

## ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NA CARACTERIZAÇÃO DE FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO RJ

SIMONE RODRIGUES FREITAS<sup>1,2</sup>  
CARLA BERNADETE MADUREIRA CRUZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lab. Geomorfologia Fluvial, Costeira e Submarina - Grupo de Sensoriamento Remoto  
Depto. Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
21949-900 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil  
cmad@domain.com.br

<sup>2</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ - Bolsista da CAPES  
sfreitas@biologia.ufrj.br

**Abstract.** Remote sensing is a powerful tool to monitoring tropical forests. In this sense, vegetation indexes are useful to identify different kinds of forest. Here we compare the performance of three vegetation indexes - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Moisture Vegetation Indexes using band 5 (MVI5) and using band 7 (MVI7) to aerofotos. The study area is the Guapiaçú basin located in Rio de Janeiro State, Brazil. This area has many Atlantic forest fragments surrounded mainly by pastures. The Landsat 7 ETM+ was corrected radiometrically through improved Chavez method. MVI7 obtained the best performance because it could discriminate more forest classes. NDVI superestimated forest classes and MVI 5 subestimated them.

**Keywords:** remote sensing, vegetation index, NDVI, MVI, Atlantic Forest, Landsat.

### 1. Introdução

A Mata Atlântica é uma das áreas prioritárias para a conservação devido a sua alta concentração de espécies endêmicas e às altas taxas de perda de habitat, principalmente causadas pelo desmatamento (Myers *et al.*, 2000). O processo de ocupação humana transformou a Mata Atlântica em uma paisagem fragmentada onde diversos remanescentes florestais, a maioria com áreas inferiores a 500ha, são cercados por diferentes tipos de uso da terra com distintos graus de impacto sobre a floresta (Gascon *et al.*, 2000).

A acelerada perda de diversidade devido à ocupação humana desordenada torna imprescindível uma expansão na escala de análise para a escala de paisagem (Sample, 1994). Neste aspecto, o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas vêm se mostrando, cada vez mais, ferramentas fundamentais para estudos ambientais. Para monitorar a cobertura vegetal com base no sensoriamento remoto, desenvolveu-se uma série de índices de vegetação, que se sustentam no comportamento espectral do alvo vegetação. Na região tropical, a maior parte desses estudos tem sido realizada na região amazônica, no cerrado e em áreas de florestas plantadas (p.ex. *Pinus* e *Eucalyptus*), sendo pouco feito em áreas de Mata Atlântica.

Este trabalho tem como objetivo gerar imagens de três índices de vegetação – NDVI, MVI5 e MVI7 – e comparar seus desempenhos na caracterização de tipos de cobertura vegetal na Mata Atlântica.

### 2. Área de Estudo

A bacia do rio Guapiaçú situa-se nos municípios de Guapimirim e de Cachoeiras de Macacu (22°42'27"S, 43°04'21"W e 22°19'09"S, 42°37'31"W), no Estado do Rio de Janeiro (**Figura 1**). A região encontra-se sob o domínio da Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana (IBGE, 1991). Os remanescentes florestais situam-se nos cumes de morrotes (100 a 200m de altitude), sendo circundados por pastagens ou plantações. Estes fragmentos florestais estão geralmente dentro de pequenas propriedades rurais, e às vezes em fazendas de médio porte

cuja atividade predominante é a criação de gado leiteiro e de corte. A bacia do rio Guapiaçú drena a escarpa montanhosa da Serra do Mar (localmente denominada Serra dos Órgãos), englobando colinas e baixadas até desaguar na Baía de Guanabara. Na bacia do rio Guapiaçú foram estudados no campo, nove fragmentos florestais e uma área de mata contínua (Sítio Rosimery) usada como controle.

