REVISTA AGROAMBIENTAL

Lista de Periódicos Disponível em Periódicos

ARTIGO ORIGINAL

Página inicial do periódico: REVAGRO

PELAGRA MOÇAMBIQUE

Caracterização da mudança da vegetação por séries temporais de NDVI e EVI na reserva Botânica de Bobole, Moçambique

Characterization of vegetation change by NDVI and EVI time series in Bobole Botanical Reserve, Mozambique

[1a] Wilson Chipa Wilissone , [b] Mário Sebastião Tuzine

[a]*Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Instituto Superior Politécnico de Gaza. Wilsonchipa8@gmail.com; [b]Universidade Pedagógica, Faculdade de Engenharia e Tecnologia & Instituto Superior Politécnico de Gaza – Divisão de Agricultura tuzine@yahoo.com.br*

Informações do Artigo

Palavras-Chaves:
Google Earth Engine
ARIMA
séries temporais
NDVI
EVI

RESUMO

Moçambique situa-se na faixa sul-oriental do Continente Africano, entre os paralelos 10º27' e 26º52' de latitude Sul e entre os meridianos 30º12' e 40º51' longitude Este. A superfície continental é de 786.380 km^2 e esta área corresponde a cerca de 2,6% da superfície do continente africano que é de aproximadamente 30 milhões de km^2. Moçambique possui uma cobertura florestal de 34 milhões de hectares, e mais de metade dessa área (17 milhões de hectares) é de floresta produtiva. Há no entanto uma grande taxa de desmatamento e degradação florística que atenta para a extinção de várias espécies florestais e não só. A Reserva Botânica de Bobole é uma área de conservação localizado no distrito de Marracuene na província de Maputo em Moçambique, estabelecida para a proteção de espécies botânicas e a *raphia australis,* uma espécie declarada em via de extensão em Moçambique. Objectivou-se nesse estudo caracterizar a mudança na vegetação por meio de séries temporais de NDVI e EVI desde 1990 a 2020. Os modelos ARIMA (2, 2, 4) e (3, 2, 3) foram os que melhor se adequaram as séries de NDVI e EVI respectivamente. A previsão de séries pelo modelo ARIMA mostrou tendências de decaimento dos índices de vegetação, tendo como valores médios de 0.37 e 0.40 para o NDVI e EVI respectivamente. Embora a previsão tenha mostrado que a vegetação estará na faixa moderada, torna-se necessário tomadas de decisões urgentes de modo que se possa salvaguardar os recursos existentes na reserva.

***Keywords*:**
Google Earth Engine
ARIMA
Time series
NDVI
EVI

Mozambique is located in the south-eastern range of the African continent, between the parallels 10º27' and 26º52' south latitude and between the meridians 30º12' and 40º51' east longitude. The continental surface area is 786,380 km^2 and this area corresponds to about 2.6% of the surface of the African continent which is approximately 30 million km2 (MICOA, 2007). Mozambique has a forest cover of 34 million hectares, and more than half of this area (17 million hectares) is productive forest. There is however a high rate of deforestation and floristic degradation that is attentive to the extinction of various forest species and not only. The Bobole Botanical Reserve is a conservation area located in the Marracuene district of Maputo Province in Mozambique, established for the protection of botanical species *and raphia australis,* a species declared on an extension route in Mozambique. The objective of this study was to characterize the change in vegetation through NDVI and EVI time series from 1990 to 2020. The ARIMA model (2, 2, 4) and (3, 2, 3) were the ones that best suited the NDVI and EVI series, respectively. The series forecast by the ARIMA model showed decay trends of vegetation indices, with average values of 0.37 and 0.40 for NDVI and EVI, respectively. Although the forecast has shown that the vegetation will be in the moderate range, urgent decision-making is needed so that the existing resources in the reserve can be safeguarded.

[1] Para correspondência: *Wilsonchipa8@gmail.com*
DOI: https://doi.org/**10.5281/zenodo.17281683**

1. INTRODUÇÃO

Moçambique um país tropical, caracterizado por duas estações bem distintas: uma estação fria e seca, de Maio a Setembro e outro quente e húmida entre Outubro e Abril. O nível de precipitação varia consideravelmente durante o ano, com 60-80% da precipitação anual caindo no período de Dezembro a Março apesar de WFP (2015) através do estudo da análise do clima de Moçambique, concluir que a maior parte da precipitação se concentra em Novembro e Abril (Govanhica, 2019).

Existe a percepção que Moçambique possui muita terra disponível, com baixa utilização ou subaproveitada. Embora o Estado seja o proprietário legal da terra, existem os donos consuetudinários, que são os camponeses que exploram a terra, e nenhuma ocupação deve ser realizada sem a devida indeminização dos camponeses (Mosca, 2014).

