



MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA EM UMA BACIA DE CLIMÁ SEMIÁRIDO: O ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO TAPEROÁ

Fabio Victor Alves de Queiroz
Natalia Duarte de Sousa
Thais Mayagela Sabrina Souza Cavalcante
Pablo Henrique do Nascimento Vasconcelos
Arthur Henrique Alves Soares
Alaine de Sousa Pereira
Eduardo Galliza do Amaral Marinho
Universidade Federal da Paraíba

Resumo

O mapeamento de uso do solo tem grande importância por demonstrar, a partir da interpretação de imagens de satélites, as áreas ocupadas por pastagem, plantações, vegetação nativa, trechos de rios e outras características. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas que permitem elencar, analisar e solucionar problemas oriundos do uso desordenado do solo. Com isto, o presente trabalho utilizou imagens do satélite Landsat 8 e foram processadas em ambiente SIG para analisar as mudanças no uso e cobertura da terrada Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, localizada no estado da Paraíba. Para isto, utilizou-se as classes “vegetação arbustiva”, “vegetação herbácea”, “vegetação rasteira”, “vegetação densa”, e “solo exposto” como categorias a serem analisadas. O software se mostrou eficiente na quantificação percentual das categorias por meio da elaboração de mapa temático e evidenciou que a categoria “vegetação herbácea” representa a maior parcela da Bacia, com 26,83% da área total, no ano de 2013 e 45,87% no ano de 2021. As demais categorias, “Vegetação densa”, “Vegetação arbustiva”, “Vegetação rasteira” e “solo exposto” representaram 16,08% (2013) e 30,22% (2021), 25,91% (2013) e 2,78% (2021), 20,40% (2013) e 14,07% (2021), 10,78% (2013) e 7,05% (2021), respectivamente.

Palavras-chave: Paisagem, mudanças, SIG, Sensoriamento Remoto.

LAND USE AND LAND COVER CHANGES IN A SEMI-ARID CLIMATE BASIN: STUDY CASE OF TAPEROÁ RIVER BASIN

Abstract

Land use mapping is very important because it demonstrates, from the interpretation of satellite images, the areas occupied by pastures, plantations, native vegetation, river stretches, and other characteristics. Geographic Information Systems (GIS) are tools that allow listing, analyzing and solving problems arising from disorderly land use. Thus, the present work used the Landsat 8 images to processing data regarding the use and land cover of the Taperoá River basin, located in the state of Paraíba. For this, the classes "Shrubby vegetation", "Dense vegetation", "Underground vegetation", "Exposed soil" and "Herbaceous vegetation" were used as categories to be analyzed. The software proved to be efficient in quantifying the percentage of the categories through the elaboration of a thematic map and showed that the category "herbaceous vegetation" represents the largest portion of the basin, with 26.83% of the total area, in 2013 and 45.87 % in 2021. The other categories, "Dense vegetation", "Shrub vegetation", "Underground vegetation" and "Exposed soil" represent: 16.08% (2013 and 30.22% (2021), 25.91% (2013) and 2.78% (2021), 20.40% (2013) and 14.07% (2021), 10.87% (2013) and 7.05% (2021), respectively.

Keywords: Landscape, change, GIS, Remote sensing.

INTRODUÇÃO

Um dos importantes componentes dos ecossistemas, a vegetação desempenha um papel fundamental na ciclagem de materiais e fluxos de energia, e fornece funções de serviço insubstituíveis que mantêm o bem-estar do planeta e de todas as criaturas que o habitam (ZHOU et al., 2021). A condição da vegetação global está mudando constantemente em várias escalas espaciais e temporais, impulsionadas por fatores naturais e antropogênicos (LACERDA et al., 2021; OLIVEIRA-ANDREOLI et al., 2021; PEÑA-ANGULO et al., 2021).

O ambiente é constituído por um conjunto natural de componentes bióticos e abióticos em constantes e complexas interações. Nessas relações mútuas, o clima atua como um importante fator no ecossistema que se apresenta de formas distintas a cada ano (COUTINHO e CATALDI, 2021). Os gradientes regionais de precipitação, por exemplo, podem ter efeitos diretos na flora local, controlando a disponibilidade de luz e nutrientes do ambiente (SEBASTIAN et al., 2019).

Analisar as mudanças no uso e cobertura da terra e sua influência na qualidade dos habitats naturais é urgente para formular políticas regionais e proteger os recursos ecológicos deste ambiente, tendo em vista que esses espaços estão em constante mudança naturalmente e também em virtude da ação antrópica. De acordo com, Leite (2009, p.13):

o monitoramento do uso e ocupação da terra é primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser

De QUEIROZ, F.V.A.; De SOUSA, N.D.; CAVALCANTE, T.M.S.S.; VASCONCELOS, P.H.N.; SOARES, A.H.A.; PEREIRA, A.S.; MARINHO, E.G.A.

analizadas. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações.