### 3. Material e Métodos

A imagem utilizada foi obtida no dia 28 de fevereiro de 2000 pelo satélite Landsat 7 ETM+, na órbita/ponto 217/76. A imagem foi georreferenciada e corrigida radiometricamente através do método de Chavez (1996), que corrige tanto o efeito do espalhamento atmosférico aditivo quanto o efeito de transmitância multiplicativa. Posteriormente, foi calculado o índice de vegetação de diferença normalizada,  $NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED)$  (Rouse *et al.*, 1974). Mas como as bandas do visível estão sujeitas a altos graus de espalhamento atmosférico (Ponzoni, 2001), utilizou-se também o índice de vegetação de umidade (MVI), que usa uma equação semelhante a do NDVI substituindo a banda do vermelho pelas do infravermelho médio, bandas 5 ( $MVI5=(NIR-MIR5)/(NIR+MIR5)$ ) e 7 ( $MVI7=(NIR-MIR7)/(NIR+MIR7)$ ) (Sousa & Ponzoni, 1998). Os índices de vegetação foram divididos por categorias: Não-Floresta (com valores de 0,0 a 0,2), Transição (0,2-0,5), Capoeira1 (0,5-0,6), Capoeira2 (0,6-0,7), Capoeira3 (0,7-0,8) e Floresta (0,8-1,0). Todo o processamento digital da imagem foi feito no software SPRING 3.6 (INPE/DPI, 2002). Para comparar o desempenho dos índices de vegetação usou-se como base fotografias aéreas tiradas em janeiro de 1996, na escala de 1:20.000, pela Empresa Aerofoto Cruzeiro, contratada pela Fundação CIDE/RJ.

### 4. Resultados e Discussão

Observando a área de estudo como um todo (**Figura 2**), nota-se que o índice de vegetação MVI7 foi capaz de detectar uma maior variedade de categorias. O NDVI superestimou os valores do índice classificando a maioria dos fragmentos florestais como floresta, enquanto que o MVI5 subestimou, os classificando como área de transição. Já o MVI7 classificou a maior parte dos fragmentos florestais como Capoeira 3. Além disso, outros tipos de uso do solo como pastagens (tons de rosa-lilás na **Figura 2A**) foram classificados como transição pelo NDVI e pelo MVI7, enquanto o MVI5 os classificou como não-floresta. A classificação subestimada de MVI5 é percebida nas várias áreas não-classificadas (brancas) onde os valores são negativos. Quando os fragmentos florestais são observados em detalhe, percebe-se que no Fragmento 5 (**Figura 3**), o MVI7 foi capaz de detectar uma clareira em regeneração situada no centro do fragmento, ao contrário do NDVI. Essa clareira pode ser observada claramente na fotografia aérea (**Figura 3E**). O MVI5 também conseguiu discriminar a clareira, mas a classificou como não-floresta, e não como capoeira como o esperado. Além disso, o MVI7 foi capaz de delimitar bem a área de capoeira3 (com maior biomassa vegetal) da capoeira 2, coincidindo com os limites mostrados na aerofoto. No Fragmento 17, o mesmo padrão é observado (**Figura 4**), confirmando o melhor desempenho do MVI7. Neste fragmento, o NDVI superestima os valores do índice e não é capaz de delimitar a separação entre duas áreas de capoeira, claramente notada na fotografia aérea (**Figura 4E**). O entorno deste fragmento caracterizado como áreas de transição e capoeiras 1 e 2, são melhor delimitados pelo MVI7 do que pelo NDVI, que superestima a área de floresta. Tanto o MVI5 quanto o MVI7 delimitaram o limite do fragmento de forma semelhante a mostrada pela aerofoto, no entanto, novamente o MVI5 considerou o fragmento como área de transição. Na área de mata contínua, o desempenho do MVI7 foi ainda melhor, destacando algumas áreas de clareira em regeneração e as classificando como capoeira 1 ou transição de forma similar a aerofoto (**Figura 5**). Novamente o NDVI superestimou os valores do índice classificando essas áreas