O conhecimento do uso e cobertura de terra, tem merecido um destaque perante as questões ambientais, sociais e económicas a ele relacionadas e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável (IBGE, 2013).

A utilização de séries temporais de índices de vegetação se baseia na aquisição de imagens com diferentes datas e a comparação das mesmas através da variação da resposta espectral dos alvos ao longo do tempo.

Índices de vegetação podem ser conceituados como sendo a transformação de bandas espectrais, em que geralmente utiliza-se informações das faixas do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, isso porque elas (bandas) correspondem a mais de 90% da resposta espectral da vegetação (Epiphanio, et al., 1996).

O NDVI e o EVI são agrupados como índices de vegetação por razão simples, sendo o NDVI um indicador numérico utilizado para identificação de áreas com vegetação e suas características, cujos valores variam de -1 a +1. No entanto, ela apresenta sensibilidade à resposta do solo e também quanto à saturação nos casos em que há valores elevados de biomassa. Assim, quando a vegetação é muito densa, o NDVI não mais responde por conta justamente dessa saturação, deixando de se mostrar eficiente especialmente se os valores superarem 0,8 (Ferreira, et al., 2008).

Visando aprimorar a sensibilidade das áreas com altos índices de biomassa e ao mesmo tempo, diminuir as influências da atmosfera e do solo, o índice de vegetação melhorado (EVI) foi criado (Defeo, 2016).

Os modelos ARIMA descrevem séries caracterizadas pela estacionariade, isto é, séries que se desenvolvem ao longo do tempo mantendo constante a média e a variância.

A característica que tornou o modelo ARMA (p, d, q) bastante popular consiste no fato de ele poder descrever uma série estacionária por meio de um modelo que envolve menos parâmetros que um AR, MA e o de integração, caso a série não seja estacionária. Esta metodologia ARIMA de predição tem sido bastante utilizada em estudos econométricos, principalmente, porque vários resultados expressivos foram alcançados nesta área, incluindo as propriedades dos estimadores de amostras finitas (Bayma, 2015).

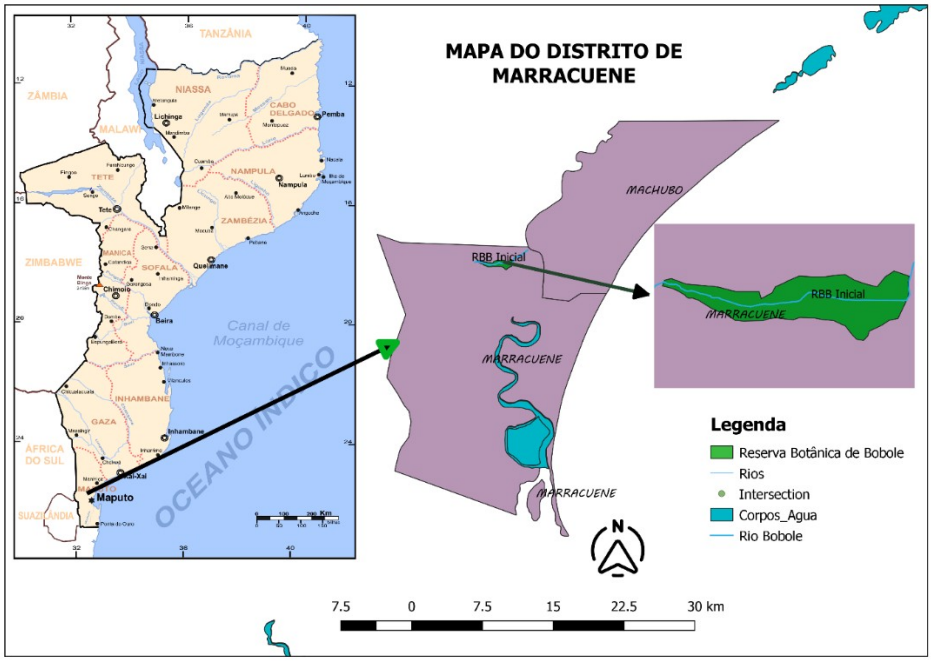
O presente artigo apresenta resultados de um estudo feito com o objectivo de se caracterizar a vegetação da reserva Botânica de Bobole (RBB) por meio de análise de séries temporais de NDVI e EVI para o período compreendido de 1990 a 2020, seguido da estimativa dos índices de vegetação até 2030.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

A RBB está localizada em Moçambique, na província de Maputo, distrito de Marracuene, mas concretamente na aldeia de Bobole aproximadamente na latitude -25º 60'00" e longitude 32º 66'67", está situada ao longo da Estrada Nacional nº 1 em direção ao distrito da Manhiça, a uma distância de 15 km da sede distrital de Marracuene (MAE, 2005). É atravessado pelo rio Bobole, mas este quase que não é notório devido a sua obstrução e redução do caudal.

