

Uso da modelagem estatística para monitoramento da vegetação no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais

Use of statistical modeling for vegetation monitoring in the Serra da Canastra National Park, Minas Gerais

Michel Eustáquio Dantas Chaves

¹Universidade Federal de Lavras - UFLA
Mestrado em Engenharia Agrícola, financiado pelo CNPq
medc@posgrad.ufla.br

Guilherme Augusto Verola Mataveli

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Mestrado em Sensoriamento Remoto, financiado pela CAPES
mataveli@dsr.inpe.br

Rodrigo Cesário Justino

³Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG
Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental, financiado pela CAPES
rodrigofriend@bol.com.br

Artigo recebido para revisão do evento em 22/04/2014, aceito para publicação em 11/05/2014 e recebido para publicação em 01/06/2014

Resumo

O manejo sustentável e a conservação ambiental são elementos-chave para assegurar as condições de vida na Terra. Diversos pesquisadores buscam alternativas que mitiguem a ação antrópica sobre os recursos terrestres. O avanço da investigação espacial facilitou o acesso a imagens produzidas por satélites para a detecção de mudanças na vegetação. Os Índices de Vegetação, por exemplo, possuem enorme aplicabilidade para monitorar a cobertura vegetal. Um deles, o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), foi utilizado neste trabalho para avaliar as mudanças no vigor da biomassa da cobertura vegetal do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC)-MG, entre os anos de 2008 e 2011. Aliada a estes índices, a modelagem estatística dá suporte estatístico de exatidão em pesquisas destinadas à conservação ambiental. Foi gerada uma série temporal de NDVI para o PNSC, com valores médios de dez pontos diferentes espalhados pelo parque. Com a finalidade de extrair maiores informações sobre a dinâmica temporal do índice, foi realizada a análise desta série temporal, a partir de técnicas apresentadas na literatura. Por fim, por meio da abordagem Box-Jenkins, foi ajustado um modelo estatístico ARIMA (1,1,2)(1,1,0) de comportamento e previsão da série temporal, que descreve a série investigada.

Palavras-chave: Biodiversidade, Unidades de Conservação, Análise temporal, Índices de vegetação.

Abstract

The sustainable management and conservation are key elements to ensure the conditions for life on Earth. Several researchers seeking alternatives that mitigate the anthropic activities on land resources. The advance of spacial research facilitated the access to images produced by satellites to detect changes in vegetation. The vegetation indexes, for example, have huge applicability to monitor vegetation cover. One of them, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used in this study to evaluate the effect of changes in biomass of vegetation of the Serra da Canastra National Park, in Minas Gerais, between 2008 and 2011. Allied to these indexes, statistical

modeling provides statistical support for accuracy in researches destined at environmental conservation. A time series of NDVI for the Park was generated, with average values of ten different points around the park. In order to extract information about the dynamics of the index, the analysis of time series, from techniques presented in the literature was performed. Finally, by Box-Jenkins approach, a statistical model ARIMA (1,1,2)(1,1,0) behavior and prediction of time series depicting the investigated series was adjusted.

Keywords: Biodiversity, Conservation Units, Temporal series, Vegetation index.

1. INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade é tema central de debates por todo o mundo, que atualmente vive um dilema acerca das premissas para o alcance da sustentabilidade. Um manejo que conserve hoje os remanescentes de mata nativa e as nascentes é uma ação vital aos interesses do homem para o futuro, visto que os recursos naturais são um bem comum a todos e sua destruição tornará inviável a vida em sociedade no futuro.

Especialmente no Brasil, as Leis Federais, Estaduais e Municipais que dissertam sobre os princípios e diretrizes da preservação e da conservação destes recursos naturais podem ser consideradas interessantes à manutenção da biodiversidade e ao manejo sustentável, porém, o seu não cumprimento em diversos momentos acarreta problemas à estrutura socioambiental e ao bem comum, em geral; provocando a destruição de rios, matas e outros recursos naturais.

Situado como um dos principais países em termos de biodiversidade e manejo sustentável no mundo, o Brasil possui papel importante nas ações conservacionistas de fauna e flora. Durante o século XX, com o aquecimento dos debates envolvendo a questão

ambiental, houve o estabelecimento de diversas Unidades de Conservação (UC) em território brasileiro, visando a proteção do ambiente para as gerações futuras.

Os conceitos que conduziram o estabelecimento das primeiras áreas protegidas direcionavam a uma conservação da natureza por meio da preservação de belezas cênicas, ambientes bucólicos e espaços de lazer. Tais conceitos evoluíram para uma concepção de proteção da flora, fauna e recursos hídricos, manejo de recursos naturais, desenvolvimento de pesquisas científicas, manutenção do equilíbrio climático e ecológico e preservação de recursos genéticos, representando um avanço nos debates.

Em Minas Gerais, o Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) representa essa estratégia, porém, a ação antrópica pode danificar sua vegetação e derrubar o pilar de conservação do Parque, o que alteraria a biota local, prejudicando diversas espécies.

Diante disso, se faz necessário analisar a vegetação desta unidade, o que pode ser feito por meio de índices de vegetação, que investigam diretamente a vegetação e expressam parâmetros relacionados ao seu estado, e pela a modelagem estatística, que avalia o

comportamento da série temporal dos valores de vigor vegetativo nos índices de vegetação e potencializa as análises e previsões que auxiliem no monitoramento ambiental e no manejo sustentável.

A utilização da tecnologia desse porte é de baixo custo e pode auxiliar o planejamento de Unidades de Conservação (UC), sendo mais uma ferramenta útil ao manejo sustentável e a manutenção da biodiversidade.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem por objetivo principal analisar e avaliar o comportamento da vegetação do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), localizado em Minas Gerais, entre os anos de 2008 e 2011, para averiguar suas condições e auxiliar no planejamento ambiental e no manejo sustentável do local, rico em biodiversidade.

