

## Dinâmica do NDVI para América do sul: 1981-2001

Jesus Fernando Mansilla Baca

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, CEP - 20400-100 – Rio de Janeiro – RJ , Brasil  
jesus@cnpq.embrapa.br

**Abstract.** This paper describes the work made with south-american NDVI - AVHRR/NOAA images. It has been determined statistical NDVI images (mean, median, standard deviation, minimum, maximum) using a serial monthly of images of this continent from 1981 to 2001. They show the dynamic of the climatic and rainfall regime. Another type of images show as monthly in each site (pixel) how much of NDVI gain or lost, showing the dynamic of the severity or well health of the vegetation.

**Palavras-chave:** NDVI, AVHRR/NOAA, sensoriamento remoto, dinâmica da paisagem, variabilidade espaço-temporal.

### 1. Introdução

Nesta era do conhecimento e da informação as geotecnologias oferecem uma ampla gama de dados sobre a superfície terrestre, que em outras épocas seriam difíceis de serem obtidas. Tal é o caso das informações obtidas por sensores remotos empregando satélites e que oferecem informação espacial de posicionamento global (GPS) e informação de imagens com uma grande variedade de tipos de plataformas LandSat, Spot, AVHRR/NOAA, e outros. Ambos tipos de informação complementada com o poder computacional dos microcomputadores de uso pessoal permitem a obtenção de informação e conhecimento sobre a terra para realizar um melhor gerenciamento dos recursos naturais orientado pelo paradigma do desenvolvimento sustentável.

O índice de vegetação por diferença normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) considerado como o “grau de verdor” sobre a superfície terrestre é o resultado do processamento de duas bandas de imagens de satélites. Empregam-se diversas fontes de imagens de satélites para tal determinação, sendo uma delas as imagens AVHRR/NOAA da qual empregam-se a banda 2 de radiação no infravermelho próximo (0,725-1,1  $\mu\text{m}$ ) e a banda 1 da radiação do visível (0,55-0,68  $\mu\text{m}$ ) e cuja relação da diferença entre a primeira menos a segunda dividida pela sua soma resulta o referido índice. Este índice é empregado para diversas aplicações tais como diagnóstico da seca que segundo Kogan (1995, 1997) com o índice condicionado de vegetação (VCI) e o índice condicionado de temperatura (TCI) permitem a previsão da seca com 6 semanas de antecedência. Liu (1998) aplicou NDVI para o monitoramento da variabilidade bioclimática e seu impacto na produção agrícola, o mesmo autor aplicou este índice para a determinar modelos de estimativa de produtividade de milho, arroz, soja e cana de açúcar pela aplicação de modelos de regressão linear considerando a variável independente o NDVI acumulado. No XI SBSR (Gurgel, 2001) analisou a variabilidade espaço temporal do NDVI no território brasileiro, determinando por análise de agrupamentos nove (9) grupos de vegetação cuja variabilidade e tempo de resposta à precipitação. Em outro trabalho com NDVI Perez et al. (2003) trabalhando com imagens do nordeste brasileiro aplica componentes principais para associar os tipos de vegetação dominante da vegetação à componente principal.

Este índice é de tal importância que pesquisa na “internet” pelo “google” deu uma resposta de 290000 “links” para a busca da palavra “NDVI”, o que mostra na forma como ele

está sendo empregado. Outros índices, principalmente VCI e TCI permitem melhorar os análises nas suas diferentes aplicações.