Figura 1. Localização da RBB



Fonte: Autores (2025)

2.2 Caracterização biofísica

As características biofísicas da RBB são as responsáveis em despertar a preocupação em estudos sobre a conservação da *R. australis e* demais estudos sobre a conservação da própria reserva. A caracterização biofísica foi resultante das visitas efetuadas ao campo e consolidação com material bibliográfico disponível. Com essa metodologia buscou-se especificamente conhecer o ecossistema da Reserva no que tange as características do solo, vegetação nativa e o diagnóstico das acções comunitárias na conservação da reserva.

2.3 Séries temporais NDVI e EVI

Para obtenção de séries com a colecção Landsat 5 e 7 foram usadas as bandas NIR (B5) e R (B4) para cálculo do NDVI e NIR (B5), TIR (B4) e BLUE (1) para cálculo do EVI.

$$NDVI = \frac{Infravermelho\ \ proximo - vermelho}{Infravermelho\ \ proximo + vermelho} \quad (1)$$

O NDVI apresenta sensibilidade à resposta do solo e também quanto à saturação nos casos em que há valores elevados de biomassa. Assim, quando a vegetação é muito densa, o NDVI não mais responde por conta justamente dessa saturação, deixando de se mostrar eficiente especialmente se os valores superarem 0,8 (Ferreira, et al., 2008).

Visando aprimorar a sensibilidade das áreas com altos índices de biomassa e ao mesmo tempo, diminuir as influências da atmosfera e do solo, o índice de vegetação melhorado (EVI), equacao 2, criado (Defeo, 2016).

$$EVI = \frac{G*(infravermelho\ \ proximo - vermelho)}{L + Infravermelho\ \ proximo + (C1 + vermelho) - (C2 * Azul)} \quad (2)$$

Onde: L- é um factor de ajuste do solo; G- é factor de ganho; e C1 e C2 - são coeficientes de ajuste para o efeito atmosférico.

Não sendo possível usar o procedimento para a colecção Landsat 3, por este não conter a componentes de reflectância e a banda do azul (usado para o cálculo do EVI).

A análise das séries temporais de vegetação diferente do mapeamento do uso e cobertura, compreendeu o período de 1990 à 2020. Esta preferência deveu-se ao facto de se ter um grande número de dados que consequentemente facilitam o processo de previsão das séries. Ademais, objetivou-se também com essa escolha, compreender a influência das mudanças climáticas que tem trazido efeitos bastante claros que são vivenciados nos dias actuais.

2.4 Identificação do modelo previsão

Para a estudos de previsão de séries temporais, quer sejam estacionárias ou não, a metodologia de Box-Jenkins propõe a observância de 4 etapas, sendo elas: a especificação, a identificação do modelo, a estimação dos parâmetros e o diagnóstico do modelo ajustado. A filosofia da modelagem de Box & Jenkins se utiliza de duas ideias: o princípio da parcimónia é a construção de modelos por meio de um ciclo iterativo. O princípio da parcimónia estabelece que se deve escolher um modelo com o menor número possível de parâmetros, para uma adequada representação matemática. Um ciclo iterativo é uma estratégia de selecção de modelos a ser empreendida até que se tenha um modelo satisfatório (Morettin & Toloi, 2006).

2.5 Previsão de séries temporais

Após a extração das séries temporais dos índices de vegetação, foi realizada o tratamento dos dados no pacote *Excel* da *Microsoft*, tendo sido apagado as células cujos dados foram filtrados com a filtragem das nuvens. Em seguida fez-se uma análise descritiva dos dados, de modo a verificar a presença de valores atípicos na série e o teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos dados a 10% de significância. A previsão foi realizada usando o modelo Autorregressivo de Médias Moveis (ARMA), representada pela seguinte expressão:

$$\Phi p\left(L\right)\left(1-L\right)dYt=\Theta q\left(L\right)\varepsilon t$$

Onde:

