

GEOMORFODINÂMICA DA FLORESTA ESTACIONAL SEMPRE-VERDE NA PAISAGEM DA BACIA DO RIO GRANDE, OESTE DA BAHIA

Solange Dourado da Silva

Universidade Estadual da Bahia – UNEB
Pós-Graduação em Educação e Meio Ambiente
sol_dourado.s16@hotmail.com

André Masahide Guimarães Takazone

Universidade Estadual da Bahia – UNEB
Mestrando em Biodiversidade e Conservação pela
Universidade Federal do Maranhão – FMA
andre_takazone@hotmail.com

Wanderson Ricardo Fonseca Rocha

wanderson-rock@hotmail.com

Pablo Santana Santos

Universidade Federal da Bahia – UFBA
Professor Adjunto de Sensoriamento Remoto do Instituto de Geociências
pablo.srgeo@gmail.com

Luci Ferreira Ribeiro

Professora da Universidade Federal da Bahia – UFBA
ribeiro.luz3@gmail.com

RESUMO

A paisagem regional contemplada pela bacia do Rio Grande, no Oeste baiano, possui nas frentes de recuo erosivo presentes em suas Chapadas, a Floresta Estacional Sempre-verde entre mosaicos compostos por fitofisionomias florestais e savânicas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial da ocorrência das FESV, quais as influências da paisagem local, e investigar possíveis mudanças neste cenário em um intervalo espaço-temporal. A metodologia baseou-se no uso de produtos da missão SRTM para elaboração dos mapas geomorfológicos, utilizando NDVI para avaliar a cobertura vegetal comparando-as ao longo do tempo de 40 anos, a partir de 1975. Foi realizado um perfil estratigráfico, para obter informações sobre a estrutura geológica local, e um perfil do terreno sobre os valores de NDVI para avaliar o vigor vegetativo na área da FESV ao longo da mancha. Observaram-se altos valores de NDVI para o ano de 2005 e baixos valores para os anos de 1975 e 2015. O perfil estratigráfico indicou a presença de rochas pouco porosas na altimetria de ocorrência da FESV, indicando uma condição favorável geomorfologicamente para sua ocorrência. Estes resultados permitiram avaliar que as condições climáticas e topográficas, influenciam na ocorrência e estrutura dessas formações vegetais na paisagem local.

Palavras-chave: NDVI. Coluna estratigráfica. Análise temporal.

GEOMORPHODINAMICS OF EVERGREEN VALLEY FOREST ON THE LANDSCAPE OF RIO GRANDE BASIN, WESTERN BAHIA

ABSTRACT

The regional landscape encompassed by Rio Grande basin, on Western Bahia, has on its Chapadas, in the erosive retreat fronts, the Evergreen Valley forest between the mosaics composed of forest and savanna phytophysognomies. Therefore, this study intends to evaluate the spatial distribution of the Evergreen Valley forest occurrence, what are the conditions that influence the local landscape, and investigate the possible changes in this scenario at a spatial-temporal intermission.

The methods was based on the use of products from the mission SRTM to the development of the geomorphological maps of the areas where the Evergreen forest is found on the landscape, around the river basin, towards the use of NDVI, to compare the variations on vegetation cover during 40 years, since 1975. Moreover, a stratigraphic profile of the site was done in order to obtain information about the local geological structure, and a land profile under the values of NDVI to assess the vegetative strength at the Evergreen forest area throughout the length of the stain. It was detected higher NDVI values for the year of 2005 and lower for 1975 and 2015. The stratigraphic profile indicated the presence of low porosity rocks along the forest occurrence altimetry, indicating a favorable geomorphological condition to its development. These results demonstrate that the climatic and topographic conditions affect positively the presence and structure of these vegetal formations on the local landscape.

Keywords: NDVI. Stratigraphic column. Temporal analysis.

INTRODUÇÃO

Análises diante dos ecossistemas devem obter informações sobre a caracterização e dinâmica florística dos fragmentos florestais, pois diante desses estudos é possível compreender padrões e processos ecológicos que auxiliam em possíveis intervenções e programas sobre manejo e conservação (OLIVEIRA-FILHO et al., 1994; MOREIRA et al., 2013).

Estudos indicam a heterogeneidade ambiental, como fator condicionante diante da composição e estrutura florestal (DURIGAN et al., 2000; BOTREL et al., 2002; CARVALHO et al., 2005; ROCHA et al., 2005). A heterogeneidade é a resposta das inter-relações próprias a cada local, que podem ser únicas ou comuns a outras áreas, o que permite avaliar possíveis tendências (RODRIGUES et al., 2007). A topografia é considerada uma variável importante em escala local para distribuição espacial e estrutural de Florestas Tropicais, por ser o resultado de mudanças vindas do solo, principalmente diante do regime hídrico e fertilidade, como relatam diversos estudos (CLARK et al., 1998; ESPÍRITO-SANTO et al., 2002; SOUZA et al., 2003; CARVALHO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2007).

Trabalhos com foco em descreverem e avaliarem paisagens por meio de levantamentos evolutivos e atuais fornecem condições ao pesquisador de representar as transformações ocorridas em uma determinada área e durante um intervalo temporal, possibilitando avaliar processos que definiram a forma atual da paisagem, através de padrões de comportamento, permitindo elucidar um cenário futuro (CASADO et al., 2011). Atualmente associar os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) e as imagens orbitais se tornaram indispensáveis instrumentos para detecção, avaliação e monitoramento espacial e temporal das questões que envolvem o meio ambiente, agregando informação e facilitando planejamentos relacionados a políticas de uso e ocupação do solo (AQUINO; OLIVEIRA, 2012).

