

Análise morfométrica e NDVI como subsídio para o estudo do processo de degradação dos solos na bacia hidrográfica do rio Vaza-Barris-Ba

Irialinne Queiroz Rios¹; Raquel de Matos Cardoso do Vale²

1. Bolsista PROBIC-UEFS, Graduanda em Bacharelado em Geografia, Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, email: iriaqrrios@gmail.com
2. Professora Orientadora, DCHF, Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, email: valeraquel@gmail.com

Palavras-chave: Modelo Digital do Terreno, NDVI, Morfogênese.

Resumo: Nesta pesquisa busca-se analisar os parâmetros morfométricos dos relevos da Bacia Hidrográfica Vaza-Barris (BHVB) e identificar o comportamento climatobotânico da cobertura vegetal a fim de avaliar a relação entre essas variáveis e o processo de desertificação. Para tanto, foram geradas as variáveis altimetria, relevo sombreado, declividade e curvas de nível, a partir do Modelo Digital de Terreno (MDT-ASTER GDEM) e o Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para realizar a análise temporal em dois períodos – seco e chuvoso. Evidenciou-se a heterogeneidade das formas de relevo e da dinâmica morfogenética, reflexo dos condicionantes litoestruturais e climáticos. Predominam processos de degradação nos tabuleiros, devido à altimetria, à declividade, aos solos friáveis, e maior pluviometria (entre 600 e 900 mm), e nos conjuntos de serras da depressão, que sob influência estrutural, apresentam-se escarpadas. Existe grande vulnerabilidade dos solos à erosão relacionada ao maior uso das terras na depressão e bordas mamelonizadas. As áreas de agradação estendem-se sobre superfícies planas e baixas (declive 0 a 6% - altimetria até 461m) - pedimentos e planícies aluviais - as quais recebem continuamente sedimentos trazidos das porções mais elevadas, 703 - 926 m (zonas de degradação) através da dinâmica flúvio-pluvial. Identificaram-se maiores valores de NDVI, em ambos os períodos considerados, sobre os tabuleiros, e baixos valores (0.0 – 0.08) nos pedimentos da depressão sertaneja, principalmente na porção oeste da BHVB. As variações de atividade fotossintética podem estar associadas às características da vegetação, devido às influências do relevo ou dos condicionantes climáticos, e aos diferentes usos da terra nas várias porções da bacia, fatores que têm conduzido à processos de desertificação.

1. INTRODUÇÃO:

Um bom passo para tentar entender as problemáticas que envolvem o processo de desertificação no semiárido do estado da Bahia é usar as bases da Geografia no tocante às relações entre a natureza e a sociedade. Da mesma forma, utilizar como recorte espacial a bacia hidrográfica, direciona para uma análise conjunta dos elementos que compõe esta unidade do espaço geográfico.

A desertificação é um processo de degradação aguda que atinge as regiões áridas e semiáridas, primeiras a serem povoadas em toda a história humana onde, em muitas delas, ergueram-se ricos impérios e majestosas civilizações que forjaram a moderna cultura ocidental e oriental (MATALLO JR, 2001). De acordo com o Artigo 1º da UNCCD “*desertification means land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas resulting from various factors, including climatic variations and human activities*” (1994, p. 04). Discutir desertificação é estar na fronteira dos debates socioeconômicos e socioambientais, viés fundamental e coerente com a múltipla natureza dos processos envolvidos.

Como um dos instrumentos para o este estudo, a análise da morfometria hidrográfica, e dos relevos associados, pode elucidar questões acerca da dinâmica erosiva, apontando setores mais vulneráveis aos fluxos superficiais, por um lado, e aos leitos assoreados e zonas pedimentadas, por outro, enquanto dinâmicas correlatas. A análise morfométrica corresponde a um conjunto de procedimentos que caracterizam as formas geométricas e os sistemas ambientais da bacia, servindo como indicadores relacionados ao arranjo estrutural e a interação entre as vertentes e a rede de canais fluviais (CHRISTOFOLLETTI, 1999 apud MACHADO et al, 2011).