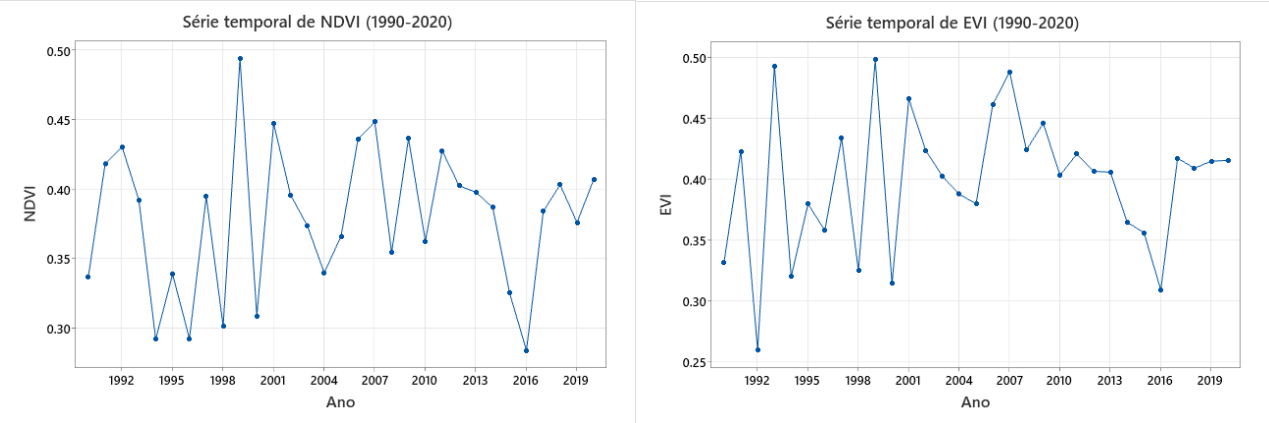
- Yt = valor da série no tempo t
- L= operador de defasagem (lag), tal que $LYt=Yt-1$
- $LYt=Yt-1$ = operador de diferenciação de ordem d
- $\Phi p\left(L\right)=1-\phi 1\,L-\phi 2\,L2-\cdots-\phi p\,Lp$ (parte AR)
- $\Theta q\left(L\right)=1+\theta 1\;L+\theta 2\;L2+\cdots+\theta q\;Lq$ (parte MA)
- εt = termo de erro aleatório (ruído branco)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Séries temporais

Uma análise visual para determinar a estacionaridade muita das vezes pode levar ao erro crasso em análises de séries temporais, daí que se torna necessária a aplicação de testes para detrrminar a estacionaridade, destes testes, o destaque vai para o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller, o qual utiliza os critérios AIC, BIC e o *t-statistic* para determinação da significância dos dados para a validação como dados estacionários.

Figura 2. Série temporal de NDVI e EVI (1990-2020)



Fonte: Autores (2025)

Tendo como base a metodologia de Box e Jenkins, a análise das séries temporais foi precedida do teste de estacionaridade com base no teste de raiz unitária de Dickey-Fuller, onde constatou-se que a série do NDVI foi estacionária com a inclusão da constante e tendência em separado. Sem a constante, a série é estacionária apenas com a primeira diferença.

A série do EVI apresentou uma não estacionariedade, com o *p-value* superior a 0.05 quer com a inclusão da constante ou tendência, mas esta torna-se estacionária com a primeira diferenciação, continuando estacionária para a segunda, terceira e quarta diferenciação sem a inclusão da constante.

3.2 Identificação do modelo de previsão

Para a estudos de previsão de séries temporais, quer sejam estacionárias ou não, a metodologia de Box-Jenkins propõe a observância de 4 etapas, sendo elas: a especificação, a identificação do modelo, a estimação dos parâmetros e o diagnóstico do modelo ajustado.

A filosofia da modelagem de Box & Jenkins se utiliza de duas ideias: o princípio da parcimónia e a construção de modelos por meio de um ciclo iterativo. O princípio da parcimónia estabelece que deve-se escolher um modelo com o menor número possível de parâmetros, para uma adequada representação matemática. Um ciclo iterativo é uma estratégia de selecção de modelos a ser empreendida até que se tenha um modelo satisfatório (Morettin & Toloi, 2006).

Seguindo o princípio do ciclo iterativo foi possível estabelecer um modelo ARIMA (2, 2, 4) e ARIMA (3, 2, 3) para as séries de NDVI e EVI respectivamente. A escolha do modelo para as duas séries foi feita seguindo o raciocínio de Morretin & Toloi (2004), que sugerem

a identificação de vários modelos, e o modelo a ser escolhido deve ajusta-se melhora aos dados da série original, ou seja, deve apresentar menor erro.

As tabelas 1 2 apresentam as estatísticas dos coeficientes dos modelos considerados nesse estudo, onde pode-se notar que a ordem do modelo foi estatisticamente significativa para a série, ou seja, é possível realizar a estimativa dos valores futuros da série com base no modelo estabelecido.