A vegetação é o indicador ambiental de uma região, por agir e interagir com a manutenção da biodiversidade (CEMIN et al., 2005). Uma ferramenta importante para a análise das relações entre a vegetação e o meio físico, são os mapas de vegetação, que descrevem padrões quanto às mudanças temporais auxiliando no planejamento quanto ao uso da terra (BOHRER, 2000). Aplicações derivadas do sensoriamento remoto em estudos da paisagem utilizando índices de estrutura da vegetação, por meio de imagens, são novas ferramentas que auxiliem em estudos com finalidade de acompanhar e compreender processos em níveis regionais à globais, ou

seja, avaliar mudanças nas paisagens (SOARES-FILHO, 1998; LUZ, 2002). O NDVI, desenvolvido por Rouse et al. (1973), tem como importância a capacidade de monitorar as mudanças sazonais e interanuais. O NDVI é preciso ao analisar as alterações sofridas pela cobertura vegetal ao longo do tempo (LIMA et al., 2015), sendo o mais utilizado em estudos com a cobertura vegetal, por detectar as condições da vegetação e sua dinâmica tempo-espacial, facilitando o monitoramento sazonal e variações de longo prazo (WANG et al., 2003). Devido a capacidade de esse índice informar sobre condições biofísicas, mudanças sazonais e interanuais da vegetação, apresenta suscetibilidade às respostas edáficas e quanto à saturação (HUETE et al., 2002; PONZONI et al., 2012).

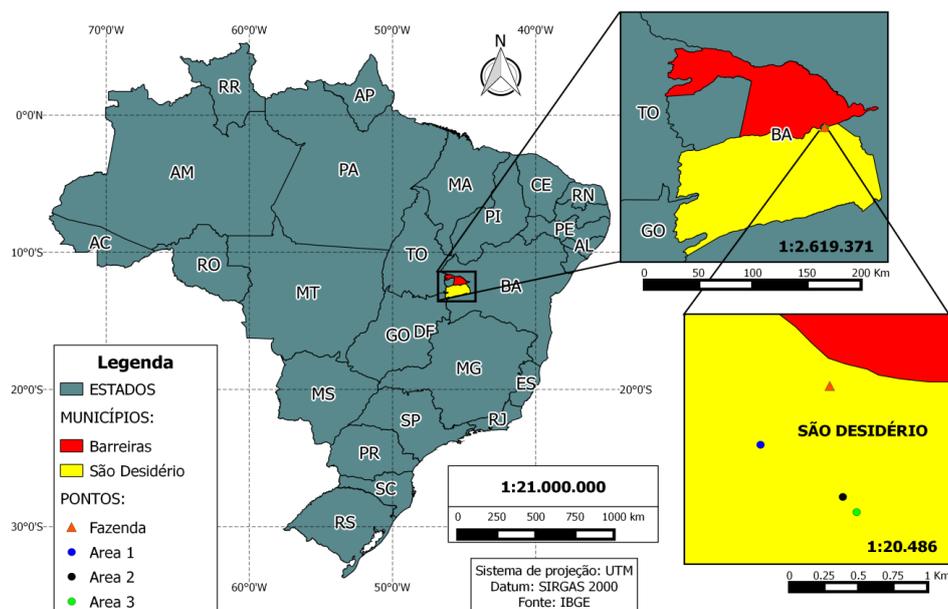
Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura e distribuição espacial das Florestas Estacionais Sempre-Verde, na paisagem local, definindo as possíveis influências do relevo e topografia para a presença destas nos encaves das Chapadas do Oeste baiano.

METODOLOGIA

ÁREA DE TRABALHO

O trabalho tem como abrangência a região da bacia do Rio Grande, em uma área com cerca de 76.000 km² (LEAL et al., 2003), paisagem regional dos Chapadões inseridos no Oeste da Bahia. A Chapada escolhida como unidade amostral, localiza-se na comunidade conhecida como São José, área pertencente à fazenda Riacho Grande, entre as coordenadas 12° 19' 18.1" S e 045° 02' 15.3" W (Figura 1). O acesso a esta comunidade se dá pela estrada federal BR-135 que conecta Barreiras a São Desidério (coordenadas: 12° 20' 05" S e 45° 02' 08" W), à 21 km da sede do município de Barreiras, Bahia.

Figura 1 – Localização da área de estudo localizada na Chapada pertencente à fazenda Riacho Grande, sinalizando as três áreas de coletas da unidade amostral onde se realizou a metodologia de parcelas.



Fonte – Elaborado pelos autores SILVA, S. D.; TAKAZONE, A. M. G (2015). Software QGis 2.4.0.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

A região da bacia do Rio Grande encontra-se inserida no domínio morfoclimático do Cerrado (ELIAS; PEQUENO, 2006) situada à margem esquerda do Rio São Francisco, banhada pelas sub-bacias do Rio Grande, Corrente e Caririnha (MMA, 2006). Esta área inclui os Chapadões e Depressões drenados pelo Rio São Francisco. Incluída na formação Urucuaia, sobrepostos às rochas do grupo Bambuí (BRASIL, 1982), com solos intemperizados e com baixa fertilidade, geralmente bem drenados e com baixa capacidade de retenção de água (SANTOS et al., 2008). A vegetação é típica de Cerrado com duas estações climáticas bem definidas (seco e fria/chuvoso e quente). O domínio climático sub-úmido a seco da região, é de fundamental importância para o trabalho, pois determina o destaque na estação seca a presença em faixa da vegetação Sempre-Verde em escarpas íngremes dos Chapadões do Grupo Urucuaia, entre mosaicos compostos por fitofisionomias florestais (Mata Ciliar e Floresta Estacional Decidual) e savânicas (Cerrado Típico e Cerrado Denso).