Como objetivos específicos, tem-se ajustar um modelo estatístico para descrição do comportamento da série, verificando a existência de tendências, ciclos e variações sazonais, através de produtos índices de vegetação gerados a partir das imagens provenientes do sensor SPOT VEGETATION, do satélite Satellite Pour l'Observation de la Terre (SPOT) e as técnicas de análise de séries temporais no domínio do tempo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Unidades de Conservação e recursos financeiros para sua gestão.

Visando normalizar juridicamente a criação e gestão das áreas protegidas, foi instituído no Brasil o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), por meio da Lei n.º 9985, de 18 de julho de 2000. O SNUC define as Unidades de Conservação (UC) como sendo espaços territoriais e seus ambientes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivo de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção (BRASIL, 2000).

O SNUC as divide em dois grupos: de uso sustentável e de proteção integral, onde se inserem os Parques Nacionais. O objetivo principal das UC's é a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Com relação ao orçamento do governo, há uma defasagem do montante destinado ao Ministério do Meio Ambiente em relação a outros. O aumento das receitas anuais não é proporcional à expansão das áreas protegidas pelo SNUC, e com isso a gestão dessas áreas se torna desafiadora para um país com dimensões

continentais e ampla variedade de ecossistemas naturais e contextos socioeconômicos como o Brasil.

Para avaliar e averiguar se o quadro atual da vegetação dos parques encontra-se em conformidade com as Leis, uma abordagem que utilize imagens de satélite e uma análise temporal do comportamento da vegetação é uma alternativa eficaz e de custo reduzido. Inúmeros estudos têm sido desenvolvidos nessa linha a fim de compreender a dinâmica da vegetação e relacionar sua resposta temporal à característica de manejo.

3.2. Características do sensor SPOT VEGETATION

Utilizar um produto orbital voltado para a vegetação sob o aspecto temporal torna ímpar a avaliação de coberturas vegetais. O sensor SPOT VEGETATION foi projetado para monitorar a biosfera dos continentes em escala global com cobertura diária. Possui como características uma resolução espacial de 1 km² em quatro bandas espectrais: azul (0,43-0,47 µm), vermelho (0,61-0,68 µm), infravermelho próximo (0,78-0,89 µm) e infravermelho de ondas curtas (1,58-1,75 µm), cobrindo uma área de 2250 km, o que permite a aquisição diária de informações. Possui resolução radiométrica de 8 bits.

O sensor fornece produtos compostos, livres de interferências atmosféricas, que são utilizados principalmente na avaliação e no monitoramento da vegetação. Tais produtos se

dividem em três grandes categorias: VGT-P (primários), VGT-D (direcionais) e VGT-S (sintetizados). Destes, os produtos VGT-S possuem maior aplicação na análise de mudanças no comportamento da vegetação, fornecendo sínteses de 10 dias de imagens com correções de efeitos atmosféricos. O produto VGT-S10 sintetiza dados diários, após correções atmosférica e geométrica, de todos os segmentos de vegetação, com o uso do algoritmo Maximum Value Composite (MVC), que seleciona os pixels com maior valor de reflectância para determinado decêndio e gera uma imagem final de NDVI com a menor interferência de nuvens possível (BARTHOLOMÉ, 2006).

As imagens do produto NDVI são derivadas do processamento de bandas espectrais nas regiões do vermelho e do infravermelho próximo do espectro eletromagnético; possuem resolução espacial de 1 km e resultam em 36 imagens decendiais por ano. São empregadas no diagnóstico da vegetação, o que permite a realização de estimativas de biomassa e detecção de atividades sazonais e fenológicas da vegetação (Ponzoni e Shimabukuro, 2010). Os produtos são disponibilizados virtualmente no endereço eletrônico: <<http://devcocast.eu>>.

Uma análise temporal de NDVI favorece o mapeamento da fenologia da cobertura da terra e sua dinâmica, e o sensor SPOT VEGETATION fornece ferramentas úteis ao monitoramento de áreas de preservação, como um produto NDVI.

3.3. Análise de séries temporais e ajuste de modelos

Uma série temporal pode ser entendida como um conjunto de observações ordenadas no tempo, onde em qualquer instante (t), pode ser obtida uma medida, um valor. Com isto, pode-se dizer que uma série temporal é multivariada, pois tem que ser localizada no tempo e no espaço (MORETTIN; TOLOI, 2006).

A suposição que norteia a análise de séries temporais é que há um sistema causal mais ou menos constante, relacionado com o tempo, que exerceu influência sobre os dados no passado e pode continuar a fazê-lo no futuro. Este sistema costuma atuar criando padrões não-aleatórios que podem ser detectados em análises estatísticas.

Segundo Morettin e Toloí (2006) os principais objetivos para analisar uma série temporal são: i) investigar o mecanismo gerador da série temporal; ii) fazer previsões dos valores futuros da série; iii) descrever o comportamento da série, tais como sazonalidade e tendência; e iv) procurar periodicidades relevantes nestes dados.

Uma série temporal, considerada como um modelo aditivo pode ser descrita como o somatório de três componentes não observáveis, como mostra a Equação 1.

$$Z = T_t + S_t + a_t \quad (1)$$

Em que:

Z é a série temporal considerando $t = 1, 2, 3, \dots, n$;

T_t é o componente tendência;

S_t é o componente sazonal;

a_t é o componente aleatório.