Tabela 1. Nível de significância dos coeficientes do modelo ARIMA (2, 2, 4) para o NDVI

Variável	Coeficiente (ϕ)	Erro Padrão	Estatística z	Valor p
ϕ1	-1,0569	0,2077	-5,089	<0,001 ***
ϕ2	-0,5661	0,1848	-3,064	0,002 ***
θ1	-0,8281	0,2192	-3,778	0,000 ***
θ2	-0,3076	0,1825	-1,686	0,092 *
θ3	-0,8281	0,2576	-3,214	0,001 ***
θ4	0,9999	0,2444	4,091	<0,001 ***
Tendência (Ano)	**$-1{,}02^{-07}$**	**$8{,}28^{-07}$**	**-0,124**	**0,902**

Fonte: Autores (2025)

Tabela 2. Nível de significância dos coeficientes do modelo ARIMA (3, 2, 3) para o EVI

Variável	Coeficiente (ϕ)	Erro Padrão	Estatística z	Valor p
ϕ1	-2,3097	0,0903	-25,58	<0,001 ***
ϕ2	-2,2067	0,1298	-17	<0,001 ***
ϕ3	-0,8401	0,0872	-9,638	<0,001 ***
θ1	0,6108	0,247	2,473	0,013 **
θ2	-0,6108	0,19	-3,215	0,001 ***
θ3	-1	0,2739	-3,652	0,000 ***
Tendência (Ano)	**$-1{,}02^{-07}$**	**$9{,}99^{-07}$**	**-0,102**	**0,919**

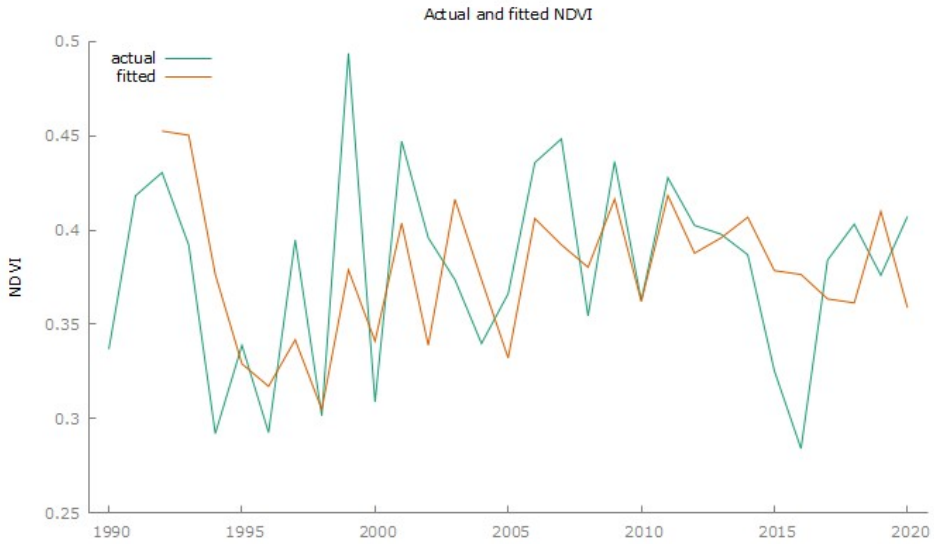
Fonte: Autores (2025)

Uma outra forma de observar se o modelo de previsão se adequa à série, é observar a aproximação dos valores entre a série prevista pelo modelo e a série original. Quanto mais próxima a série prevista estiver da série original, melhor é o modelo escolhido. Das séries nesse estudo, nota-se que embora os coeficientes tenham-se mostrados estatisticamente significativos, o modelo não conseguiu prever com muita exatidão os valores, mas estes mostram-se significativos por seguir a tendência da série original.

Verifica-se que, embora a série prevista não reproduza de forma exata todos os valores observados, a significância estatística dos coeficientes estimados, evidenciada pelos baixos p-values associados à maioria dos parâmetros, tabela 1 e 2, demonstra a

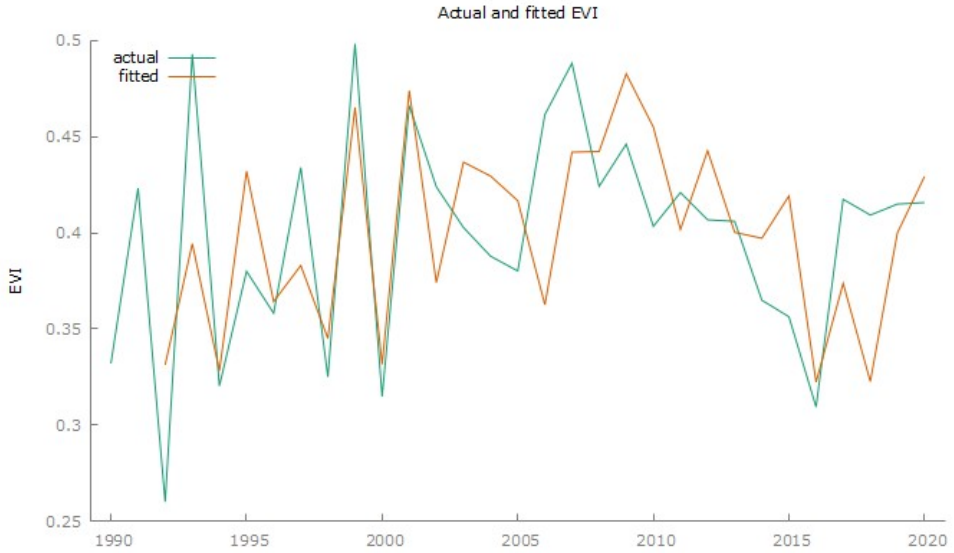
consistência e robustez dos modelos ARIMA (2,2,4) e (3,2,3). Esses resultados reforçam a adequação da abordagem metodológica adotada, conferindo confiabilidade às projeções da tendência futura dos índices de vegetação.