Florestas Estacionais, também chamadas de “Matas ou Florestas Secas”, estão vinculadas à sazonalidade (MURPHY; LUGO, 1986), precipitação e condições do solo, apresentando variações na fisionomia, estrutura e dinâmica (MUELLER-DOMBOIS; ELLERNBERG, 2002). O grau de decíduidade foliar das comunidades arbóreas na estação seca determina a classificação das formas de Florestas Estacionais nos trópicos - Semidecídua, Decídua e Sempre-Verde. As Matas Mesofíticas ou Florestas Estacionais apresentam cobertura arbórea de 70% a 90% na estação chuvosa (NASCIMENTO et al., 2004). No Brasil, estas têm sido classificadas como Semidecíduas (ou subcaducifólias), quando a percentagem de indivíduos arbóreos sem folhas na estação seca situa-se entre 20% e 50% do total, e como Decíduas (ou caducifólias), quando a percentagem supera esta marca. As que apresentam porcentagem menor que 20% de indivíduos desfolhados são consideradas Sempre-Verdes, ou perenifólias (VELOSO et al., 1991; IBGE, 1992; 2012). Em geral, a Mata Ciliar caracteriza-se por deter vegetação arbórea densa, em terrenos permanentemente úmidos, com cobertura de copas chegando a 90% (RIBEIRO; WALTER, 1998); o Cerrado Típico se caracteriza por possuir solo coberto por gramíneas, ervas e subarbustos e o estrato arbóreo descontínuo; o Cerrado Denso é um tipo de vegetação mais baixa e mais aberta com estrato arbóreo descontínuo, mas com estrato graminoso inexistente, sendo o piso densamente coberto por ervas e arbustos (PINHEIRO; DURIGAN, 2009).

Em escala local, nas Chapadas incluídas na paisagem, ocorre a presença das Florestas Estacionais Deciduais de encosta, e acompanhando as nascentes d'água encontram-se as Florestas Estacionais Semideciduais. Nos encaves entre estas Matas Secas, nas frentes de recuo erosivo, estão as Florestas Estacionais Sempre-Verdes, visíveis nos períodos de estiagem (Figura 2).

Como característica do uso do solo na região, os topos das Chapadas são destinados à agricultura mecanizada devido à sua forma aplanada, e as bases e vales ocupados por pastagens e agricultura de subsistência das comunidades rurais locais.

Figura 2 – Floresta Estacional Sempre-Verde no mosaico vegetacional na estação seca, na Chapada escolhida como unidade amostral pertencente à fazenda Riacho Grande. (A) Presença das Florestas Estacionais Sempre-Verdes nos encraves entre Matas Secas, nas frentes de recuo erosivo, visíveis nos períodos de estiagem; (B) A Floresta Estacional Sempre-Verde acompanha o percurso da água que percola a Chapada.



Fonte – Acervo do autor Silva, S. D. (2015).

Chapada escolhida como unidade amostral para realização das metodologias está dentro de uma propriedade privada sendo eleita dentre as demais áreas de Chapadas da região, por se encontrar a 20 anos sem ação de fogo e sem presença de gado, segundo informações do proprietário. Tal informação foi corroborada através de visualizações por imagens de satélite e em campo, considerando-a, portanto, em bom nível de conservação.

COLETA DOS DADOS

GEOMORFODINÂMICA

Para avaliar a distribuição espacial e cobertura vegetal das Chapadas que apresentam ocorrência da Floresta Estacional Sempre-Verde, pertencentes à bacia do Rio Grande, foram utilizados os recursos de geoprocessamento, integrados por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando imagens de satélites, através do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), calculado no *software* QGIS 2.4.0.

As imagens foram obtidas gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) dos sensores remotos RBV/LANDSAT-1, TM/LANDSAT-5 e OLI/LANDSAT-8, com referências da órbita/ponto 220/068, e datas de passagens em 20/06/1975, 23/06/1985,

19/06/1995, 14/06/2005 e 29/08/2015 (períodos secos). Foram feitas as correções atmosféricas por meio do algoritmo FLASH e as correções geométricas das imagens pelo Geocover, ortorretificado pela NASA, sendo uma fonte de dados largamente utilizado em levantamentos de recursos naturais. A necessidade da análise espaço-temporal faz-se necessário para detectar possíveis alterações no vigor vegetativo na forma e estrutura do ecossistema na região.

ESTRATIGRAFIA

Para determinação da estrutura geológica da unidade amostral, foi elaborado um perfil estratigráfico em uma área da Chapada com abrangência do mosaico florestal, a fim de obter uma visão total do substrato, construídos com dados obtidos de observações de afloramentos e altitudes das estruturas geológicas (IBGE, 1998).

Executou-se sondagem in situ das rochas ao longo do percurso que contempla a unidade amostral, com auxílio de martelo e lupa de 30 x 21 mm, além do GPS, modelo Garmin Montana 600, para anotações das altitudes a cada coleta. Foram realizadas anotações e avaliações em campo, sendo coletados exemplares das rochas, desde a base da Chapada até seu topo, ou seja, englobando a parte do mosaico e seus substratos, para análise posterior em laboratório.

ANÁLISE DOS DADOS

GEOMORFODINÂMICA

Para identificar o possível progresso e/ou mudança da vegetação, utilizando NDVI, foram avaliadas imagens dos anos de 1975 a 2015 (com intervalos de dez anos), onde os dados de NDVI foram gerados a partir de pontos de localização das nove parcelas feitas ao longo da floresta, que serviram como áreas de coletas botânicas e avaliações ecológicas que serão abordados no próximo capítulo.

Utilizou-se como critério, os parâmetros definidos pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN ou *International Union for Conservation of Nature*, em inglês) que consideram em seus critérios A, B e E, no mínimo 50 anos para avaliar um ecossistema baseadas em séries temporais de mapas ou imagens de alto alcance, utilizando produtos especializados derivados do sensoriamento remoto (KEITH et al., 2013).

As bandas espectrais utilizadas para avaliação da dinâmica do NDVI foram formadas pelos comprimentos de ondas do vermelho e infravermelho-próximo, e favorecem o estabelecimento de diferenças de respostas espectrais da vegetação em função da variação do vigor vegetativo. Nas bandas espectrais supracitadas foram corrigidas as distorções geométricas, a partir do *software* ERDAS IMAGINE 2010, onde foram geocodificadas na projeção cilíndrica UTM, Datum SIRGAS2000, Fuso 23S.

O NDVI é uma técnica proposta por Rouse et al. (1973), tendo como equação: $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$, que tem por finalidade separar a porção vegetal do solo exposto, determinando a densidade da cobertura vegetal, pelo mapeamento. Após análise temporal, realizou-se por meio de ferramentas do programa QGIS 2.4.0 o perfil do terreno de uma das imagens geradas na região de ocorrência do mosaico vegetacional, para ilustração da topografia por meio de uma seção transversal.