Nesta pesquisa busca-se analisar os parâmetros morfométricos da Bacia Hidrográfica Vaza-Barris (BHVB) e as modificações sazonais climatobotânicas da cobertura vegetal, a fim

de identificar a relação entre essas variáveis e o processo de desertificação. Estas informações deverão possibilitar inferir sobre a relação entre a dinâmica fluvial e a morfogênese, como subsídio para a avaliação do processo de desertificação. As premissas desta análise estão baseadas no potencial erosivo proporcionado pelos fluxos torrenciais sazonais que atingem a região e mobilizam expressivo volume de sedimentos. Existe, portanto remoção das partículas finas e produtos orgânicos de superfície, via erosão laminar e em lençol, que expõe progressivamente os substratos rochosos. Neste caso, as áreas atingidas tornam-se paulatinamente mais expostas à radiação solar direta, o que gera ao longo do tempo, “chãos pedregosos” de baixa produtividade (AB’SABER, 1977), degradação dos solos e desertificação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS:

Para alcançar os objetivos traçados foi necessária a revisão bibliográfica sobre a temática para fortalecer o arcabouço teórico e subsidiar o desenvolvimento das análises propostas. Em seguida, para estudo dos compartimentos do relevo da bacia, foi adquirido o Modelo Digital de Terreno (MDT), a partir do ASTER GDEM, com resolução espacial de 30m, das folhas SC-24-V-D, SC-24-X-C, SC-24-Y-B e SC-24-Z-A. Após criar o mosaico, a drenagem foi extraída e a bacia delimitada usando a ferramenta *basin* na extensão *Hydrology* do software ArcGis 10. Esta poligonal foi recortada utilizando o mesmo software e geradas as variáveis morfométricas do relevo — altimetria, relevo sombreado, declividade, curvas de nível — para análise das suas influências na dinâmica erosiva do escoamento superficial fluvial e pluvial.

Buscando analisar a contribuição da componente cobertura vegetal no processo de desertificação da bacia foram interpretadas imagens Landsat 5 (Quadro 01) e criado o Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) utilizando o software ENVI 4.7 para realizar a análise temporal em dois períodos – seco e chuvoso – de distintos condicionantes climáticos, vitais para o padrão de cobertura vegetal.

Sensor	Órbita/Ponto	Data
Landsat 5 TM	216/67	01 - 2007
	215/67	12 - 2006
	216/67	11 - 2008
	215/67	11 - 2008

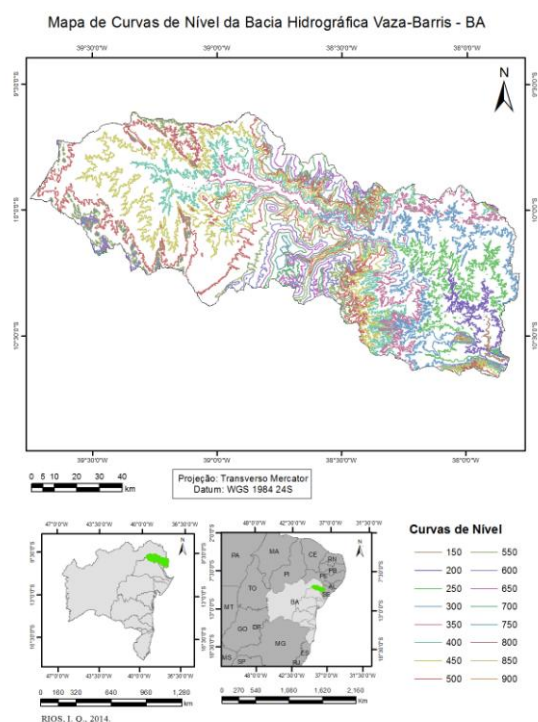
Quadro 01 – Imagens de satélite utilizadas para obter o NDVI

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Inserida em região suscetível à desertificação (PAN-BRASIL, 2005 e VALE, 2010), a BHVB está localizada no nordeste da Bahia, entre as coordenadas 39°46’12’’ e 37°46’15’’ W e 09°36’36’’ e 10°45’43’’ S e engloba total e/ou parcialmente 14 municípios¹ (mapa 1). Encontra-se sob a ação de clima árido e semiárido, com forte intermitência hidrográfica e incidência de secas (AB’SABER, 1974), que engendraram bases econômicas sustentadas predominantemente na pecuária extensiva. Por sua vez, os processos de desertificação operantes na região estão relacionados ou derivam desse contexto socioambiental.