A tendência (T_t) refere-se ao aumento ou redução gradual das observações ao longo de um período, a sazonalidade (S_t) mostra as flutuações ocorridas em subperíodos e a aleatoriedade (a_t) representa oscilações irregulares causadas por fenômenos aleatórios (MORETTIN; TOLOI, 2006).

As técnicas de análise de séries temporais vêm sendo utilizadas com frequência em análises ambientais. Van Niel e McVicar (2004), explicam que a razão de se utilizar análises temporais baseia-se no fato de que uma análise pontual não fornece informações espectrais suficientes que permitam avaliar o comportamento dos alvos terrestres. Imagens multitemporais proporcionam mais informações sobre a vegetação e o seu grau de desenvolvimento, elementos fundamentais para seu monitoramento.

Chuvieco (2008) cita que a abordagem estatística que melhor permite modelagem é a criada por Box e Jenkins (1976), que inclui parâmetros de autorregressão e de médias móveis em um modelo chamado ARIMA (Auto Regressivo Integrado e Médias Móveis), que descreve melhor o comportamento de séries constantes (Morettin e Toloí, 2006). Entretanto, deve-se ficar atento à presença de tendência e sazonalidade.

Uma forma de verificar se uma série temporal apresenta tendência é por meio da

observação do autocorrelograma, resultado da aplicação da função de autocorrelação. Outra, mais elaborada, é usar testes específicos, como o Teste do sinal (Cox-Stuart), o qual baseia-se em agrupar as observações em pares. A cada par ($Z_i, Z_i + c$) associa o sinal '+', se $Z_i < Z_i + c$ e o sinal '-', se $Z_i > Z_i + c$, eliminando os empates, para $c = N/2$, em que N é o número de observações da série e Z_i é a observação ($i=1, \dots, N$). Se a probabilidade de sinais '+' for igual à probabilidade de sinais '-'; não há tendência. A sazonalidade é verificada pela análise do correlograma (MORETTIN; TOLOI, 2006).

Para o ajuste, é preciso escolher um método em que a estrutura residual seja um ruído branco, termo genérico que indica que o resíduo é uma variável aleatória independente e

identicamente distribuída. A partir destes pressupostos, é possível chegar a uma aplicação metodológica de monitoramento das áreas de preservação explorando a dinâmica temporal dos índices de vegetação, ricos em dados ao longo do ciclo vegetativo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área de estudo

O Parque Nacional da Serra da Canastra, situado a $20^{\circ}18'16''S$ $46^{\circ}35'56''W$ Gr, compreende uma área de aproximadamente 200.000 hectares, que abrange os municípios de Capitólio, Delfinópolis, Sacramento, São João Batista do Glória, São Roque de Minas e Vargem Bonita (IBDF, 1981). Sua localização é representada na Figura 1.

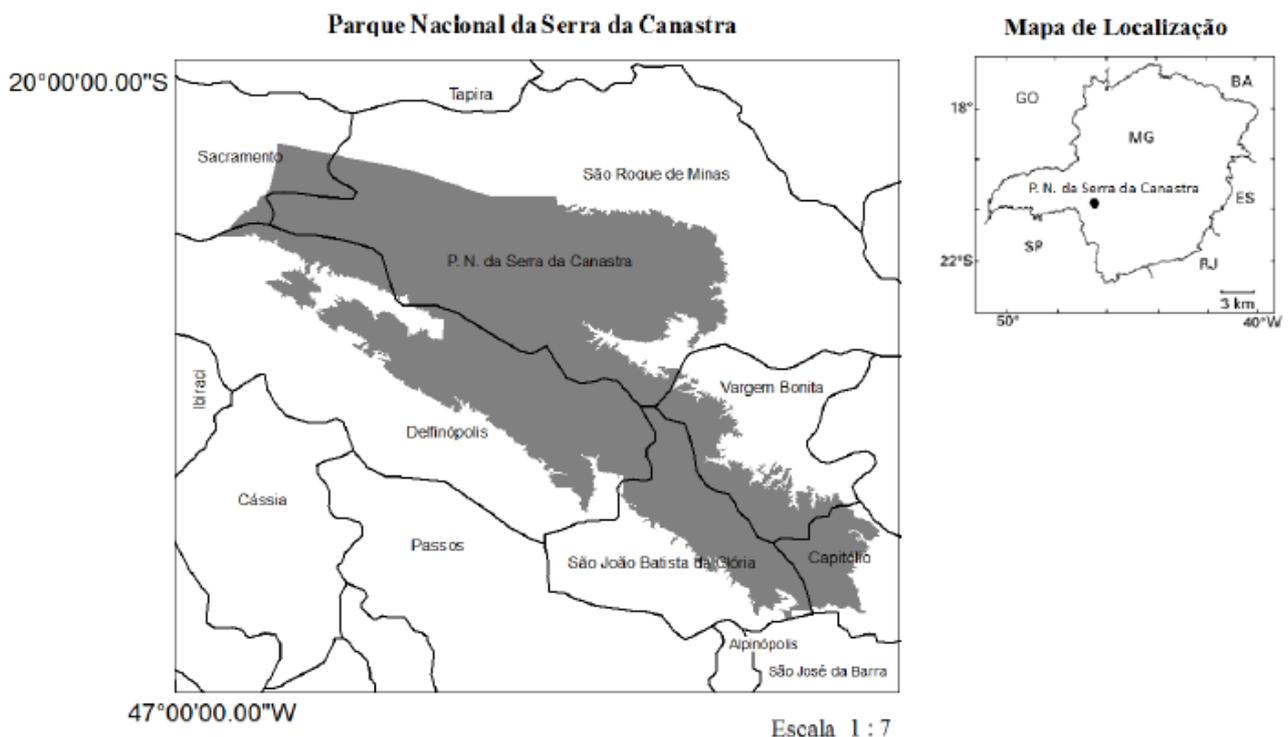


Figura 1 - Localização e municípios abrangidos pelo Parque Nacional da Serra da Canastra em Minas Gerais.