## **2. Dados e metodologia**

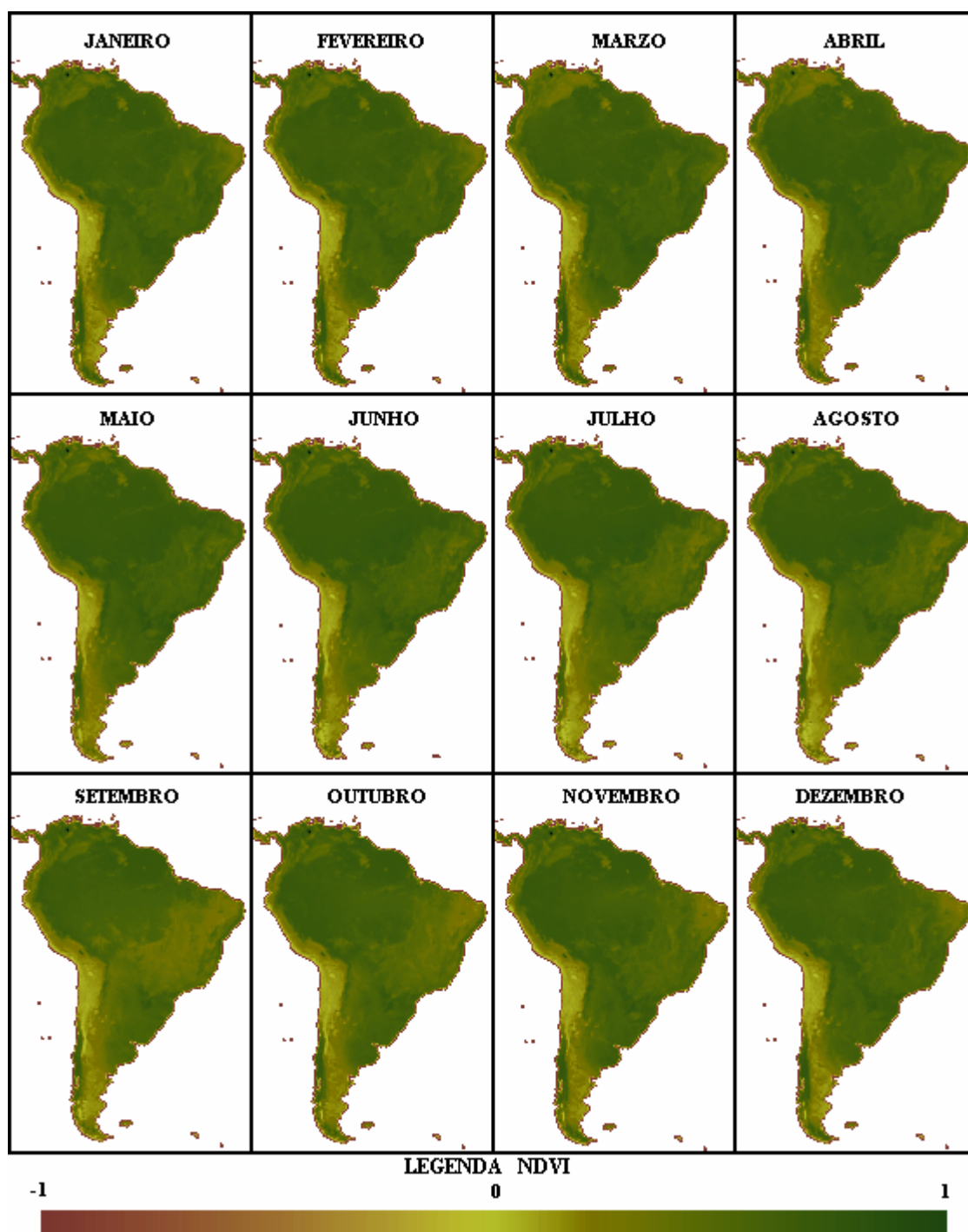
Os dados empregados foram imagens de NDVI do continente sudamericano do sensor AVHRR do satélite NOAA cobrindo o retângulo envolvente definido aproximadamente pelos paralelos de coordenadas geográficas 13° N e 57° S e pelos meridianos com longitude 34 O e 83° O em projeção cartográfica Goode Interrupted Homolosine. A temporalidade destas imagens é mensal com início em Julho de 1981 até Outubro de 2001. A resolução de cada pixel é 8 km de lado, ou seja, cobrindo 84 km<sup>2</sup>. Estes dados disponibilizados pela GSFC/NASA (Goddard Space Flight Center/National Aeronautics & Space Administration). (GIMMS – Global Inventory Modeling and Monitoring Study) no site para informação (Goddard, 2004).