ESTRATIGRAFIA

Foi elaborada uma coluna estratigráfica com auxílio do *software* CorelDraw X6, onde estão representadas as características das rochas, que representam a unidade amostral, tais como

estruturas, granulação e porosidade, onde os exemplares coletados em campo foram analisados no laboratório de Geologia da UFOB, por meio de lupa binocular estereoscópica 4x.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Mapeamentos da cobertura vegetal por meio de dados advindos de sensores remotos orbitais têm sido frequentemente realizados no bioma Cerrado (MANTOVANI; PEREIRA 1998; SANO et al., 2008), porém, Bayma (2015) ressalta que geralmente estes trabalhos são realizados baseados apenas por análises de imagens de somente uma data, não possibilitando uma discussão ampla da dinâmica das mudanças ocorridas.

Analisou-se valores de NDVI referente aos anos de 1975, 1985, 1995, 2005 e 2015, durante estação seca, que apresentaram significativas diferenças numéricas (Tabela 1), ilustradas nas imagens das análises temporais dos mapas temáticos (Figura 3), nos alvos equivalente as parcelas alocadas na Floresta Estacional Sempre-Verde.

Tabela 1 – Valores de NDVI gerados nos anos de 1975 a 2015, com intervalos de dez em dez anos, para avaliação da cobertura vegetal nas parcelas alocadas ao longo da Floresta Estacional Sempre-Verde, na região Oeste da Bahia.

Ano	1975	1985	1995	2005	2015
Parcelas					
1	0,45454547	0,61194032	0,55932206	0,6708861	0,45251709
2	0,41935483	0,57894737	0,57575756	0,5945946	0,46932754
3	0,45454547	0,64179105	0,5	0,68000001	0,43661046
4	0,50000000	0,58620691	0,50943398	0,58730161	0,42622682
5	0,31578946	0,65333331	0,51612902	0,47368422	0,43381846
6	0,31578946	0,65333331	0,51724136	0,57894737	0,47317147
7	0,33333334	0,58536583	0,55263156	0,55555558	0,4889726
8	0,33333334	0,55555558	0,60606062	0,60526317	0,43627411
9	0,43750000	0,53846157	0,5	0,60526317	0,30276546

Fonte – Elaborado pelos autores SILVA, S. D.; TAKAZONE, A. M. G (2015). *Software QGIS 2.4.0.*

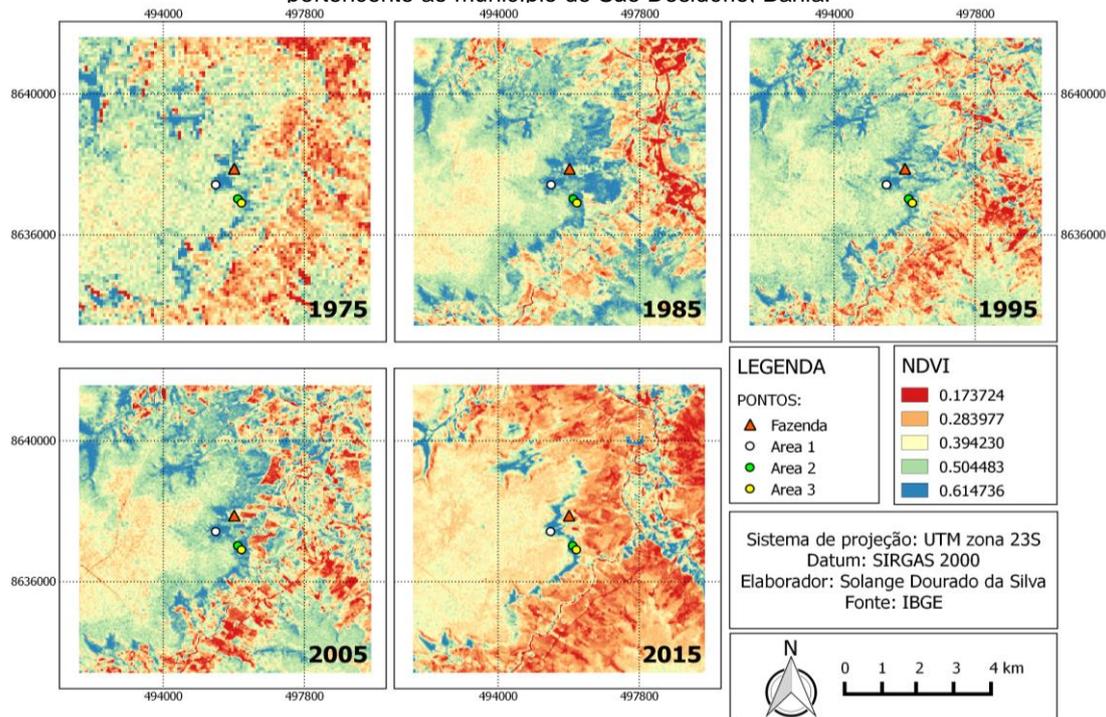
Os valores médios de NDVI dos cinco anos são; 0,39 (ano de 1975), 0,60 (ano de 1985), 0,53 (ano de 1995), 0,59 (ano 2005) e 0,43 (ano 2015). Sendo os anos de 1975 e 2015, os que possuíram menores médias, fator que indica baixa atividade fotossintética e densidade de vegetação nestes anos. Os maiores NDVI's referente às parcelas (Tabela 1), alocadas ao longo da floresta, foram as parcelas um e três no ano de 2005, com valores 0,67 e 0,68, respectivamente. Os menores índices se encontram nas parcelas cinco (0,31), seis (0,31), sete (0,33) e oito (0,33) do ano de 1975 e parcela nove em 2015 com valor de 0,30. Estes índices são reflexos da estrutura encontrada em campo, diante da posição no qual se encontram as nove parcelas ao longo da linha florestal.