Geomorfologicamente, a região exhibe duas unidades de relevo: Tabuleiro Sedimentar Recôncavo-Tucano, disposto na porção central da bacia, sobre conglomerados, arenitos e folhelhos Cretáceos, e Depressões Periféricas e Interplanálticas, a Depressão Sertaneja, que bordeja o tabuleiro tanto à leste quanto à oeste, desenvolvida sobre rochas ígneas e metamórficas Arqueanas e Proterozóicas (BAHIA, 1978).

¹Pedro Alexandre, Adustina, Fátima, Uauá, Cícero Dantas, Canudos, Jeremoabo, Monte Santo, Euclides da Cunha, Coronel João de Sá, Paripiranga, Antas, Novo Triunfo e Sítio do Quinto



Mapa 01 – Localização e curvas de nível da BHVB.

drenados e potencialmente pouco expostos às torrentes superficiais, devido à forte sazonalidade climática, apresentam carência de partículas agregadoras — argila e matéria orgânica — facilitando a ação erosiva dos ventos (SACRAMENTO, 2005).

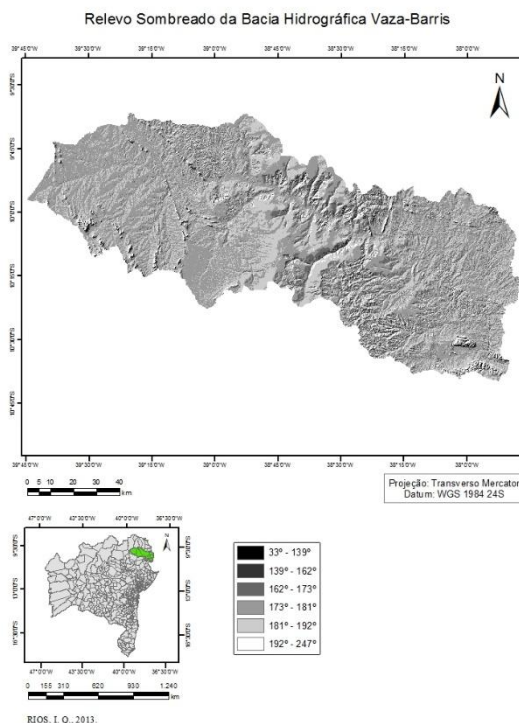
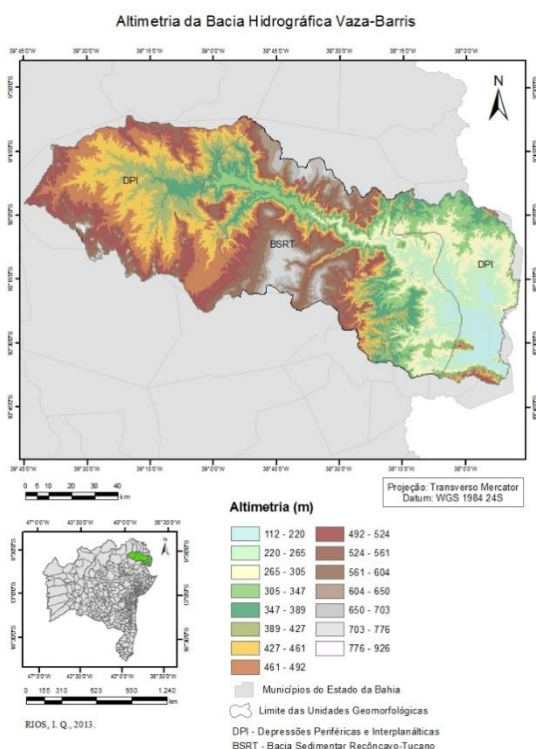
O relevo sombreado é uma variável morfométrica que permite identificar de forma mais realçada a rugosidade do terreno. Observa-se no mapa 3 as feições tabulares da Bacia Sedimentar Recôncavo-Tucano, bem como o alinhamento do relevo, sob influência estrutural de falhas, representado por conjuntos de serras. Nota-se também a existência de vales estreitos, profundos e encaixados nos tabuleiros, demonstrando o grande potencial erosivo da rede de drenagem na evolução das encostas e da borda deste relevo.