No Parque predominam habitats abertos, compostos por espécies herbáceas (campo limpo), áreas de inundação permanentes (campo úmido), espécies arbóreas esparsas e arbustivas (campo sujo e campo cerrado) e áreas de campo rupestre. Matas de galeria cobrem menos de 2% da área total (IBDF, 1981). A pluviosidade anual varia entre 1000 e 1500 mm, com períodos definidos de chuva e seca.

Segundo o Plano de Manejo do Parque (IBDF, 1981), ao se analisar a vegetação local, deve-se considerar que a mesma já foi alvo de uso antrópico e a pecuária extensiva contribuiu para alterar as características originais da cobertura vegetal pelo pisoteio do gado, incêndios e desmates para formação de pastagens e lavouras de subsistência.

4.2. Análise temporal

O período analisado foi de janeiro de 2008 até dezembro de 2011. Trabalhou-se com um total de 144 imagens. No SIG ILWIS 3.8 foi criado um maplist (agrupamento temporal das imagens) e escolhidos os 10 pixels de análise, segundo critérios de qualidade. Os valores encontrados em cada pixel foram importados em forma de tabela para uma planilha eletrônica e acionados no software STATISTICA, versão 8, para realização das análises estatísticas.

O perfil temporal da série mostrou a variação do comportamento da vegetação durante o tempo de análise. Para confirmar a existência ou não de tendência na série, foi

realizado o Teste do sinal (Cox-Stuart), que não constatou presença deste componente.

A série temporal mostrou visualmente padrões de sazonalidade em sua assinatura ao longo do tempo, o que foi confirmado pelo correlograma da série. Logo, foi preciso transformar os dados originais, visando a estacionariedade. A transformação mais utilizada consiste em tomar diferenças da série original até atingir o objetivo, que é verificado pela ausência de valores fora do intervalo de confiança.

A estacionariedade é obtida estimando-se T_t e S_t e eliminando-as da série e faz com que uma série de valores se desenvolva no tempo aleatoriamente ao redor de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio estável (Morettin e Tolo, 2006). Isso é feito através da diferenciação da série, um tipo especial de filtro, útil para remover tendência, que consiste em diferenciar a série até que ela se torne estacionária.

Apesar da diferença tomada, a série manteve componente sazonal. Em termos práticos, isso era esperado, visto que a sazonalidade é comportamento intrínseco às análises de vegetação por meio de índices, devido às chuvas que incrementam o vigor vegetativo e a biomassa captada pelos sensores e às secas, que diminuem tais parâmetros. Esse comportamento cíclico é natural.

4.3. Ajuste do modelo

Com base nas estimativas das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial da série, foi estimado o número de parâmetros do modelo a ser ajustado. Foi feito o ajuste do modelo que obteve melhores resultados nas análises e aplicado o teste de Box-Pierce para concluir e gerar o ruído branco. O modelo escolhido foi o ARIMA (1,1,2)(1,1,0), com lag sazonal de 12 observações, fator que indica o período de mudança na pluviosidade. O modelo ARIMA gerado foi capaz de descrever os processos de geração da série temporal.

Por fim, usou-se este modelo para estimar a previsão do comportamento da série

temporal de NDVI no Parque Nacional da Serra da Canastra para mais um ano.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentam o comportamento da vegetação do Parque Nacional da Serra da Canastra no índice de vegetação NDVI do sensor SPOT VEGETATION durante o período entre janeiro de 2008 e dezembro de 2011 e suas análises.

A Figura 2 apresenta a série temporal da variação de NDVI referente ao período estudado, onde é possível notar picos de maior vigor vegetativo e momentos de queda nos valores, provocados pelos períodos secos.