Através dos valores médios de NDVI observou-se que as reflectâncias espectrais baixas nas parcelas podem estar associadas, com a ocorrência das clareiras que permitem a entrada de luz, e baixa cobertura vegetal expondo mais os solos nesses locais. Em Florestas Tropicais os aparecimentos de clareiras podem decorrer diante de queda ou morte de árvores ou, no caso de Florestas Estacionais na estação seca, as espécies apresentarem a estratégia de caducifolia (CLARK, 1990; TOLENTINO; NUNES, 2008). Logo, nas áreas com dossel mais fechado, há maior cobertura vegetal e sombreamento, por consequência maior área foliar e fitomassa que serão reconhecidos pelas bandas espectrais ao gerar o índice de NDVI identificando ativa atividade fotossintética nesses ambientes ao longo das vertentes da Floresta Estacional Sempre-Verde na Chapada.

Na Figura 3 estão representados os mapas temáticos com valores de NDVI dos anos de 1975 a 2015, com intervalos de 10 anos, sendo possível por análise visual, observar pela variação da coloração as alterações sofridas na vegetação na unidade amostral. Os dados de NDVI são

respostas diante da vegetação relacionadas ao vigor vegetativo, logo, valores menores se referem à vegetação em momento de estresse ou perturbada.

Figura 3 – Análise temporal dos anos de 1975 a 2015, apresentando por meio dos dados de NDVI alterações no vigor vegetativo da Floresta Estacional Sempre-Verde, presente na unidade amostral pertencente ao município de São Desidério, Bahia.



Fonte – Elaborado pelos autores SILVA, S. D.; TAKAZONE, A. M. G (2015). *Software QGIS 2.4.0.*

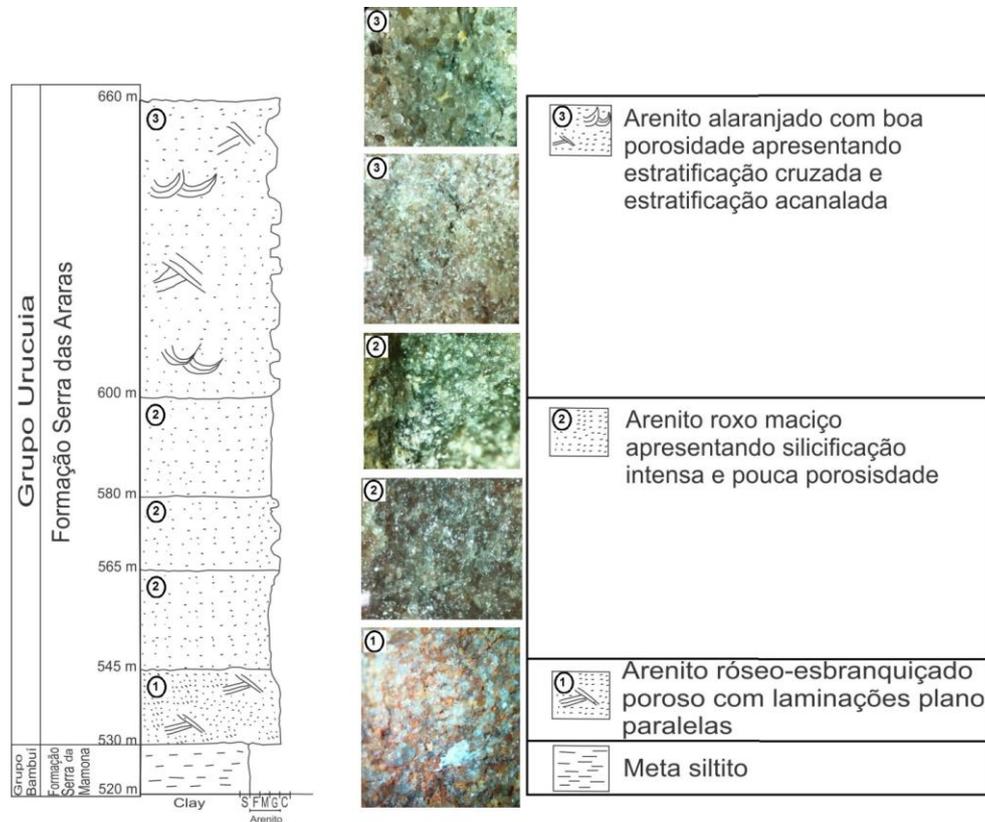
Os dados de NDVI são respostas diante da vegetação relacionadas ao teor de clorofila presente, logo, valores menores se referem à vegetação em momento de estresse ou perturbada. Níveis em tons claros indicam maior vigor da vegetação (tons azulados), enquanto as cores mais escuras indicam menor vigor ou até ausência de vegetação (tons avermelhados).

Inferimos na Figura 3 que os níveis em tons claros indicam maior vigor da vegetação (tons azulados), enquanto as cores mais escuras indicam menor vigor ou até ausência de vegetação (tons avermelhados). Ao analisarmos a paisagem ilustrada nos mapas, é possível observar a existência da Floresta Estacional Sempre-Verde, desde os registros orbitais do ano de 1975, onde sua forma e ocorrência, nas escarpas dos Chapadões, não se alteraram potencialmente ao longo dos 40 anos, como registrado pelo vigor vegetativo que apresenta nas estações secas, diferentemente das formações florestais que as circundam. Outra consideração importante é a permanência do vigor vegetativo da Floresta Estacional Sempre-Verde mesmo passando por períodos longos de estiagem, condição explicada pela tendência desse subtipo florestal de apresentar baixa caducifolia. Ressalta-se que ao observarmos a paisagem ilustrada no mapa de 2015, percebe-se um crescimento de áreas em tons avermelhados, logo, perturbados – por fatores antrópicos tais como, desmatamento - envolta da unidade amostral. Esta condição ao longo dos anos pode afetar a disposição da Floresta Estacional Sempre-Verde na paisagem, merecendo uma atenção e possível monitoramento futuro para avaliar a conservação desses ambientes a nível local.