A influência do relevo nos processos de erosão é dada principalmente através da declividade e do comprimento das vertentes. Vitte e Mello (2007) destacam que encostas íngremes facilitam a erosão dos solos, na medida em que aumentam o escoamento superficial e o transporte de material detrítico-sedimentar. Na BHVB as maiores declividades concentram-se nas bordas dos tabuleiros e nas serras (mapa 04). As vertentes com declividade entre 37 e 80%, muito íngremes e elevadas, estão condicionadas à falhas. Tais características são também reforçadas pelo constante recuo paralelo das encostas e consequente desenvolvimento de superfícies aplainadas à jusante, conferindo uma grande diferença nos níveis altimétricos entre a depressão e os topos.

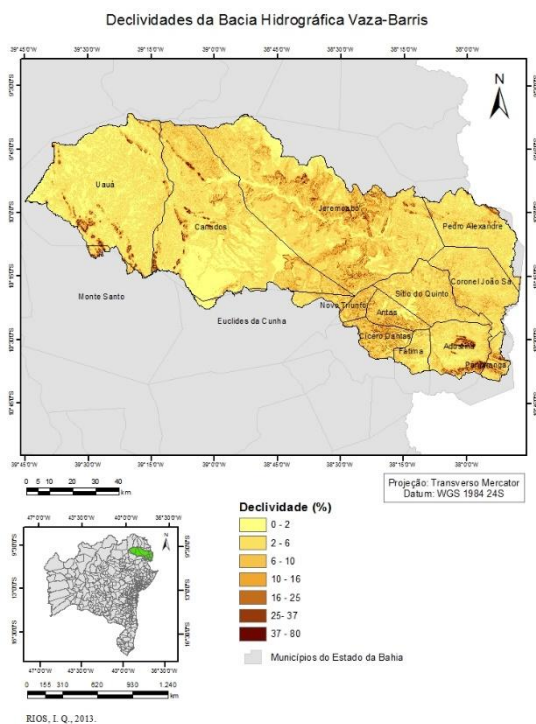
Relevos residuais e pedimentos são feições geomorfológicas bastante discutidas no âmbito do Sistema de Referência de Lester C. King (1955). De acordo com o autor o material resultante da erosão decorrente do recuo das encostas promove o entulhamento das áreas depressionárias, originando pedimentos e pediplanos. A desagregação mecânica é a grande responsável por esse processo, e seus detritos, a partir da base, se estendem à jusante, em direção aos níveis de base locais. Nesta evolução há elevação destes níveis e também horizontalização das depressões provocada por escoamento pluvial e fluvial. Neste sentido, com declividade de apenas 0 a 2% (mapa 04), as áreas pedimentadas na Depressão Sertaneja e

As áreas de maior altitude (779 - 926 m) — mapas 01 e 02 — distribuem-se sobre a bacia sedimentar e de modo pontual no conjunto de serras lineares que ocorrem em Uauá e Monte Santo. As áreas de menor altitude (112 - 220 m) encontram-se à jusante, no baixo curso do rio Vaza-Barris, sobre os aplanamentos embutidos e pedimentos que formam a Depressão Sertaneja, constituindo uma zona de agradação, a qual recebe forte aporte de sedimentos provenientes principalmente dos tabuleiros. Sobre os mesmos desenvolvem-se NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS (SRH, 2003). Ressalta-se que os NEOSSOLOS são expressivos em todos os compartimentos do relevo da BHVB. A retirada da cobertura vegetal representa o principal elemento responsável pela vulnerabilidade dessa classe de solos aos agentes erosivos. Apesar de serem solos excessivamente

nos topos dos tabuleiros, apontam a abrangência das baixas declividades na bacia, rompidas somente nas bordas dos relevos alçados. Na análise da dinâmica morfogenética da bacia verifica-se a formação das planícies aluviais na sua parte central, que exhibe terrenos planos e



Mapa 03 – Mapa de relevo sombreado da BHVB.