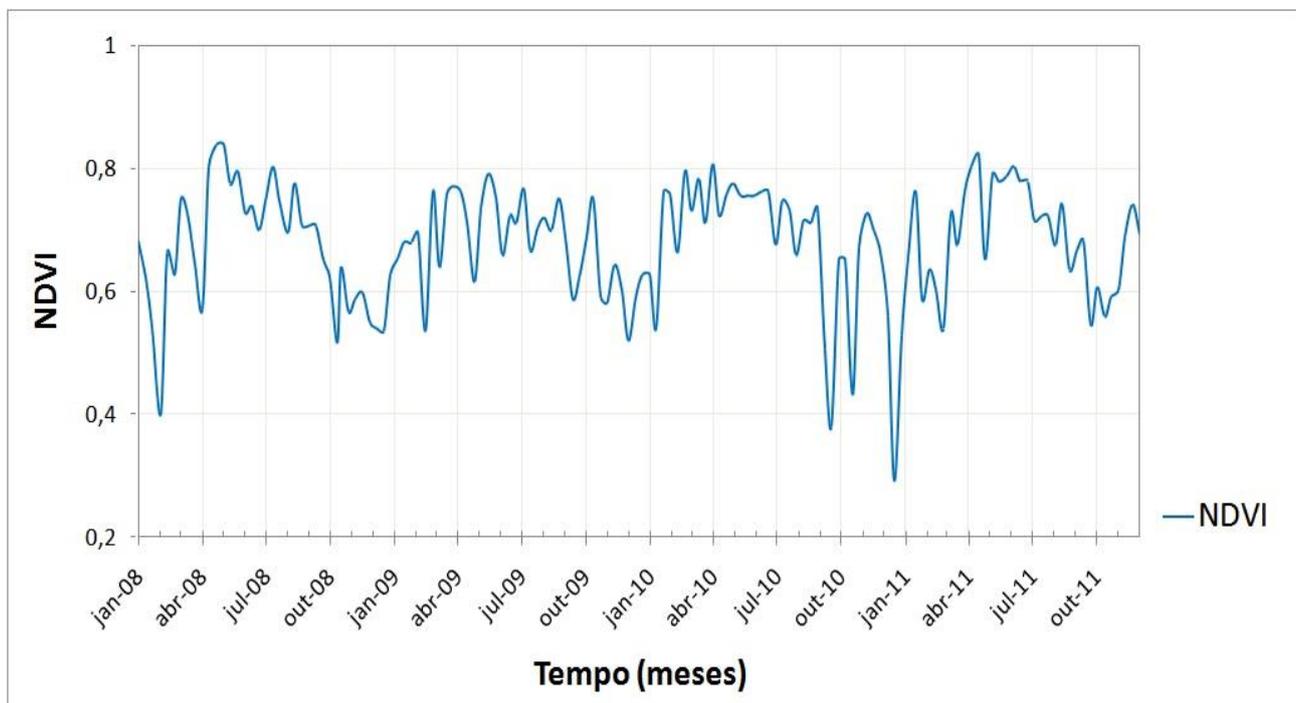


Figura 2 - Série temporal referente a variação do índice de vegetação NDVI entre 2008 e 2011, no Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais.

Observa-se na Figura 2 que os menores desvios padrões estão associados ao período entre agosto e outubro, ressaltando a pouca

variabilidade dos dados nesta época devido a falta de chuvas. O desvio padrão aumenta com o desenvolvimento da vegetação, o que pode ser

explicado pela precipitação. Com o início das chuvas e incremento do vigor vegetativo, observa-se um aumento nos valores de NDVI.

Observa-se na Figura 2 que os menores desvios padrões estão associados ao período entre agosto e outubro, ressaltando a pouca variabilidade dos dados nesta época devido a falta de chuvas. O desvio padrão aumenta com o desenvolvimento da vegetação, o que pode ser explicado pela precipitação. Com o início das chuvas e incremento do vigor vegetativo, observa-se um aumento nos valores de NDVI.

Couto Júnior et al. (2010) citam que a fitofisionomia predominante no PNSC é de campo limpo, constituído predominantemente pelo estrato herbáceo, com arbustos e ausência de árvores, e caracteriza-se por uma vegetação não-fotossinteticamente ativa na seca, o que pode justificar os baixos valores de NDVI encontrados nessa época.

Também ressalta-se que a região é alvo de incêndios, devido a predominância de campo nativo. França (2010) relata que a vegetação local sofreu com queimadas entre junho e outubro de 2010. Medeiros e Fiedler (2003) citam que cerca de 44% dos incêndios no PNSC são provocados por raios durante a estação chuvosa e a transição seca-chuva, e 50% são de causa antrópica e ocorrem na seca. Portanto, pode-se supor que os baixos valores de NDVI estejam ligados a intervenções antrópicas degradadoras.

Em termos estatísticos, a série de NDVI apresenta um valor médio de 0,68, desvio padrão de 0,095, valor mínimo de 0,29 e máximo de 0,84. Os valores encontrados indicam um comportamento normal do vigor de vegetação, considerando os períodos chuvosos, que aumentam o vigor, e os secos, que o diminuem, sendo possível constatar que a série não apresenta tendência, mas apresenta sazonalidade. Nota-se uma sucessão regular de instabilidade, explicada pelas oscilações do NDVI ao regime hídrico.

Como a maioria dos procedimentos de análise estatística de séries temporais supõe que estas sejam estacionárias, foi necessário transformar os dados originais. A transformação mais comum consiste em tomar diferenças sucessivas da série original, até se obter uma série estacionária. A primeira diferença é representada na Figura 3.

Estimou-se um modelo ARIMA (1,1,2) com componente sazonal (1,1,0), pois este foi o que mais se adequou ao propósito de eliminar ruídos (lags) na série, fazendo com que todos os dados se encontrassem dentro do intervalo de confiança estipulado (95%). É importante verificar as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial para que um melhor modelo seja ajustado. Os gráficos de autocorrelação e autocorrelação parcial foram gerados e a Figura 4 mostra o gráfico de autocorrelação da série.