de clareira como floresta, enquanto que o MVI5 os subestimou, as classificando como não-floresta. As áreas de pasto (lilás na **Figura 5A**), foram classificadas como transição no NDVI e no MVI7 e não foram classificadas pelo MVI5. Assim como constatado por Sousa & Ponzoni (1998) com florestas de *Pinus* spp., o MVI parece ser mais sensível às alterações da biomassa vegetal do que o NDVI. No entanto, aqui o índice de vegetação MVI7 foi o que mostrou melhor desempenho em discriminar diferentes tipos de floresta, ao contrário do encontrado por Sousa & Ponzoni (1998) onde o MVI5 obteve melhor desempenho. É importante ressaltar que a correção radiométrica de Chavez (1996) foi uma etapa fundamental neste estudo possibilitando otimizar o desempenho dos índices de vegetação.

## 5. Considerações Finais

- A correção radiométrica de Chavez (1996) otimizou o desempenho dos índices de vegetação;
- O MVI7 obteve melhor desempenho na caracterização de diferentes tipos de floresta, considerando os fragmentos florestais como capoeira, de forma similar às aerofotos;
- O MVI5 subestimou as classes de tipos de vegetação, considerando os fragmentos florestais como áreas de transição, enquanto que o NDVI superestimou essas classes, considerando os fragmentos como floresta, diferente do observado nas fotografias aéreas.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos a Orlando S. Watrin pelas enriquecedoras discussões, a José Marinaldo Gleriani e Jurandir Zullo Jr. pelo apoio na correção radiométrica, e a Flávio J. Ponzoni e Cláudia L. Sousa pelo auxílio nos índices de vegetação. Somos gratas também pelo apoio financeiro da CAPES, CNPq, PROBIO/MMA e IBAM/IBAMA.

## 7. Referências Bibliográficas

Chavez Jr., P. S. Image-based atmospheric corrections: revised and improved. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 62, n. 9, p. 1025-1036, 1996.

Gascon, C.; Williamson, G. B.; Fonseca, G. A. B. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, v. 288, p. 1356-1358, 2000.

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 1991, 92p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Departamento de Processamento de Imagens (INPE/DPI). 2002. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING). Disponível em: <<http://www.inpe.br/spring>>. Acesso em: 05 setembro 2002.