Iniciou-se o trabalho com a série histórica verificando a consistência dos dados, havendo sido retirados alguma parte da informação que continha imagens não consistentes, principalmente produto de um erro na confecção do mosaico (apareciam linhas geométricas em varias imagens que mostravam que duas imagens mosaicadas não tinham sido corretamente homogeneizadas, também apareciam uns “dentes de serra”, principalmente em imagens que tinham problemas de “espaço interrompido”). Para não perder toda a imagem procedeu-se a separar as imagens de cada mês sobre as quais foram determinadas as estatísticas: média, mediana, desvio padrão, mínimos e máximos. As imagens de desvio padrão permitiu fazer uma boa “limpeza” de informação que poderia estar com distorções pese a que na media não aparecessem tais problemas.

Com os dados de médias mensais obtidas foi determinado os histogramas mensais do NDVI e como um resultado síntese foi obtido o NDVI médio mensal para todo o continente que foi apresentado num diagrama de barras mostrando a dinâmica síntese. Outro tipo de processamento feito foi determinar a diferença de índice entre dois (2) meses consecutivos. Considerando que o NDVI apresenta o “grau de verdor” na superfície terrestre e conhecendo que “o verdor” ou a “vigor da vegetação” é o resultado de um conjunto de variáveis atuando sobre a vegetação: clima, solo, relevo, etc. e sabendo que cada lugar tem suas características próprias pode-se ter como hipótese que cada lugar terá um “grau de verdor” diferente e terá também uma resposta diferente com o passar do tempo que é o que se quis determinar, ou seja, o quanto cada lugar “perde” (severidade) ou “ganha” (recupera) no seu “verdor” durante cada mês do ano. Finalmente aplicando o patamar de 0,22 segundo Liu (1998) foi determinado os lugares das “secas” pelo fatiamento de todos os valores de NDVI que estavam acima de 0 até 0,22.