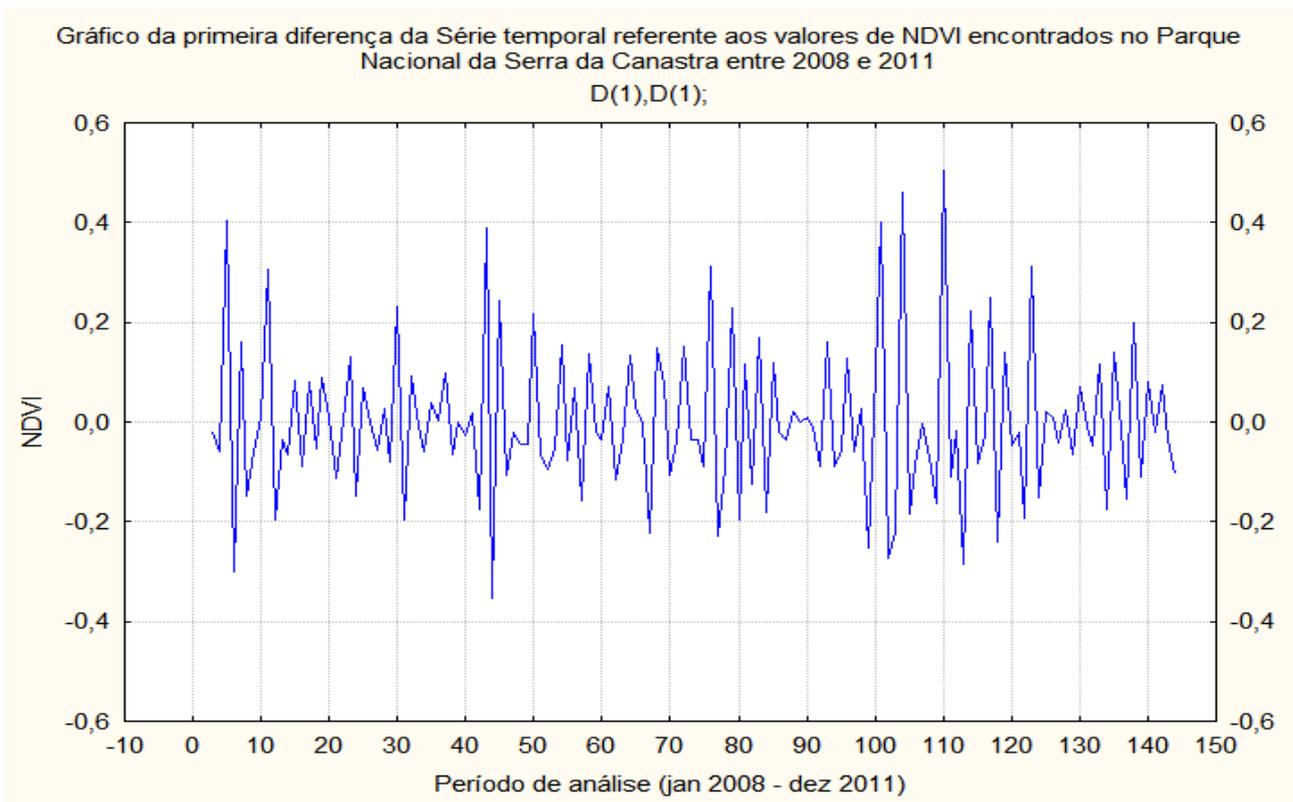


Figura 3 - Gráfico da primeira diferença da série temporal NDVI entre 2008 e 2011.

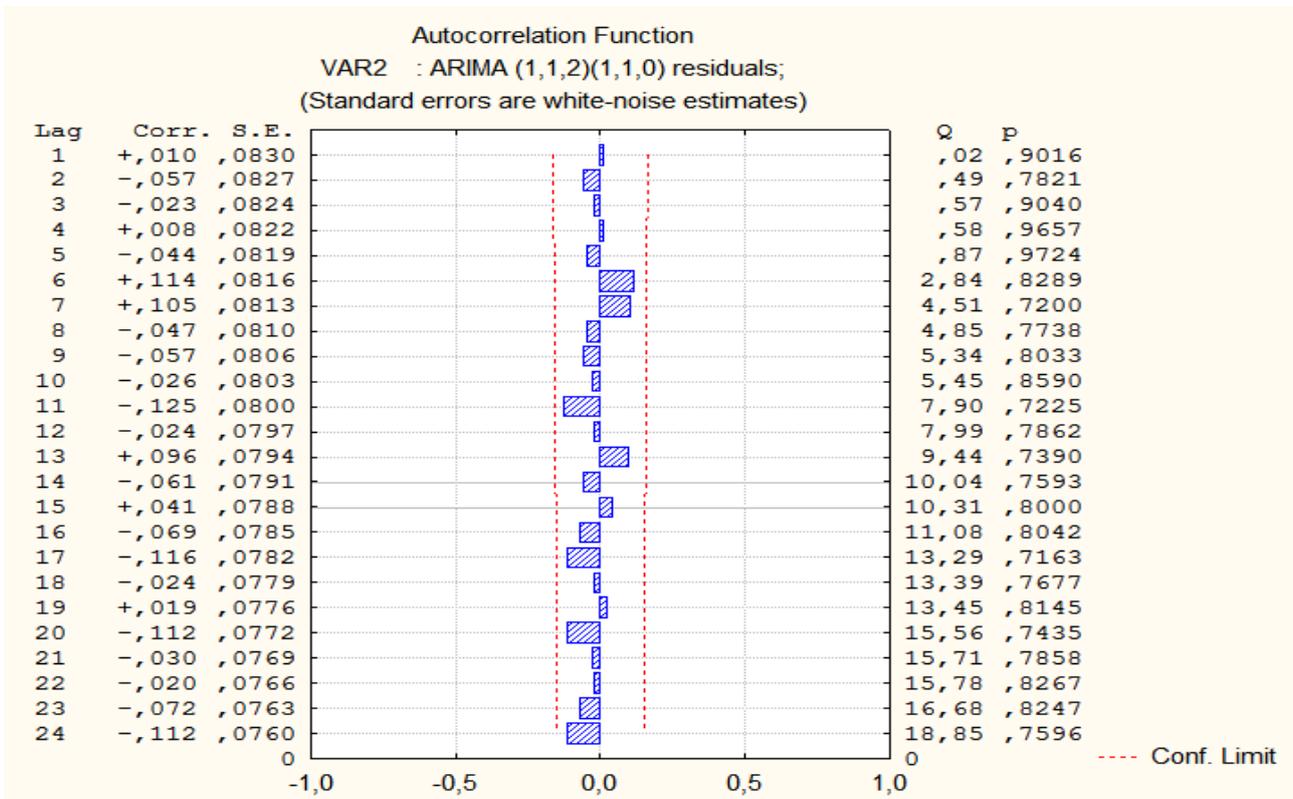


Figura 4 - Gráfico representativo da função de autocorrelação (fac) para a série temporal de NDVI no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC).