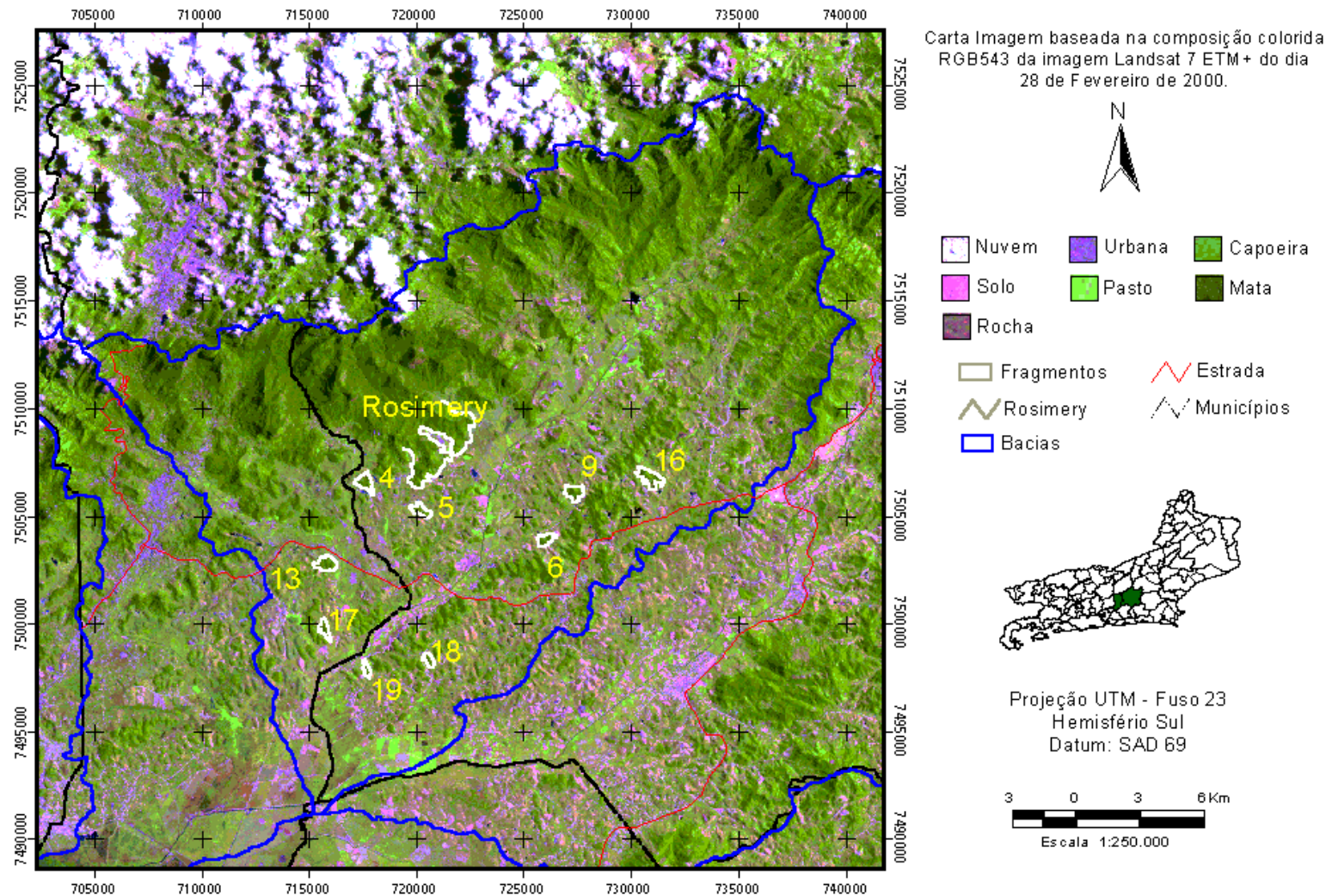
Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-858, 2000.

Ponzoni, F. J. Comportamento espectral da vegetação. p. 157-199. In: P. R. Meneses; J. S. M. Netto. *Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais*. Brasília: Editora Universidade de Brasília/Embrapa Cerrados, 2001, 262p.

Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W.; Harlan, J. C. *Monitoring the vernal advancement retrogradation of natural vegetation*. Final Report Type III. Greenbelt: NASA/GSFC, 1974, 371p.

Sample, V. A. *Remote sensing and GIS in ecosystem management*. Washington D.C.: Island Press, 1994, 369p.

Sousa, C. L.; Ponzoni, F. J. Avaliação de índices de vegetação e de bandas TM/Landsat para estimativa de volume de madeira em floresta implantada de *Pinus* spp. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9, Santos, set. 1998. *Anais*. São José dos Campos: INPE, 1998. Sessão Poster. Repositório da URLib <[sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.35](http://sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.35)>. Disponível em: <<http://iris.sid.inpe.br:1908/rep/dpi.inpe.br/deise/1999/02.11.10.35>>. Acesso em: 20 setembro 2002.



**Figura 1.** Localização dos fragmentos florestais e da área controle (Rosimery) estudados na bacia do rio Guapiacú, nos municípios de Guapimirim e de Cachoeiras de Macacu (RJ).