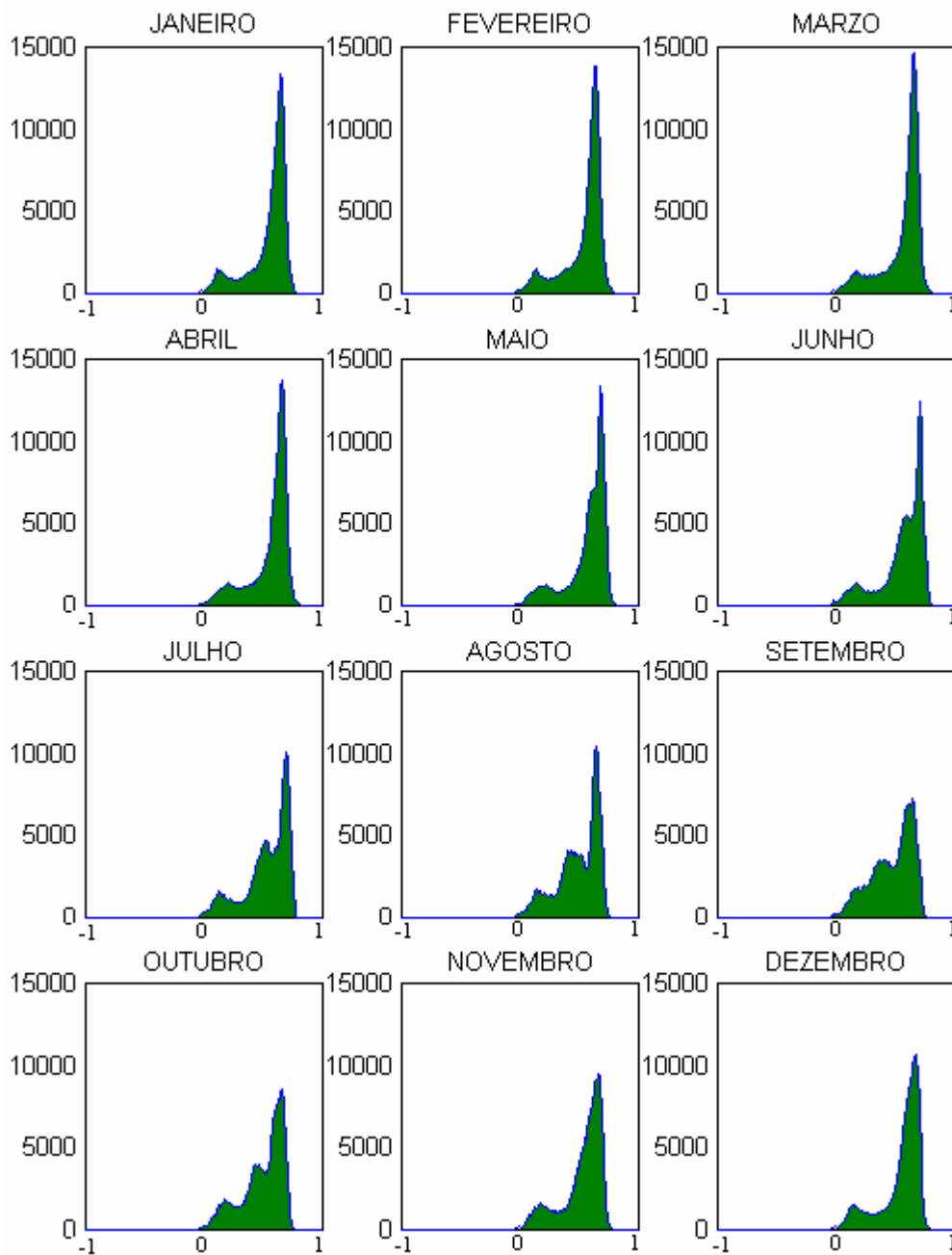
## **3. Resultados e análises**

Os primeiros resultados foram a determinação das média mensais do NDVI que são apresentadas na Figura 1. Ainda que a média seja uma estatística que nos da a tendência central do NDVI, ele serve como uma referência para avaliar os resultados mensais, a série não era grande por considerar 21 anos, dos quais alguns tiveram que ser retirados, porém, na sua maioria tiveram pelo menos 18 dados, as imagens de outubro a março se apresentaram sendo as melhores trabalhadas não tendo-se perdido nenhum dado. As imagens apresentadas na Figura 1, mostra como com o passar dos meses vai mudando o “vigor da vegetação” em cada lugar, o que está em concordância com o conhecimento climático do continente. Uma limitação destes resultados é que a média sendo uma medida de tendência central, ela perde ou não aponta os picos ou extremos que justamente seria a informação mais importante para ser extraída do NDVI, ou seja a indicação de secas.

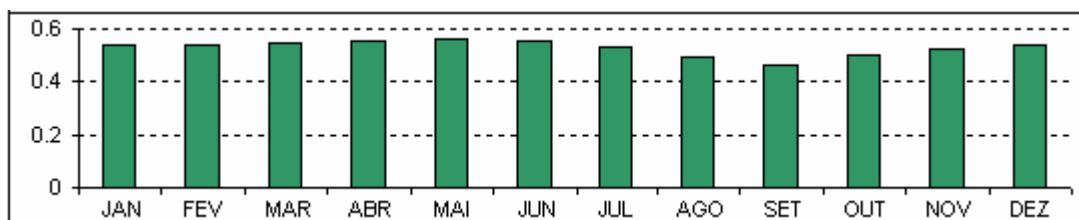


**Figura 1 NDVI mensal do continente sudamericano**

As imagens da Figura 1, não mostram toda sua informação, pela sua redução para fins de apresentação do presente documento pelo que “animações” em imagens a maior escala serão apresentadas no “site” da Embrapa Solos <<http://www.cnps.embrapa.br>>, juntamente com as outras estatísticas e outros resultados do presente trabalho. Outro resultado empregando as médias mensais são os gráfico de barras mensais destas médias em cada imagem, Figura 2. Nela, de novembro a maio tem-se um pico maior representado as áreas verdes e outro pico menor representando as áreas de seca permanente em toda a costa do Pacífico; de junho a outubro inicia-se a formação de outro pico e a diminuição do tamanho do histograma que mostra a o surgimento das áreas que sofrem os efeitos da perda de “verdor”.