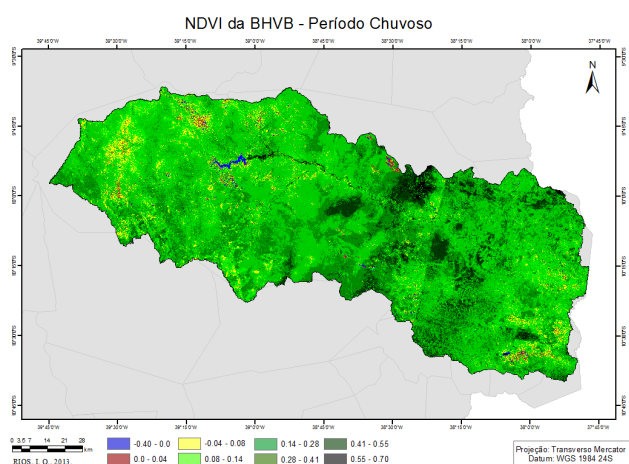


instabilidade e chuva, e desta posição advêm todas as características de seus regimes de chuvas (NIMER, 1989). Localizada no interior desta região, a BHVB possui regime pluviométrico com concentração de chuvas no primeiro semestre do ano, principalmente nos

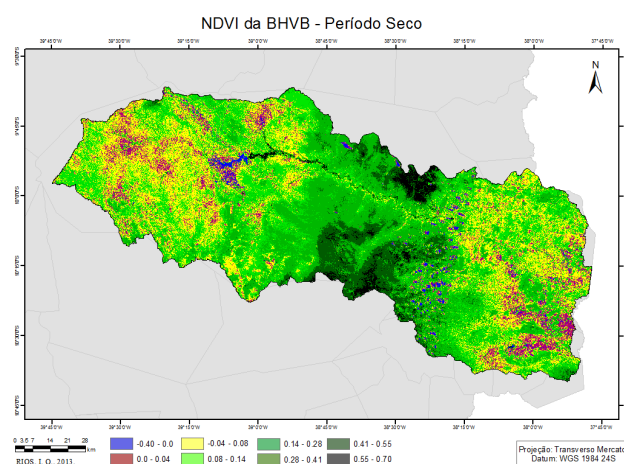
Mapa 04 – Mapa de declividade da BHVB.

meses de *fevereiro, março e maio*, compreendendo o verão e a transição para o outono. Dentre os municípios inseridos na bacia tem-se uma variação de precipitação anual entre 378.9 mm em Canudos e 901.9 mm em Cícero Dantas, de acordo com o balanço hídrico produzido por Bahia/SEI (1999) . Cabe destacar que, o trimestre *agosto, setembro e outubro*, no geral, é o mais seco.

A partir dessas informações, destaca-se que no período seco ocorrem os menores índices de cobertura vegetal, devido à perda da folhagem durante a estiagem, como forma de adaptação xeromórfica às condições semiáridas, evitando a perda d'água. Isto pode ser certificado pela análise sazonal do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) — mapas 05 e 06 — o qual indica menores valores na estação seca (mapa 06), atingindo drasticamente os mosaicos de caatingas e contatos com cerrado e floresta estacional (BAHIA/SEI, 2010; 2011).



Mapa 05 - Mapa de Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da BHVB no período chuvoso.



Mapa 06 - Mapa de Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da BHVB no período seco.

Rizzini (1997) define a caatinga como um bioma adaptado às condições climáticas do semiárido, sobretudo às chuvas irregulares e temperaturas elevadas. Constitui-se um complexo vegetacional no qual dominam tipos constituídos de arvoretas e arbustos decíduos durante a seca, frequentemente armados de espinhos (ou acúleos) e de cactáceas, bromeliáceas e ervas, estas, quase todas anuais. É, portanto, um bioma adaptado às condições morfopedoclimáticas do semiárido, caracterizado por possuir chuvas irregulares e temperaturas elevadas e de baixa amplitude térmica anual.