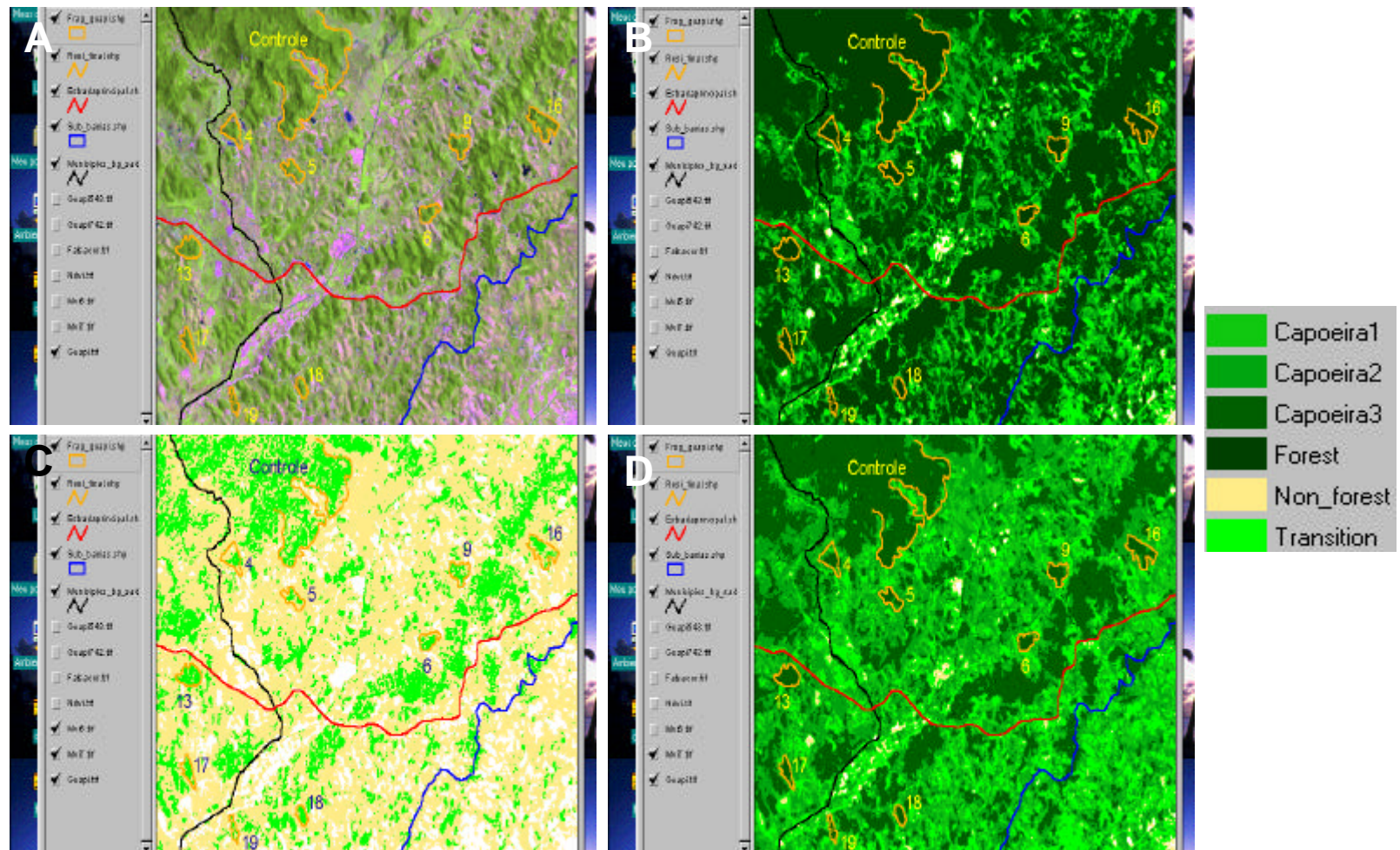