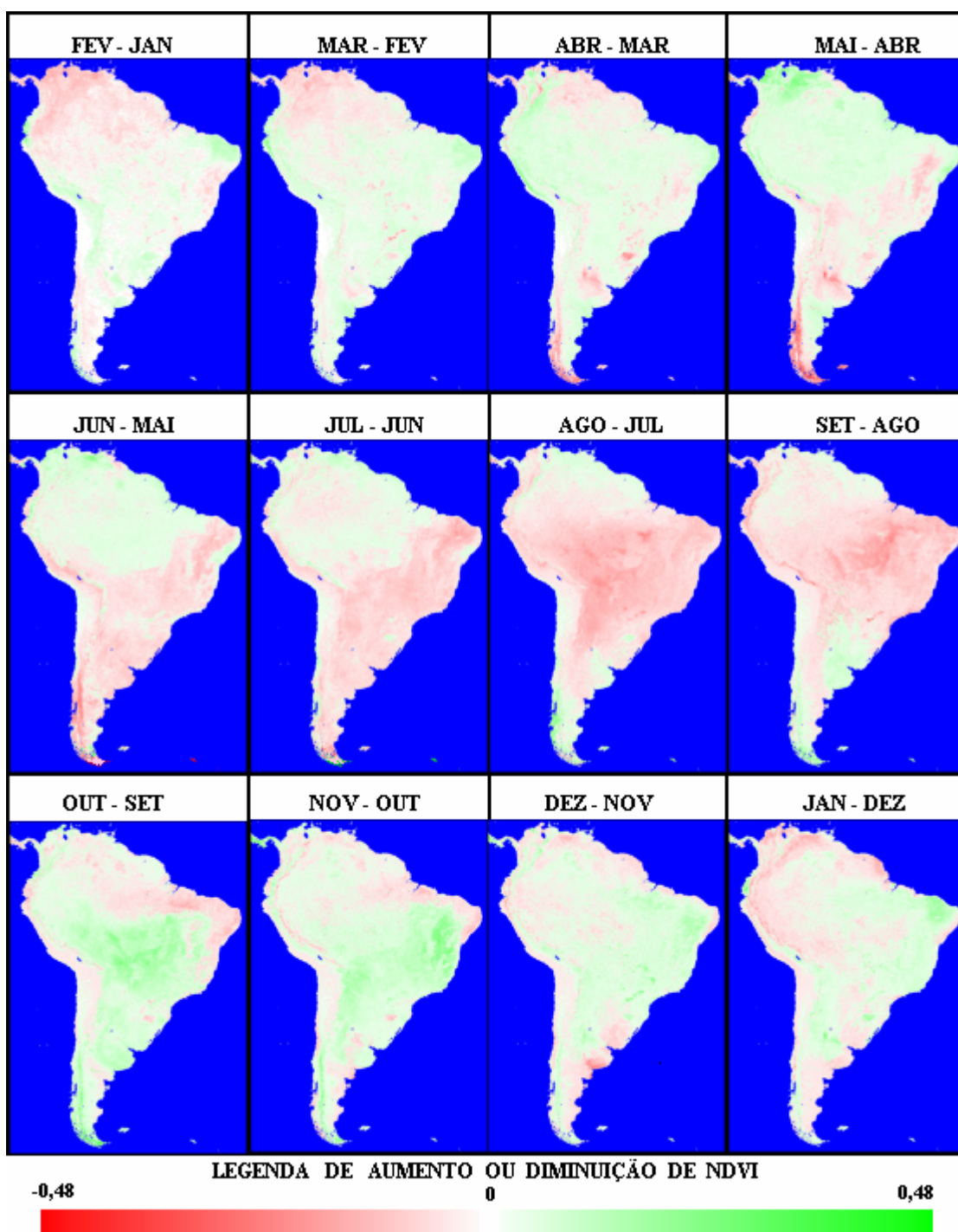
**Figura 2 Histograma mensal das ocorrências de NDVI em cada imagem**



**Figura 3 Diagrama de barras de ocorrência de NDVI mensal médio**

Um resultado síntese da variabilidade para todo o continente é apresentado na Figura 3 com um gráfico de barra com a média de NDVI mensal para todo o continente, nela vê-se

claramente o que tanto nas Figuras 1 e 2 nos apresentam concluindo que o mês de maio é o de maior “vigor vegetal” e os meses de setembro o menor e em 17% em relação a maio.