Figura 2. Estimativa da série de NDVI a partir do modelo ARIMA (2, 2, 4).



Fonte: Autores (2025)

Figura 3. Estimativa da série de EVI com base no modelo ARIMA (3, 2, 3).



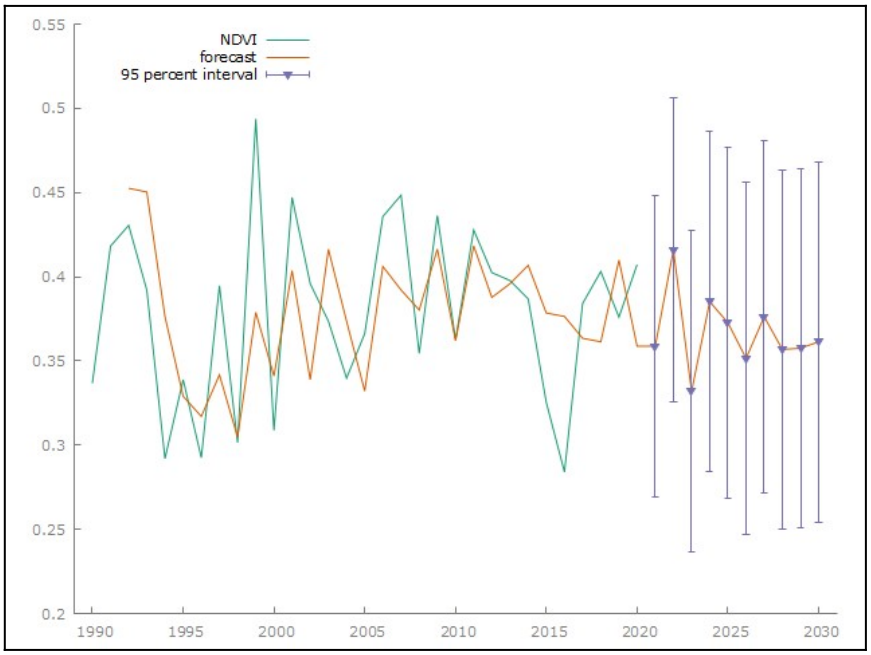
Fonte: Autores (2025)

3.3 Análise das séries temporais

O aumento ou diminuição da vegetação na superfície da terra, está directamente ligada às condições de clima, solo e acções antrópicas, ou seja, depende da combinação

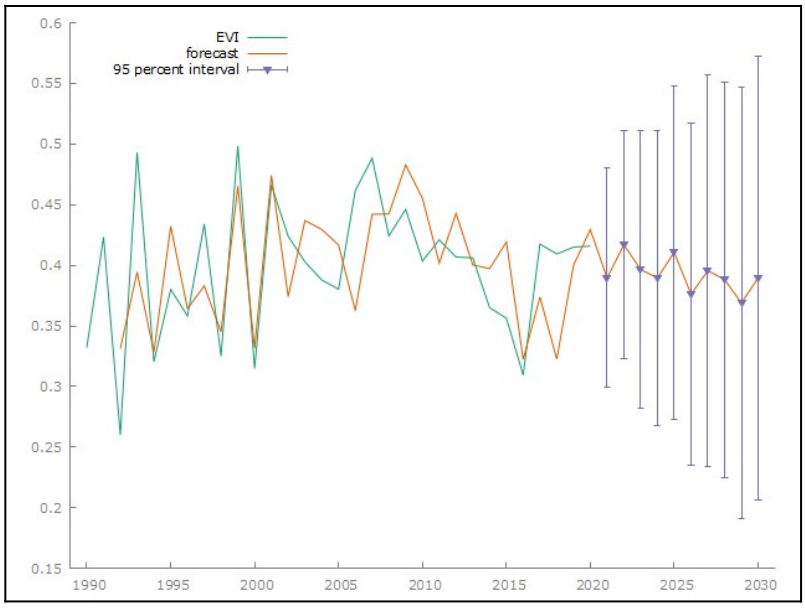
entre a temperatura, regime pluviométrico, das condições edáfica e da acção do homem. Assim sendo, a análise das séries dos índices de vegetação foi baseada nas condições climáticas do período em referência.