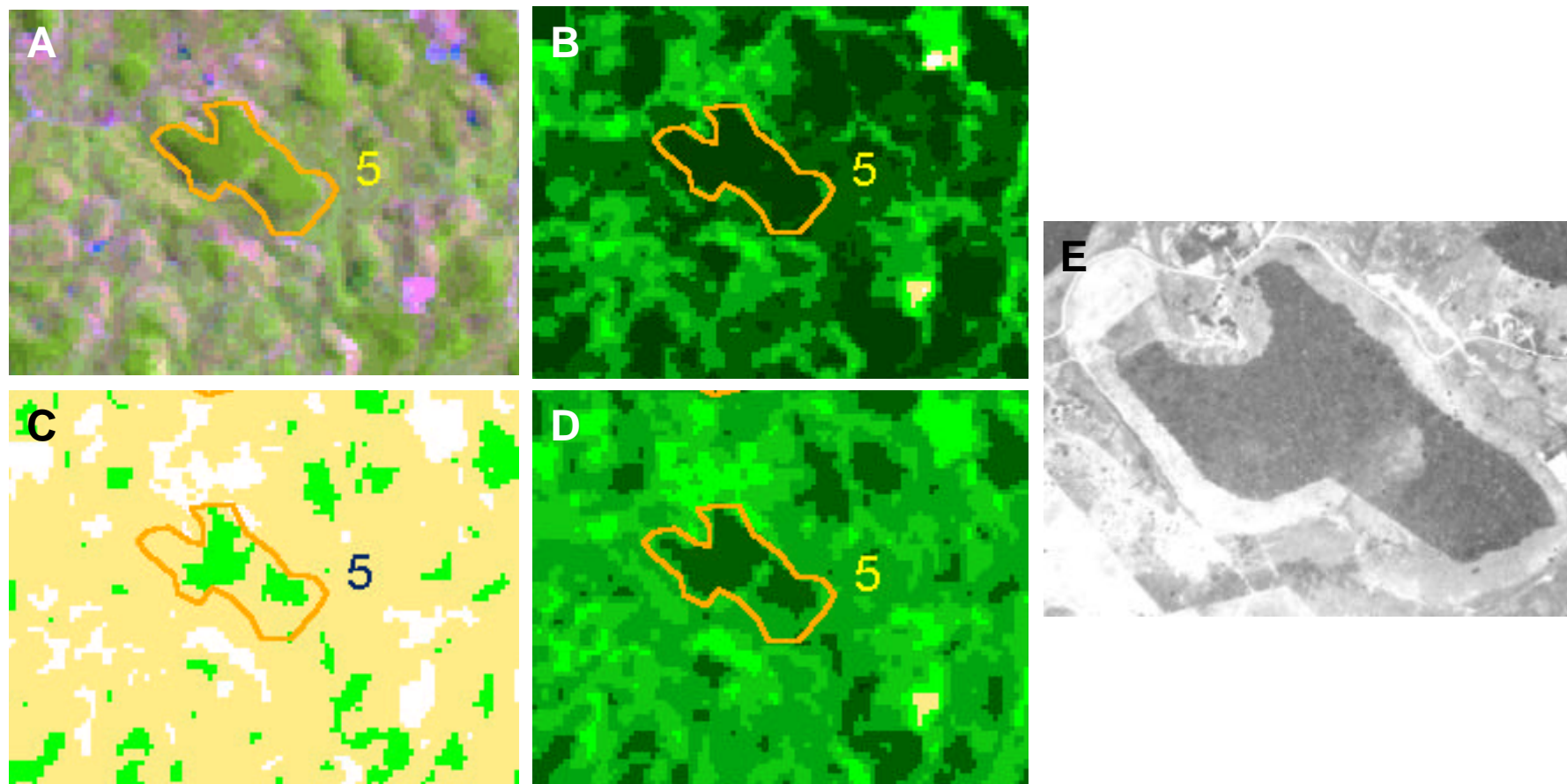
