, 1955. 150p.