A região do Oeste da Bahia detém variações climáticas, de relevo e do solo que proporcionam a ocorrência de diferentes tipos de vegetação em seu território, favorecendo além da predominância do bioma Cerrado, áreas de transição ecológicas, como: Cerrado-Floresta Estacional-Caatinga (BATISTELLA et al., 2002). A geomorfologia local é representada pelo Grupo Bambuí e Grupo Urucuia, estas unidades se estendem por quase todo o Oeste da Bahia

e remetem a momentos distintos da história geológica sendo formados respectivamente durante o Neoproterozóico e durante o Mesozóico. Realizou-se uma coluna estratigráfica para amostrar os estratos rochosos presentes na área de trabalho. O perfil estratigráfico (Figura 4) se inicia com meta siltito da Formação Serra da Mamona, e na sequência existe a predominância de um registro de sistemas típicos de ambiente fluvial entrelaçado com influência de sedimentação eólica. Tais considerações se dão pela presença de estruturas estratificadas tabulares e tangenciais de pequeno porte além de estruturas plano paralelas mais raras, sendo classificadas como arenitos feldspáticos com matriz argilosa e quartzo-arenitos com presença de grãos esféricos e polidos que indicam contribuição eólica, este último presente na formação Serra das Araras (CASTRO, 2016), onde são encontrados também arenitos silicificados em altitudes que variam de 545 a 600 metros, estes com pouca porosidade.

Figura 4 – Coluna estratigráfica representando a sequência das camadas sedimentares elaborada na primeira área de coleta da unidade amostral da Chapada pertencente à Fazenda Riacho Grande, comunidade de São José, a 21 km do município de Barreiras, Oeste da Bahia.



Fonte – Elaborado pelos autores SILVA, S. D.; ROCHA, W. R. F (2015). *Software CorelDraw X6*.

A coluna estratigráfica mostra a sequência de arenitos, sendo o topo da Chapada contemplada com a presença de arenito feldspático e quartzo-arenito, onde ambos apresentam boa porosidade. Essa condição diante à porosidade dos arenitos nos levam a concluir que as águas das chuvas conseguem infiltrar e percolar nessa camada acima até chegar ao nível que apresenta o arenito silicificado nas altitudes que variam de 545 a 600 metros, sendo estes caracterizados por deterem pouca porosidade. Essa região pouco porosa está localizada na área intermediária da coluna estratigráfica (Figura 4), possivelmente atuando como uma camada selante com capacidade de retenção da água, caracterizando um aquífero suspenso. Na mesma média altimétrica onde ocorre o arenito silicificado está a Floresta Estacional Sempre-Verde e as nascentes da serra, logo, essa condição geológica favorece a disposição desse subtipo florestal cortando os Chapadões, e se mantendo sempre-verde em períodos de estiagem, diferente da vegetação que a cerca.

O sistema aquífero Urucuia, que denomina o conjunto de aquíferos que ocorrem no Grupo Urucuia (CAMPO; DARDENE, 1997), ocorre principalmente na região do Oeste da Bahia, representando o principal manancial subterrâneo da região, com funções de regular as vazões dos afluentes do médio rio São Francisco e servindo de recarga para as nascentes (VILLAR; MOURÃO, 2012). O aquífero suspenso presente na geomorfologia da área de estudo, é um subtipo de aquífero desenvolvido diante a presença de níveis silicificados rasos e de extensão limitada atuando como aquíferos, formando uma zona saturada na bacia Sanfranciscana (VILLAR; MOURÃO, 2012). Portanto, confirmou-se a presença do aquífero suspenso na região onde ocorre o ecossistema de estudo.

As Florestas Estacionais são definidas por meio de características ligadas a caducifolia condicionada a estacionalidade climática, estando vinculadas, referente à sua distribuição, aos biomas Mata Atlântica e Cerrado (VELOSO et al., 1991). A distribuição desta fitofisionomia está relacionada tanto aos processos de precipitação e temperatura, quanto aos fatores geológicos e geomorfológicos que influenciam na distribuição de canais de drenagem, assim como características pedogênicas (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; GIEHL; JARENKOW, 2008).

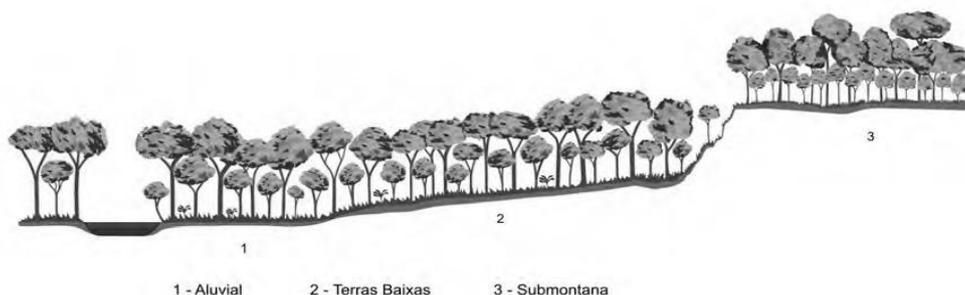
Logo, os resultados adquiridos neste trabalho diante dos resultados geológicos e geomorfológicos elucidam as condicionantes determinantes para a distribuição, disposição e forma estrutural desta fitofisionomia inserida nas escarpas das Chapadas presentes em torno da bacia do Rio Grande. O que nos leva a acreditar que essas condições geomorfológicas selecionam a ocorrência das Florestas Estacionais Sempre-Verdes na região. Os fatores que levaram o surgimento desse subtipo florestal nestas áreas, ainda não são definidos e classificados em literatura, sendo um dos objetivos centrais deste trabalho, a tentativa de explicar tais questionamentos e agregar novas informações científicas.

Ribeiro e Walter (1998), quando descrevem sobre a origem das formações florestais, determinam os fatores temporais e espaciais como principais responsáveis pela ocorrência destas no bioma Cerrado. A escala espacial seria influenciada por variações locais, tais como, hidrografia, topografia, profundidade do lençol freático e a fertilidade e profundidade dos solos.

As formações florestais associadas aos cursos d'água são classificadas como extra-cerrado, devido a forte influência entre as linhas de drenagem natural. Apesar da identidade florística das florestas associadas aos cursos de água do Cerrado a outros biomas, constataram a existência de espécies que se distribuem da floresta Amazônica até a Mata Atlântica, cruzando o Cerrado, onde acrescentam que florestas do norte e oeste do Cerrado apresentam ligações florísticas fortes com as florestas da Amazônia.