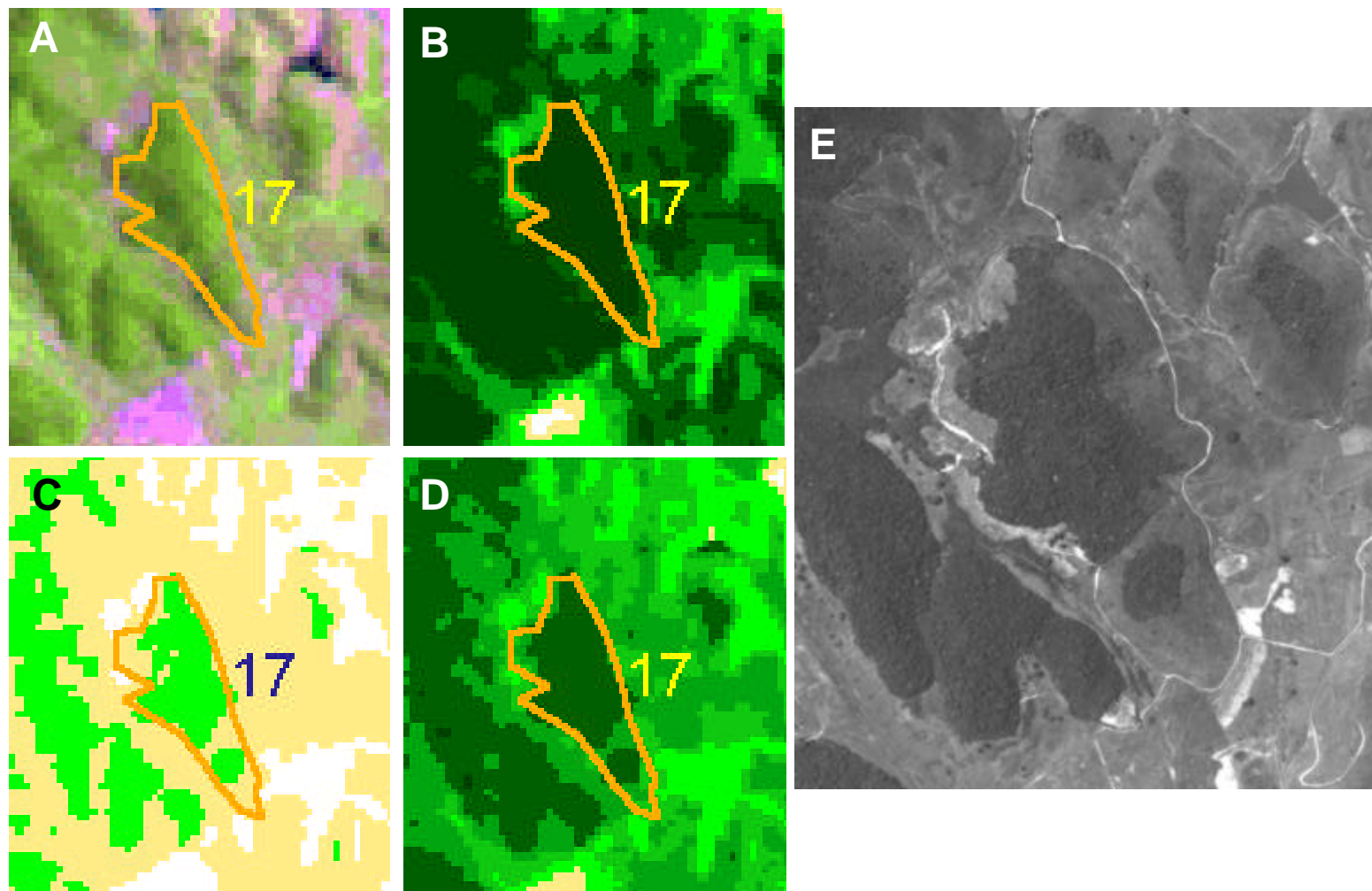