Aplicando o teste de Cox Stuart para Z_t ($t=1, \dots, 144$), sendo $C/2 = 72$ e Z_i ($i=1, \dots, C$), verificou-se 42 sinais positivos ($Z_i < Z_{i+c}$) e 33 sinais negativos ($Z_i > Z_{i+c}$). Fazendo o teste, e tendo em mãos os resultados, conclui-se que não se pode rejeitar $H_0: P(Z_i < Z_{i+c}) = P(Z_i > Z_{i+c})$. Ou seja, o componente tendência não está presente nesta série, tanto visualmente quanto no teste. Isso indica que o

comportamento da vegetação não se altera a níveis bruscos, mantendo uma linearidade que pode ser relacionada à conservação.

Porém, a função de autocorrelação não determina claramente a ordem de um processo autorregressivo, inviabilizando a determinação do modelo. Para resolver este problema introduz-se a função de autocorrelação parcial (facp), representada na Figura 5.

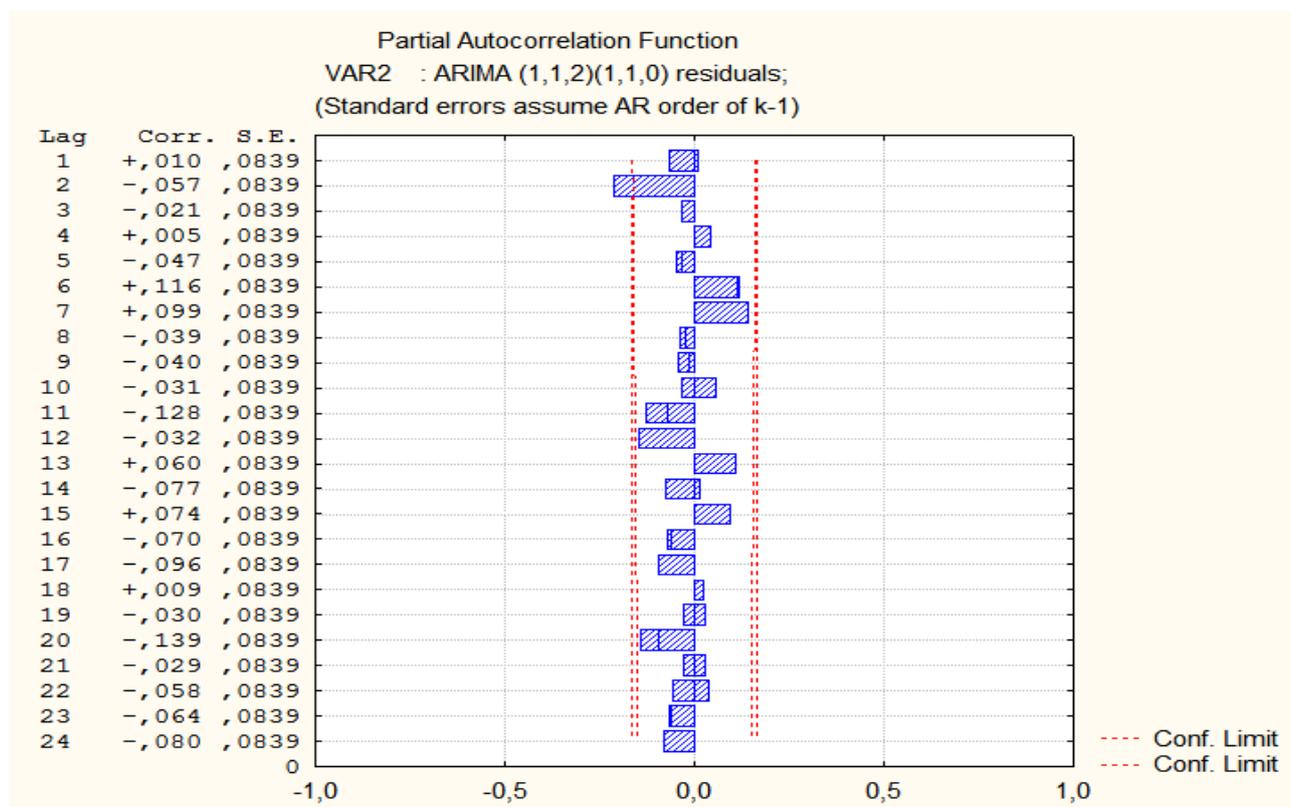


Figura 5 - Gráfico representativo da Função de autocorrelação parcial (facp) para a série temporal de NDVI no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC).

Aqui, bem como na função de autocorrelação, todas as variáveis aleatórias seguem distribuição normal de média zero, variância constante e covariâncias nulas, provando a ausência de tendência e estabilizando os valores por meio de ruído branco. Estando a série livre de tendência, pode-se inferir sobre a ordem do modelo e iniciar o

processo de modelagem, sendo esta etapa um ciclo iterativo.

5.1. O modelo e a previsão de comportamento da série temporal

A Figura 6 mostra o gráfico de previsão da série do NDVI com o conhecimento de

observações anteriores, com um intervalo de confiança de 95%. Vale ressaltar que a previsão é apenas uma forma de fornecer informações para uma consequente tomada de decisões, visando quaisquer objetivos. Neste caso, auxiliar o planejamento local.