Em relação às florestas que não possuem associação com cursos de água, sua origem pode ser possível devido o "Corredor de Savana" ou "Diagonal de Formações Abertas" (PRADO; GIBBS, 1993 *apud* MMA, 2007). Para Ribeiro e Walter (1998) as Matas Ciliares e de Galeria são fisionomias associadas a cursos de água, e Mata Seca e Cerradão ocorrem nos interflúvios em terrenos bem drenados, não associados a cursos d'água. O IBGE (2012) confirma que a fisionomia e estrutura da floresta apresentam variações em função do ambiente em que está inserido, indicando que tais formações seriam mais expressivas nas baixadas com relevo ondulado e/ou rampas, próximas a áreas de drenagem, com árvores com altura entre 30 a 40 metros, e dossel emergente, e nas áreas de interflúvios do relevo plano, dossel mais uniforme e altura das árvores entre 18 a 25 metros.

Figura 5 – Perfil esquemático da Floresta Estacional Sempre-Verde, classificada pelo IBGE.



Fonte – Manual Técnico da Vegetação Brasileira, IBGE, 2012.

A figura 5 ilustra os tipos de Florestas Estacionais Sempre-Verde, reconhecidos e descritos pelo IBGE (2012), no qual se observa a distinção encontrada na região da bacia do Rio Grande. Analisamos que o tipo Aluvial situa-se em terrenos baixos e próximos a rios, as chamadas Terras Baixas em altitudes em torno de 200 metros e as Florestas Estacionais Sempre-Verdes Submontana em altitudes que variam de 300 a 450 metros. Tais padrões de ocorrência diante da altimetria também se distinguem para região Oeste da Bahia, onde se encontram nas escarpas a 500 metros ou mais de altitude, nas Chapadas locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise temporal das fisionomias vegetais (NDVI) e do perfil estratigráfico foram importantes ao reconhecer que a geomorfologia local influencia na presença das Florestas Estacionais Sempre-Verde nos enclaves dos mosaicos em escarpas das Chapadas na região do Oeste baiano, uma vez que, evidenciaram condições favoráveis para o estabelecimento da mesma.

Seu estabelecimento se dá devido a disponibilidade de água na faixa central da serra, no qual apresentam arenitos pouco porosos, na altimetria analisada nas Frentes de Recuo Erosivo do relevo, geralmente entre 500 metros. Por meio das análises temporais pode-se concluir que tal condição ocorre por no mínimo a 40 anos, da mesma forma e estrutura, diferenciando das formações vegetais que a circundam. O ano de 2015 apresentou o valor mais baixo de vigor, ou seja, alto grau de perturbação, o que poderia em longo prazo, gerar alguma possível pressão negativa à floresta, afetando a permanência e manutenção das suas funções biológicas.

Como de modo geral informações sobre a origem das Florestas Estacionais Sempre-Verdes ainda são escassas, este trabalho buscou elucidar bases iniciais para futuros estudos referentes a esse ecossistema, e como se apresenta na paisagem do Oeste da Bahia. Além disso, o trabalho descreve e detalha a presença de uma formação florestal diferente para o que se encontrava, até o momento, na literatura, o que propõe novos trabalhos diante o interesse geomorfológico único e principalmente para acrescentar informações na descrição e caracterização da vegetação brasileira.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, por oferecer condições financeiras. À Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB, por intermédio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA, por me capacitar profissionalmente. Ao Centro de Referência em Restauração Florestal (CRRF Cerrado – UFOB/SEMA BA), pela liberação de um automóvel. Ao senhor Jeferson, por disponibilizar a propriedade (fazenda Riacho Grande), para realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B. Estudo da dinâmica do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no núcleo de São Raimundo Nonato, PI. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, n. 31, p. 157-168, 2012.

BATISTELLA, M.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E.; VIEIRA, H. R.; VALLADARES, G. S.; MANGABEIRA, J. A. C.; ASSIS, M. C. Monitoramento da expansão agropecuária na Região Oeste da Bahia. Campinas, SP. **Embrapa – Monitoramento por satélite**, 2002.

BAYMA, A. P. Análise do potencial de séries temporais de Índices de Vegetação (NDVI e EVI) Do Sensor MODIS para detecção de desmatamentos no bioma Cerrado. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas da Universidade de Brasília, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702015000400047>

BOHRER, C. B. A. Vegetação, paisagem e o planejamento do uso da terra. **Geographia**, v.4, p. 103-120, 2000.

BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta estacional semidecidual em

Ingaí, MG, e a influência de variáveis ambientais na distribuição das espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 195-213, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200008>

BRASIL. **Ministério das Minas e Energia**. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil Folha Sd 23, Brasília: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, RJ: MME/SG/PROJETO RADAM BRASIL, 1982.

CLARK, D. B. The role of disturbance in the regeneration of Neotropical Moist Forests. In: Bawa, K. S., Hadley, M. (eds) *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*. **UNESCO, The Parthenon Publishing Group**, Paris, p. 291-315, 1990.

CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Estratigrafia e sedimentação da bacia São Franciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, p. 269-282, 1997. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1997269282>

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CARVALHO, W. A. C. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 91-109, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000100010>

CLARK, D.B.; CLARK, D.A.; READ, J.M. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. **Journal of Ecology**, v. 86, p. 101-112, 1998. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.00238.x>

CASADO, F. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; STEVAUX, J. C.; OLIVEIRA, P. E. de; SAAD, A. R. Estratigrafia e paleoambiente Neoquaternário da calha aluvial do rio Paraíba do Sul entre os municípios de São José dos Campos e Taubaté, SP. São Paulo, **UNESP, Geociências**, v. 30, n. 2, p. 125-145, 2011.

CASTRO, M. S. S. **Neotectônica das coberturas sedimentares recentes do cráton do São Francisco como controle estrutural para as mineralizações manganíferas portadoras de metais raros na região do Vau da Boa Esperança - Barreiras/BA**. (Trabalho de Conclusão de Curso-Monografia, Curso de geologia, Universidade Federal do Oeste da Bahia-UFOB), Barreiras, 2016.