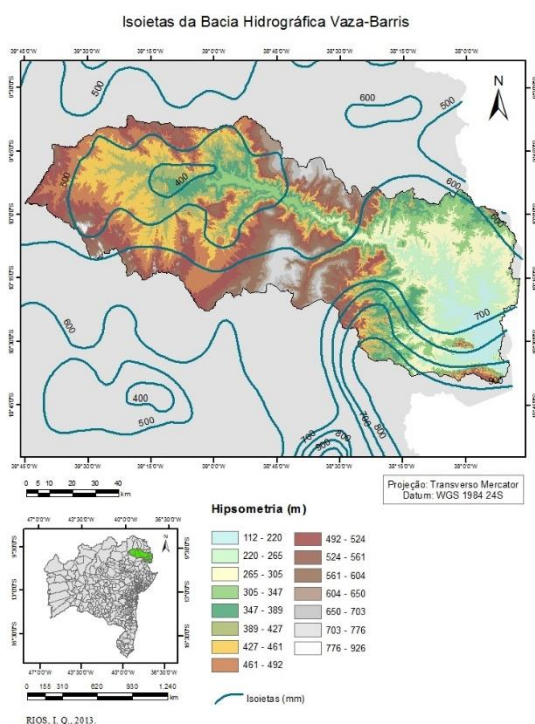
A partir de uma análise conjunta da paisagem, compreende-se que as características climáticas e geomorfológicas delimitam os tipos de vegetação, por isso, é relevante destacar a presença de tabuleiros, pediplanos e serras, junto à um clima semiárido predominante, associados à um conjunto de estratificação vegetal heterogêneo. VELOSO (1964) identificou nas superfícies arrasadas do interior do nordeste, a formação caatinga, com predominância de vegetação caducifolia espinhosa, condicionada às chuvas bem irregulares da frente intertropical (verão) sujeitas a prolongados períodos de estiagem. Nos tabuleiros arenosos, encontra-se uma caatinga com densa vegetação arbustiva entremeada por elementos arbóreos; nas depressões, caatinga com vegetação arbustiva entremeada por raros elementos arbóreos; e caatinga dos “inselbergs” e depressões áridas, com vegetação em moitas esparsas entremeadas por elementos crassos espinhosos. Tais tipologias foram visualizadas no NDVI e deverão ser vetorizadas quando da elaboração do mapa de uso e cobertura vegetal. Importa destacar que esta variabilidade pode intervir nas taxas de radiação direta e erosão.

A caatinga reveste um solo que, na época das chuvas, é protegido por fraca cobertura rasteira e, na estação seca, aflora nu entre profusa ramificação desfolhada, onde a insolação e as enxurradas são os componentes da dinâmica de arrasamento (VELOSO, 1964). Ou seja, a

caatinga constitui naturalmente um ambiente vulnerável aos processos erosivos de perda de solo. Apesar de caducifólia, o que permite a existência de serrapilheira, a umidade necessária para sua decomposição orgânica é baixa e não possibilita uma maior agregação dos nutrientes no solo, ao mesmo tempo em que boa parte desse material é perdido nas enxurradas.

A dinâmica sazonal da vegetação pode ser melhor observada através da análise comparativa entre as estações chuvosa e seca, muito bem definidas na região. Como mostra o mapa 05, os valores do NDVI no período chuvoso são mais elevados, correspondendo uma maior atividade fotossintética da vegetação. Na ausência de chuvas (mapa 06) esses valores são menores, aumentando a área com baixa atividade da vegetação, ou inexistente, como no caso de superfícies expostas e árvores desfolhadas.

De acordo com Nimer (1989) a região nordeste constitui um domínio de temperaturas elevadas, decorrente da forte radiação solar, devido à sua posição relativa nas zonas climáticas do globo — faixa intertropical. Em outras palavras, o autor afirma, que a forte radiação solar a que a região está submetida é um fator que depende do ângulo de incidência dos raios solares, sendo tanto mais intensa quanto menor ele for; e este varia na proporção inversa da latitude. As maiores temperaturas na BHVB encontram-se, portanto, distribuídas entre os meses de Novembro e Março, sendo Janeiro e Dezembro os mais quentes; as transições ocorrem na entrada e saída deste período. A variação das temperaturas médias anuais dos municípios que compõem a bacia, de acordo com o balanço hídrico elaborado pela SEI (1999) está entre 22,7°C e 24,6°C, ou seja, de baixa amplitude térmica anual. Apesar de Janeiro e Dezembro serem sempre os meses mais quentes, não são necessariamente os mais chuvosos (*fevereiro, março e maio*), o que confirma a influência de outros elementos na dinâmica climática/atmosférica, em diferentes porções da bacia Vaza-Barris. Ou seja, Dezembro constitui o período do solstício de verão, onde começa a maior incidência da radiação solar sobre a região, daí as altas temperaturas, porém, as fortes chuvas, associadas ao contato da FPA com o ar quente da zona tropical, pode sofrer variações na sua chegada. Como afirma Marengo (2011, pg. 388) “as variabilidades temporais e espaciais das precipitações pluviométricas constituem uma característica marcante do clima da região Nordeste do Brasil, em particular sobre a porção semiárida”.