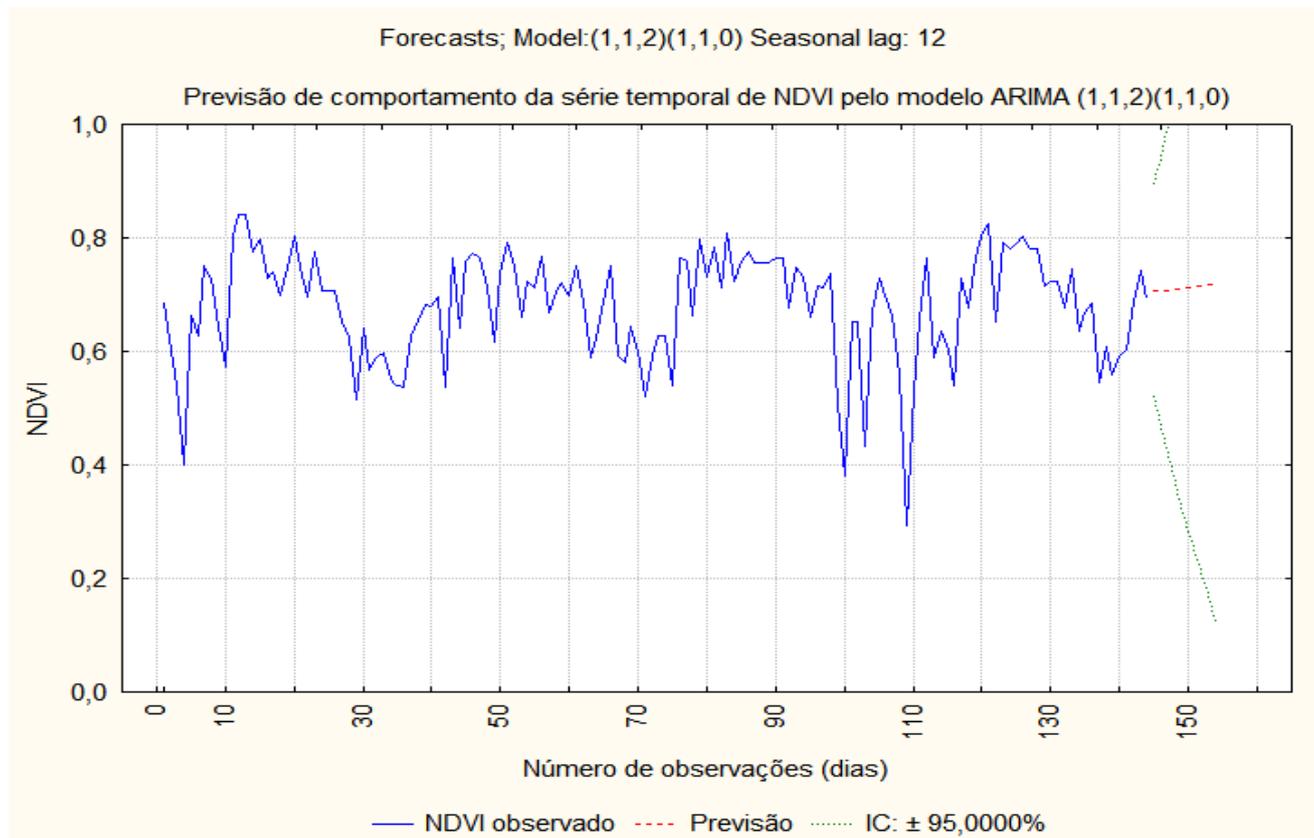


Figura 6 - Previsão de comportamento da série temporal de NDVI para os próximos 12 meses obtida pelo modelo ARIMA (1,1,2)(1,1,0) em um intervalo de confiança de 95%.

O modelo ARIMA (1,1,2)(1,1,0) foi eficaz para descrever a série temporal e gerar uma previsão de comportamento a um intervalo de confiança de 95%, onde foi possível concluir que a série temporal mantém seu comportamento constante, o que induz a dizer que a manutenção das práticas de manejo da vegetação basta para sua proteção.

6. CONCLUSÕES

A análise de séries temporais pode avaliar a vegetação do Parque Nacional da Serra

da Canastra (PNSC) e a geração de modelos descreveu a série histórica do índice NDVI no local e prever seu comportamento com um intervalo de confiança de 95%.

O modelo ARIMA (1,1,2)(1,1,0) descreveu de forma eficaz a distribuição do NDVI entre 2008 e 2011 e foi funcional à previsão de valores futuros do índice. Isso, todavia, é estratégico para o monitoramento da vegetação e manejo, além de subsídio aos gestores da Unidade de Conservação para o desenvolvimento de um planejamento

estratégico para a biodiversidade local, sendo uma metodologia realizada a custo reduzido.

REFERÊNCIAS

BARTHOLOMÉ, E. **VGT4Africa user manual**. 1 ed. EUR 22344 EN, European Communities. Available online in English and French at (2006). Disponível em: <<http://www.devcoast.eu/ViewContent.do?pageId=40>>. Acesso em: 5 out. 2013.

BOX, G. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis, forecasting and control**. San Francisco: Holden-Dag, 1976.

BRASIL. **Lei nº. 9.985**, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil (SNUC).

CHUVIECO, E. **Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio**. 3. Ed. Barcelona: Ariel, 2008, 594p.

COUTO JÚNIOR, A. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; É. S., MARTINS; ENCINAS, J. I. Identificação das assinaturas temporais NDVI das principais fisionomias da região do Ecomuseu do Cerrado. **Espaço & Geografia**, Vol.10, No 1 (2007), 173:189.

FRANÇA, H. **Os incêndios de 2010 nos Parques Nacionais do Cerrado**. Relatório técnico (2010). Disponível em: <<http://www.ufabc.edu.br/images/stories/comunicacao/queimadas-2010-1.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2014.

IBDF – INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra**. Brasília, DF. 1981. 96p.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: Desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.157-168, 2004.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 4ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 538 p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos, SP. Editora Parêntese. 2007. 126 p.

VAN NIEL, T.G.; MCVICAR, T.R. Determining temporal windows for crop discrimination with remote sensing: a case study in south-eastern Australia. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 45, p. 91–108, 2004.