Figura 4. Previsão da série de NDVI para 10 períodos (2021-2030)



Fonte: Autores (2025)

Figura 5. Previsão da série de EVI para 10 períodos (2021-2030)



Fonte: Autores (2025)

Em análise das séries temporais acima, importa referir que os picos na direcção do y^{+} indicam maior actividade fotossintética e consequentemente presença de muita vegetação, o oposto indica períodos de estiagem ou cheias.

Observa-se no entanto que de 1992 a 1996 o NDVI esteve baixo, tendo subido em 1995 pelo efeito de sazonalidade climática. Neste período, Moçambique enfrentava um período de estiagem resultante da baixa precipitação, que variava de 800 a 990 mm/ano.

World Food Programme (2015) descreve que o país passou por longos períodos com comportamento da pluviosidade diferente, em particular o período de maior seca, de 1991/92 a 1994/95, seguido de período de maior precipitação que se estendeu de 1996/97 a 2000/01.

Esta precipitação pode ser observada igualmente pelo aumento da vegetação na Reserva em 1999, isso porque o impacto causado pela pluviosidade reflecte-se na resposta da cobertura da vegetação. As cheias de 2000 ocorrido entre os meses de Fevereiro/Março foi também um evento que afectou significativamente no valor dos índices de vegetação, tendo criado uma oscilação na série temporal que decaiu para cerca de 0.34.

Observando de grosso modo o gráfico (Figura 6) de NDVI, é possível constatar um aumento da pluviosidade desde 1990 até 2011, este cenário alinha-se ao que foi constatado por Queface (2008), relata uma tendência de aumento da temperatura, embora esta não tenha seguido uma tendência uniforme ao longo do país.

Em 2013, houve registo de cheias, mas este não afectou significativamente a reserva, podendo ser explicado pela sua configuração topográfica, escoando as águas para o rio Incomáti. No gráfico do NDVI, é possível observar que de 2012 para 2013 houve uma pequena redução da vegetação, isto porque as referidas cheias tiveram início em Outubro de 2012.

Um outro dado que merece a atenção é o decaimento da série em 2016, este foi causado pela seca severa que se registou na região sul de Moçambique, tendo afectado significativamente todos os sectores dependentes dos recursos hídricos.

Em análise da série temporal do EVI é importante compreender que os eventos que ocorreram são os mesmos que explicam a vegetação no local de estudo, porém, diferença entre os dois índices deve-se ao facto de EVI não sofrer interferências do solo e atmosfera.

Não sofrendo essa interferência, valores provenientes desse índice possuem maior aceitabilidade em vários estudos, em outros não se tem notado muita diferença entre os dois, isso pode se dar pela menor variabilidade climática no local do estudo.

A questão do realce no EVI é notória nos valores extremos das séries, enquanto que para NDVI o pico da vegetação acima dos 0.45 foi observado apenas em 1999, no EVI, valores acima 0.45 foram observados nos anos de 1993, 1999, 2000, 2006 e 2007,

consequentemente, períodos após a precipitação e o valor mais baixo do EVI foi de 0.26 registado em 1992 contra os 0.43 do NDVI verificado no mesmo ano.

A previsão das séries por um período de 10 anos (2021-2030) mostrou-se com tendências iguais para as duas séries, facto este devia-se esperar, pois na série original os valores tendem ao mesmo.

De um modo geral, a estimação com o modelo ARIMA para as duas séries apresenta um decaimento dos índices de vegetação com uma média de 0.37 para o NDVI e 0.40 para o EVI. O decaimento dos gráficos dos índices de vegetação pode estar relacionado a diversos factores, com destaque as mudanças no regime de precipitação na região sul do país, relacionado a redução do caudal do rio Bobole por acções climáticas e antrópicas.

Apesar da previsão apresentar valores na faixa dos valores moderados de vegetação (aproximadamente 0.2 a 0.5), ela pode alterar a qualquer momento devido as mudanças climáticas.

Segundo INGC et al. (2003) relaciona estas mudanças com o fenómeno El-niño e frisa que há possibilidade de ocorrência de fracos a moderados eventos de seca a cada 4 a sete anos, e secas mais severas em cada 10 a 20 anos.

Segundo Brito & Julaia (2007), o fenómeno El-niño refere-se ao aquecimento anormal das águas superficiais nas porções central e leste do Oceano Pacífico, nas proximidades da América do Sul, mais particularmente na costa do Peru, este que por sua vez pode ocorrer em qualquer parte do mundo.