CEMIN, G.; PÉRICO, E.; REMPEL, C. Uso de Sistemas de Informações Geográficas para análise de estrutura da paisagem no Município de Arvorezinha, RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, p. 2113-2120, 2005.

DURIGAN, G.; RODRIGUES, R.R.; SCHIAVINI, I. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, p. 159-167, 2000.

ELIAS, D.; PEQUENO, R. (Org.). *Difusão do agronegócio e novas dinâmicas socioespaciais*. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, 2006.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; JOSIVAL SANTOS SOUZA, J. S.; FONTES, M. A. L.; MARQUES, J. J. G. S. M. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta Botânica Brasilica**, v.16, n. 3, p. 331-356, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000300006>

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 741-753, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300012>

HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n.1, p. 195-213, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00096-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00096-2)

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Ministério do Planejamento e Orçamento Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geologia. Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, n. 6, 1998.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, p. 275, 2012.

KEITH D. A.; RODRÍGUEZ J. P.; RODRÍGUEZ-CLARK K. M.; NICHOLSON E.; AAPALA K., ALONSO, A.; ASMUSSEN, M.; BACHMAN, S.; BASSET, A.; BARROW, E. G.; BENSON, J. S.; BISHOP, M. J.; BONIFÁCIO, R.; BROOKS, T. M.; BURGMAN, M. A.; COMER, P.; COMÍN, F. A.; ESSL, F.; FABER-LANGENDOEN, D.; FAIRWEATHER, P. G.; HOLDWAY, R. J.; JENNINGS, M.; KINGSFORD, R. T.; LESTER, R. E.; NALLY, R.; MCCARTHY, M. A.; MOAT, J.; OLIVEIRA-MIRANDA, M., A.; PISANU, P.; POULIN, B.; REGAN, T. J.; RIECKEN, U.; SPALDING, M. D.; ZAMBRANO-MARTÍNEZ, S. **Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems**. Plos One, v. 8, n. 5, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>

LEAL, L. R.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. B.; ANDRADE, A. C.; PANQUESTOR, E. K.; RAMOS, V. M. MARTINS, E. S. Definição de unidades geomorfológicas a partir de imagens de dados morfométricos na Bacia do Rio Grande (BA). **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, INPE, p. 2055-2062, 2003.

LIMA, C. E. S. D.; GOMES, D. D. M.; LIMA, D. R. M. D.; DEUS, R. A. S. G.; COSTA, S. O. S. Análise multitemporal da cobertura vegetal do município de Garanhuns - PE, através dos dados de NDVI. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa, PB, Brasil, INPE, 2015.

LUZ, N. B. **Análise espacial como subsídio à recuperação de ecossistemas apoiada na Ecologia de Paisagens e imagens Ikonos**. Dissertação - Mestrado - Universidade Federal do Paraná, UFPR, p. 14, 2002.

MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. Estimativa da integridade da cobertura vegetal de Cerrado através de dados TM/Landsat. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9, Santos, SP. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 1998.

MMA - **Ministério do Meio Ambiente**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Brasília, 2006.

MOREIRA, A. M.; MENINO, G. C. O.; SANTOS, R. M. DOS; PIFANO D. S.; ROSÂNGELA ALVES TRISTÃO BORÉM, R. A. T.; ALMEIDA, C. A. M. DE; DOMINGOS, D. Q. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Coqueiral, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 11, n. 1, p. 43-51, 2013.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. 2nd ed. Blackburn Press, Caldwell (USA), 2002.

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, n. 1, p. 67-88, 1986. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.17.1.67>

NASCIMENTO, A. R. T., FELFILI, J. M., MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 659-669, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000300023>

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; ALMEIDA, R. J.; MELLO, J. M.; GAVILANES, M. L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, n. 1, p. 67-85, 1994.

_____; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Zurich, v. 32, n. 4, p. 793-810, 2000. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x>

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.32, n.3, p.441-454, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000300005>

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of Missouri Botanic Gardens**, v. 80, p. 902-927, 1993. <https://doi.org/10.2307/2399937>

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da vegetação**. 2. Ed. Atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

QGIS 2.4.0. **Sistemas de Referência e Coordenadas (SRC) - Processamento Digital**. Geotecnologias e Software Live.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília, **Embrapa Cerrados**, p. 87-166, 1998.

ROCHA, C. T. V.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; MARQUES, J. J. G. S. M. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 203-218, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000200002>

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. **Third Symposium of ERTS**, Greenbelt, Maryland, USA, v. 1, p. 309-317, 1973.

RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A. DE; OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. Universidade Federal de Viçosa, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000100004>

SANTOS, O. A.; WEBBER, A. C.; COSTA, F. R. C. Biologia reprodutiva de *Psychotria spectabilis* Steyrm e *Palicourea* cf. *virens* (Poepp & Endl.) Standl. (Rubiaceae) em uma floresta tropical úmida na região de Manaus, AM, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 275-285, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000100025>

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semi-detalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SOARES-FILHO, B. S. Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica. **Tese de Doutorado pela Universidade de São Paulo-USP**, p. 299, 1998.

SOUZA, J. S.; SANTO DEL BON ESPÍRITO, F.; LEITE, M. A. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras, MG. **Revista Árvore**, v. 27, p. 185-206, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000200009>

TOLENTINO, G. S.; NUNES, Y. R. F. **A cobertura do dossel e a sua influência na regeneração natural de dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual**. Brasília, DF, 2008.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: **IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**, p. 123, 1991.

VILLAR, P. C. C. M.; MOURÃO, M. A. A. **Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Sistema Aquífero Urucuia**. Bacia sedimentar Sanfranciscana, Coord. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2012.

WANG, Z. X.; LIU, C.; HUETE, A. From AVHRR-NDVI to MODIS-EVI: Advances in vegetation index research. **Acta Ecologica Sinica**, v. 23, n. 5, p. 979-988, 2003.

Recebido em: 02/03/2018

Aceito para publicação em: 11/12/2018