Mapa 07 – Mapa de isoietas da BHVB.

Janeiro e Dezembro, na maioria dos municípios, são também os meses de maior Evapotranspiração Potencial (EP), a qual está associada à energia necessária para a evaporação e fatores de resistência aerodinâmica e de superfície (RAMOS, 2011) o que acarreta em maior perda de umidade nos sistemas solo-planta e hídrico.

É importante ressaltar que, uma característica climática predominante na bacia é a ausência de excedente hídrico, tendo como exceção apenas os municípios de Cícero Dantas (20.1mm/Jun, 44.6mm/Jul e 9.4mm/Ago), Paripiranga (58.2mm/Jul e 18,8mm/Ago) e Antas (2.1mm/Jul e 13.0mm/Ago). Tal fato justifica-se por apresentar, em alguns meses, Evapotranspiração Real (ER) menor do que a taxa de Precipitação (P), permitindo uma pequena disponibilidade de água no sistema. Observa-se que apesar do mês de agosto ser um dos meses mais secos na bacia, é também o

mês que apresenta excedente hídrico nos municípios citados. Isso pode ser explicado pelo fato de abranger o período de inverno, com temperaturas mais amenas, elemento responsável pelo processo de evaporação da água do solo.

Ao considerar o mapa de isoietas sobreposto ao de hipsometria (mapa 07) pode-se inferir sobre os condicionantes da amplitude pluviométrica observada entre os municípios (378.9 mm em Canudos e 901.9 mm em Cícero Dantas). Os maiores índices, entre 700 e 900mm, são concentrados na borda leste da BHVB, a qual recebe maior influência da maritimidade e constitui área de barlavento devida à posição dos tabuleiros do Vaza-Barris. Ou seja, sua porção central ao alcançar 776 a 926 m de altitude torna-se uma barreira à passagem de correntes atmosféricas úmidas para a borda oeste da bacia, condicionando uma área mais seca à sotavento, com índices pluviométricos menores (400 e 500mm). Explica-se, neste sentido, a existência de excedente hídrico nos municípios de Cícero Dantas, Paripiranga e Antas, localizados a barlavento. A isto pode estar associado também a persistência de baixos valores de NDVI na porção oeste da bacia, barlavento, tanto no período seco quanto no chuvoso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Evidenciou-se a partir da análise morfométrica a heterogeneidade das formas de relevo e da dinâmica morfogenética. Este caráter é reflexo dos condicionantes litoestruturais das rochas subjacentes, onde, sobre o substrato Pré-Cambriaco de constituição ígnea dobrada e fraturada se desenvolveram relevos rebaixados e horizontalizados por processos de pediplanação. Sobre o tabuleiro sedimentar Cretáceo a morfogênese elabora bordas bem demarcadas e múltiplos tipos de encostas — íngremes; dissecadas por canais intermitentes; e discretamente mamelonizadas associadas à aplanamentos embutidos. Predominam processos de degradação nos tabuleiros, devido à altimetria, à declividade, aos solos friáveis, e maior pluviometria (entre 600 e 900 mm); e nos conjuntos de serras da depressão, que sob influência estrutural, apresentam-se escarpadas. Existe grande vulnerabilidade dos solos à erosão relacionada ao maior uso das terras na depressão e bordas mamelonizadas. As áreas de agradação estendem-se sobre superfícies planas e baixas (declive 0 a 6% - altimetria até 461m) — pedimentos e planícies aluviais — as quais recebem continuamente sedimentos trazidos das porções mais elevadas, 703 - 926 m (zonas de degradação) através da dinâmica flúvio-pluvial.