**Figura 4 Diminuição ou Aumento de NDVI mensal**

A Figura 4 apresenta a diminuição (“perda” em vermelho) ou aumento (“ganho” em verde) do “grau de verdor”, nela pode-se notar que este fenômeno é diferenciado por lugar e região, o que pode ser uma referência para os zoneamentos de culturas considerando que o “vigor verde” tem uma relação com a fisiologia da planta conforme Liu (1998).

A Figura 5 mostra a seca no continente sudamericano, nela existe uma ampla faixa que está situada ao lado ocidental da Cordilheira dos Andes que vai desde as “pampas” ao sul da Argentina, passa pelo Chile no deserto de Atacama e indo por toda a costa até o deserto de Sechura no Perú; estas extensas terras tem pouca chuva devido a corrente de Humboldt que percorre toda essas costas até a parte norte do Perú. No caso do Brasil as ocorrências de seca se apresentam na região nordeste, porém aparentemente pareceria que foram poucas áreas as que sofrem os efeitos deste fenômeno, no entanto como apontado por Liu (1998) a seca é um fenômeno cuja ocorrência em território brasileiro não tem frequência, pelo que neste trabalho ela é “oculta” por estar trabalhando com a média mensal de toda a série.

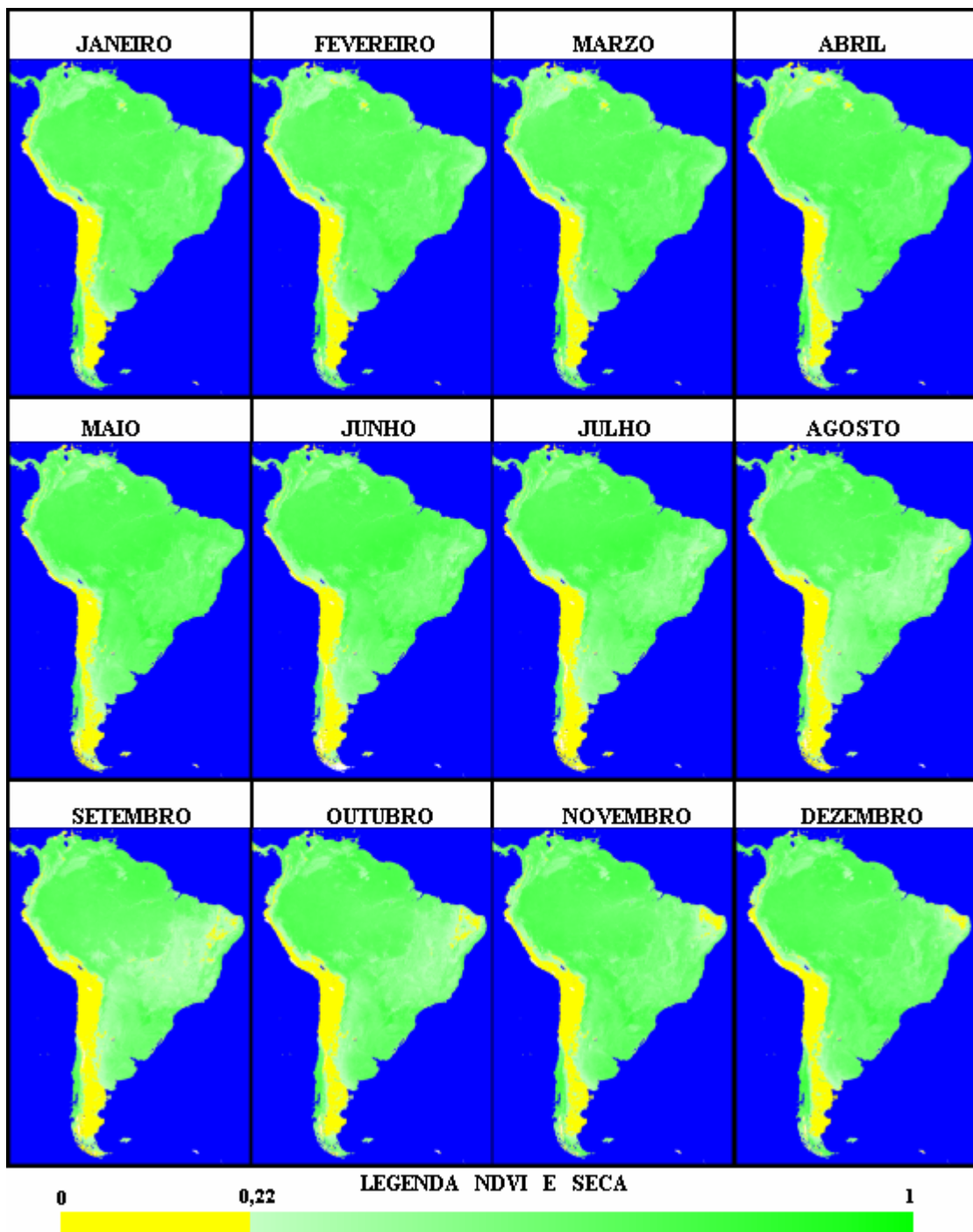


Figura 5 Ocorrência de seca mensal

#### 4. Conclusões

Os resultados do presente trabalho mostram que o NDVI apresenta uma relação estreita com a dinâmica da vegetação na superfície terrestre e pode ser uma ferramenta de baixo custo e para apoiar os trabalhos de tomadas de decisões para o gerenciamento dos recursos naturais.

Os resultados de médias de NDVI servem de referência para trabalhos futuros e serão continuados os trabalhos para trabalhar a nível Brasil, Unidades da Federação e ecossistemas para caracterizar esta dinâmica em cada um de estas entidades visto que a variabilidade bioclimática é diferente.

Outros trabalhos empregando cadeias de Markov como máquinas de mudança de estados Mansilla Baca (2002) está sendo preparado, assim como estudos preliminares para sua predição futura empregando Redes Neurais Artificiais.