Zolho (2010) analisando as projecções do clima para os próximos anos descreve que, apesar das simulações não indicarem grandes alterações da precipitação media anual, observam-se aumentos na região centro e norte e reduções na região Sul do país, para além do registo do começo tardio da época chuvosa, salientando que a região sul do país poderá ver uma expansão das áreas áridas ou mesmo indícios de desertificação devido a menor precipitação.

Este facto é confirmado por um estudo realizado pelo INGC (2009) no qual analisava as projecções futuras da hidrologia fluvial, tendo constatado por meio de sete modelos utilizados que, o risco de seca para o período de Outubro-Novembro-Dezembro permanecem inalterados no período de 2030-2060.

De uma forma geral, os picos acentuados nas séries temporais foram ocasionados por eventos climáticos, que correlacionando com a topografia e acções antropogénicas são os responsáveis pela dinâmica na vegetação durante o período em análise.

4 CONCLUSÃO

A análise das séries temporais consistiu na verificação dos pressupostos para que um dado seja considerado paramétrico, devendo para o efeito atender os critérios de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias. A previsão de séries pelo modelo ARIMA mostrou tendências de decaimento dos índices de vegetação, tendo como valores médios de 0.37 e 0.40 para o NDVI e EVI respectivamente, no entanto, esta diferença reforça o pressuposto para a criação do índice de vegetação realçado, que foi para que o mesmo, diferente do NDVI não pudesse sofrer influência dos aspectos do solo e atmosfera. Embora a previsão tenha mostrado que a vegetação estará na faixa moderada, torna-se necessário tomadas de decisões urgentes de modo que se possa salvaguardar os recursos existentes na reserva. Da tomada de decisão, é importante que se estabeleça os limites da reserva, tendo em consideração o total de área estabelecida em 1945. Os resultados das projeções indicam que a vegetação tende a manter-se em níveis moderados, com valores médios de NDVI = 0,37 e EVI = 0,40. Todavia, tais evidências ressaltam a urgência na adoção de estratégias de manejo e conservação, a fim de assegurar a integridade dos recursos ecológicos remanescentes na Reserva Botânica de Bobole.

4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bayma, A. P., 2015. *Análise do potencial de séries temporais de índices de vegetação (ndvi e evi) do sensor modis para detecção de desmatamentos no bioma cerrado.* Brasília-DF: s.n.

Defeo, L. F., 2016. *Utilização de série temporal MODIS/NDVI para mapeamento de pastagem.* Campinas: s.n.

Epiphanio, J. C. N., Gleriani, J. M., Formaggio, A. R. & Rudorff, B. F. T., 1996. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. *Pesquisa agropecuária brasileira,* xxxi(6), pp. 445-454.

Ferreira, L. G., Ferreira, N. C. & Ferreira, M. E., 2008. Sensoriamentoo remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. *Acta Scientiarum Biological Sciences,* xxx(4), pp. 379-390.

FNDS, 2019. *Mapa de cobertura florestal de moçambique 2016.* Maputo: s.n.

Govanhica, G. J. M., 2019. *Avaliação do potencial para a produção de tomate em ambiente protegido em Moçambique.* Évora: s.n.

IBGE, I. B. d. G. e. E., 2013. *Manual Técnico de uso de terra.* 3 ed. Rio de Janeiro: s.n.

Instituto Nacional de Gestão de Calamidades, 2009. *Estudo sobre o impacto das alterações climáticas no risco de ,* Moçambique: INGC.

João, F. E., 2011. *Análise da influência da prática de agricultura na regeneração e manutenção da espécie Raphia australis na Reserva Botânica de Bobole em Marracuene, província de Maputo.* Maputo: UEM-FAEF: s.n.

Lima, G. C. et al., 2013. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). *Revista Ambiente e Água,* viii(2), pp. 136-198.

Meneses, P. R. & Almeida, T., 2012. *Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.* Brasília: CNPq: s.n.

Morettin, P. A. & Toloi, C. M. C., 2006. *Análise de séries temporais.* 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher.

Mosca, J., 2014. *Agricultura Familiar em Moçambique: Ideologias e Políticas.* Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: Centros de estudos sobre Africa, Asia e America Latina: s.n.

Oliveira, R. R. S. d. et al., 2016. Dinâmica de uso e cobertura da terra das regiões de integração do araguaia e Tapajós/PA, para os anos de 2008 e 2010. *Revista Brasileira de Cartografia,* pp. 1411-1424.

Tuzine, M. S., 2011. *Mapeamento da cobertura e uso da terra a partir de imagens Ikonos na Floresta de Inhamacari, Província de Manica - Moçambique.* Curitiba - Paraná-Brasil: s.n.