Identificaram-se maiores valores de NDVI em ambos os períodos considerados, chuvoso (*dezembro e janeiro*) e seco (*novembro*), sobre os tabuleiros e baixos valores (0.0 – 0.08), persistentes, nos pedimentos da depressão sertaneja, principalmente na sua porção oeste. Estas variações na intensidade de atividade fotossintética da vegetação pode estar associada a fatores diversos, desde às características da cobertura vegetal, as quais podem se diferenciar a partir da influência do relevo ou dos condicionantes pedoclimáticos. Porém, a intensidade e formas de usos da terra nas várias porções da bacia — pecuária extensiva e cultivos temporários — estão atingindo a capacidade de resiliência dos sistemas ambientais. Estes fatores podem gerar empobrecimento dos solos e perda de diversidade biológica, e desertificação, com graves repercussões para as populações locais.

5. REFERÊNCIAS:

- AB'SABER, Aziz Nacib. *O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras*. Geomorfologia, n. 43. 1974.
- AB'SABER, Aziz Nacib. *Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical*. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1977. (Geomorfologia, 53)
- BAHIA. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEORREFERENCIADAS – SIG-BAHIA. *Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos –SIRH*. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos, 2003. 2 CD – Rom.

- BAHIA. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). *Balanço hídrico do estado da Bahia*. Salvador: SEI, 1999. 250 p. (Série Estudos e Pesquisas, 45).
- BAHIA. CEPLAB. *Mapa Geomorfológico do Estado da Bahia*. Salvador: CEPLAB, 1980. Escala 1:1.000.000.
- BRASIL. *Mapa Geológico do Estado da Bahia*. Secretaria das Minas e Energia - Coordenação da Produção Mineral - Projeto Radam-Brasil, 1978.
- MACHADO, Ricardo Augusto Souza et al. *Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias*. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1441.
- MARENGO, José A. et al. *Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro*. Recursos Hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, 2011.
- MATALLO JUNIOR, Heitor. *Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas*. Brasília: UNESCO, 2001.
- NIMER, Edmon. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.
- RAMOS, Patrícia Páscoa de Oliveira. *Balanço Hídrico e Perda de Solo em Pastagens*. Dissertação de mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. 2011.
- RIOS, Irialinne Queiroz e VALE, Raquel Matos Cardoso. *Morfometria do relevo como subsídio para a análise da desertificação na Bacia Hidrográfica Vaza-Barris-BA*. X Simpósio Nacional de Geomorfologia - SINAGEO. Manaus. Anais... Outubro. 2014.
- RIOS, Irialinne Queiroz e VALE, Raquel Matos Cardoso. *Parâmetros morfométricos da Bacia Hidrográfica Vaza-Barris: contribuições para análise da dinâmica de drenagens no semiárido baiano*. X Simpósio Nacional de Geomorfologia - SINAGEO. Manaus. Anais... Outubro. 2014.
- RIOS, Irialinne Queiroz e VALE, Raquel Matos Cardoso. *O contexto climato-botânico da Bacia Hidrográfica Vaza-Barris-BA e suas relações com o processo de Desertificação*. VI Congresso Ibero-americano de Estudos Territoriais e Ambientais. USP, São Paulo. Setembro, 2014.
- SACRAMENTO, Martônio Ferreira. *Análise sócio-ambiental da microbacia do rio Capivara Pequeno, Camaçari - Bahia*. Universidade Federal da Bahia, Salvador – Bahia. Dezembro, 2005.
- UNCCD. *United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. 12 September, 1994.
- VALE, Raquel M. C., et al. *Degradação ambiental e processos de desertificação no Estado da Bahia: relatório técnico para convênio Universidade Estadual de Feira de Santana / Raquel de Matos C. do Vale [et al.]*. Salvador: INGÁ, 2010.
- VELOSO, Henrique P. *Os grandes climaxes do Brasil*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz vol.62. Rio de Janeiro, 1964.
- VITTE, Antônio Carlos; MELLO, Juliano Pereira de. *Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico*. In: Climatologia e estudos da paisagem. Rio Claro - Vol 2 - n.2 - Julho/Dezembro/2007, p. 107.