#### Referências

- Goddard Distributed Active Archive Center (DAAC). Pathfinder Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) Land FTP Data, [on line]: <[http://daac.gsfc.nasa.gov/CAMPAIGN\\_DOCS/FTP\\_SITE/readmes/pal.html](http://daac.gsfc.nasa.gov/CAMPAIGN_DOCS/FTP_SITE/readmes/pal.html)> Nov. 2004.
- Gurgel, H.C.; Ferreira, N.J.; Barreto, A J. Análise da Variabilidade Espacial e Temporal do NDVI sobre o Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2001. Sessão Técnica Oral. p. 315-322. Repositório da URLib: <[dpi.inpe.br/lise/2001/09.14.11.53](http://dpi.inpe.br/lise/2001/09.14.11.53)>. Disponível em: <<http://iris.sid.inpe.br:1908/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.24.09.18/doc/1617.1624.062.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2004.
- Kogan, F.N. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection Adv. Space Res. v. 15, n 11, p. 91 – 100, 1995.
- Kogan, F.N. Global drought watch from space Bulletin of American Meteorological Society v. 78, n 4, p. 621 – 636, 1997.
- Liu, W.T. Variabilidade Bioclimática e seu impacto na produção agrícola através de dados AVHRR. 1998. 145 p. Tese (Livre docência) Departamento de Ciência Atmosféricas do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo. 1998.
- Mansilla Baca, J.F. Dinâmica da Paisagem: Métodos analíticos e modelos de classificação e simulação prognóstica, sob a ótica geocológica. 2002. 184 p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Rio de Janeiro, Dpto. de Geografia. Rio de Janeiro. 2002.
- Perez, L.P.; Ferreira, N.J.; Shimabukuru, Y.E.; Adamai, M. Análise do NDVI no Nordeste Brasileiro por componentes principais: resultados preliminares. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 2869 - 2875. . Repositório da URLib: <[dpi.inpe.br/lise/2001/09.14.11.53](http://dpi.inpe.br/lise/2001/09.14.11.53)>. Disponível em: <[http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.27.11.57/doc/19\\_424.PDF](http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.27.11.57/doc/19_424.PDF)>. Acesso em: 19 nov. 2004.