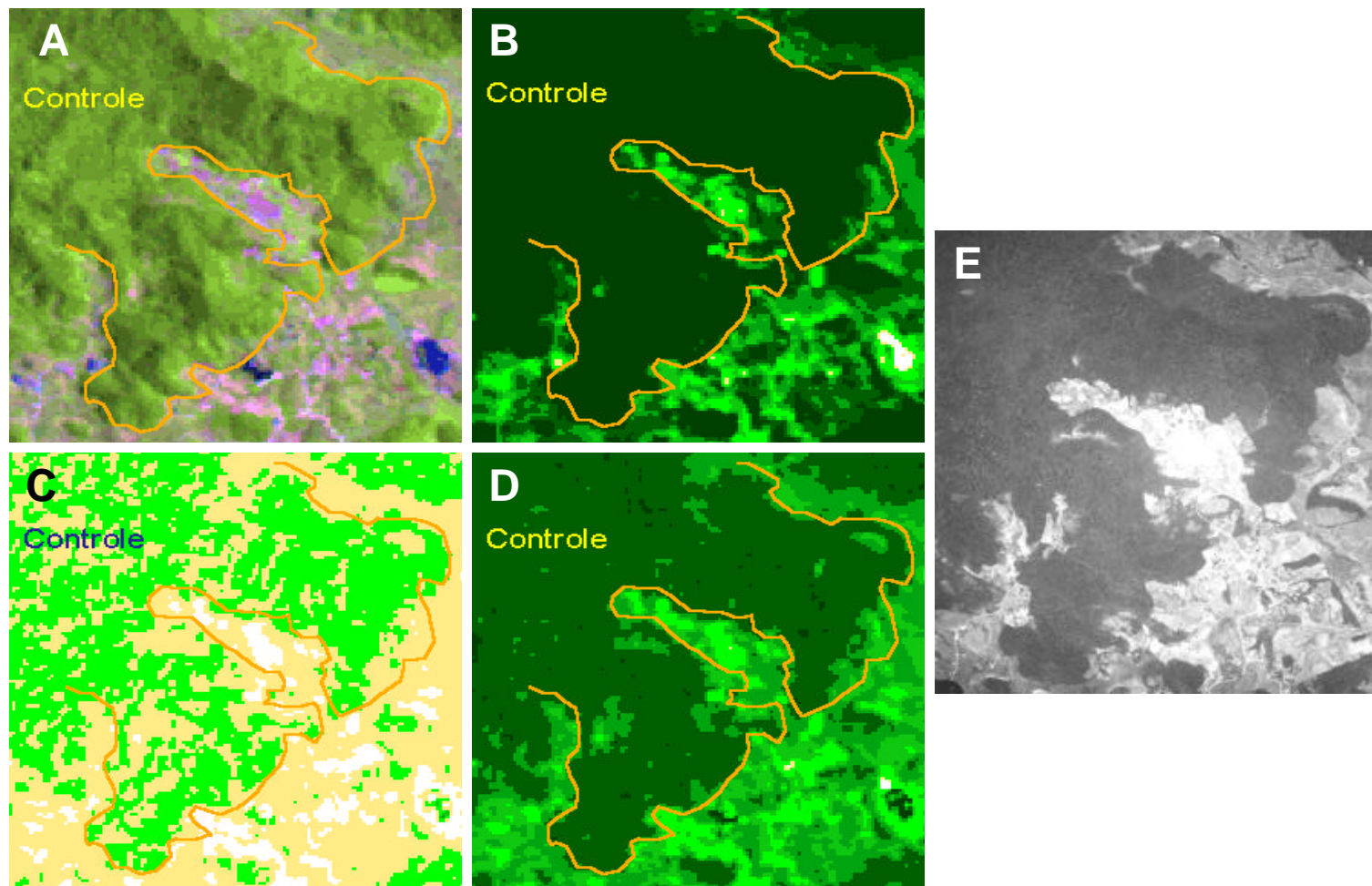
Figura 2. Comparação entre os índices de vegetação em toda a área de estudo: A) Composição colorida RGB543, B) NDVI, C) MVI5, D) MVI7.



**Figura 3.** Comparação entre os índices de vegetação no Fragmento 5: A) Composição colorida RGB543, B) NDVI, C) MVI5, D) MVI7, E) Fotografia aérea.



**Figura 4.** Comparação entre os índices de vegetação no Fragmento 17: A) Composição colorida RGB543, B) NDVI, C) MVI5, D) MVI7, E) Fotografia aérea.



**Figura 5.** Comparação entre os índices de vegetação na mata contínua usada como controle: A) Composição colorida RGB543, B) NDVI, C) MVI5, D) MVI7, E) Fotografia aérea.