As bacias hidrográficas têm uma posição vulnerável quanto as questões associadas a mudanças generalizadas nos padrões de cobertura do solo, devido ao seu equilíbrio dinâmico de fatores aquáticos e terrestres (ALVES et al., 2021). Os impactos negativos do uso desordenado do solo e mudanças climáticas têm efeitos diretos nas características destas bacias, em termos de qualidade da água, como oxigênio dissolvido, fósforo, sedimentos e coliformes fecais (MELLO et al., 2018) e na qualidade do solo, quanto ao teor de matéria orgânica, concentração de sais e fertilidade de espécies (VALERA et al., 2016).

A análise das fragilidades ambientais e ecossistêmicas é uma importante ferramenta para desenhar projetos de ordenamento e gestão ambiental sustentável, pois avaliam o potencial do meio ambiente de forma integrada, considerando as características da natureza, com suas restrições, e a fragilidade dos ambientes naturais (OLIVEIRA-ANDREOLI et al., 2021).

Para auxiliar na formulação e avaliação de políticas de conservação ambiental, tomada de decisões na gestão dos recursos hídricos e no planejamento do uso do solo, apresentam-se as técnicas de sensoriamento remoto. A classificação de dados de imagens multitemporais, adotadas para a produção de mapas temáticos e quantificação de mudanças na cobertura do solo, é uma das principais ferramentas para o gerenciamento sustentável das bacias hidrográficas (ANJINHO et al., 2022; ASSIS, et al., 2014; ALVES et al., 2021; YANG et al., 2022; YOHANNES et al., 2021).

O software ArcMap apresenta-se como uma destas ferramentas para análise de imagens espaciais, capacitado para o monitoramento e confecção de mapas temáticos. Com isso, o presente trabalho objetiva mapear a cobertura da terrada bacia hidrográfica do Rio Taperoá e comparar a cobertura vegetativa do solo da bacia entre os anos 2013 e 2021.

MATERIAL E MÉTODOS

Localizada no centro da Paraíba, a sub-bacia do Rio Taperoá faz parte da segunda maior bacia hidrográfica do estado junto com as regiões do alto, médio e baixo cursos do Rio Paraíba. A sub-bacia do Rio Taperoá está compreendida entre as latitudes 6°51'47" e 7°34'33" sul e as longitudes 36°00'10" e 37°14'00" oeste (Figura 1).

A bacia hidrográfica está inserida na mesorregião da Borborema, onde há o clima BsH, definido como semiárido quente de acordo com a classificação climática de Köppen (Figura 2), apresentando uma precipitação pluvial média anual em cerca de 500 mm, com chuvas irregularmente distribuídas, extensos períodos de

MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA EM UMA BACIA DE CLIMÁ SEMIÁRIDO: O ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO TAPEROÁ

estiagem ao longo do ano (de 8 a 9 meses), umidade relativa do ar de 78%, alta taxa de evapotranspiração e alto déficit hídrico em grande parte do ano (SILVA et al., 2018). A vegetação típica do clima em questão é a xerófila (Caatinga).

A classificação climática de Köppen é baseada principalmente na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura, anual e mensal. Os elementos de temperatura e precipitação constituem critério inicial para a divisão dos tipos de clima (FRANCISCO et al., 2015).

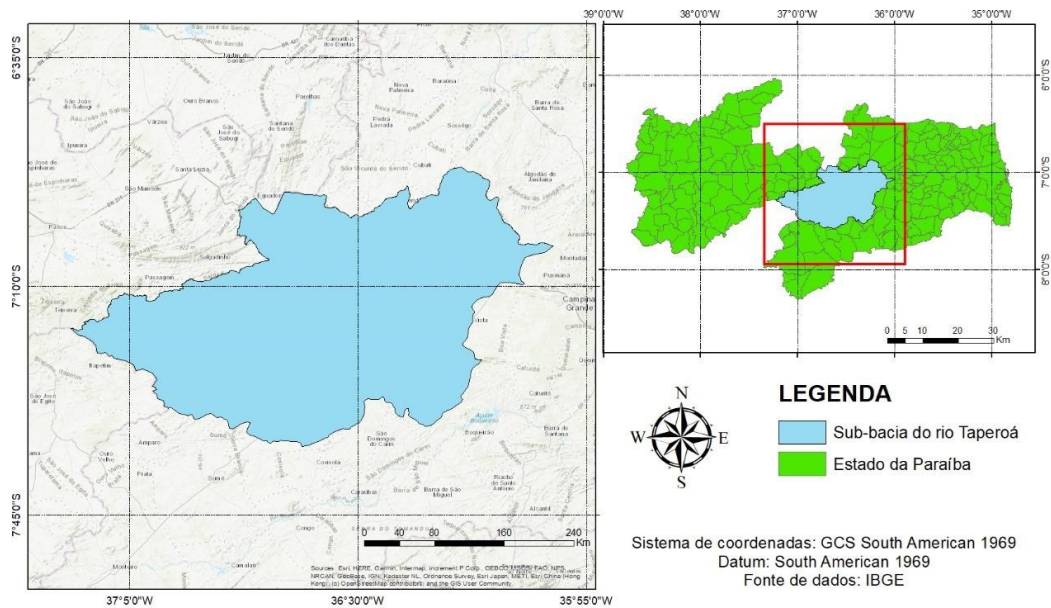


Figura 1 - Localização geográfica da Bacia do Rio Taperoá no Estado da Paraíba.

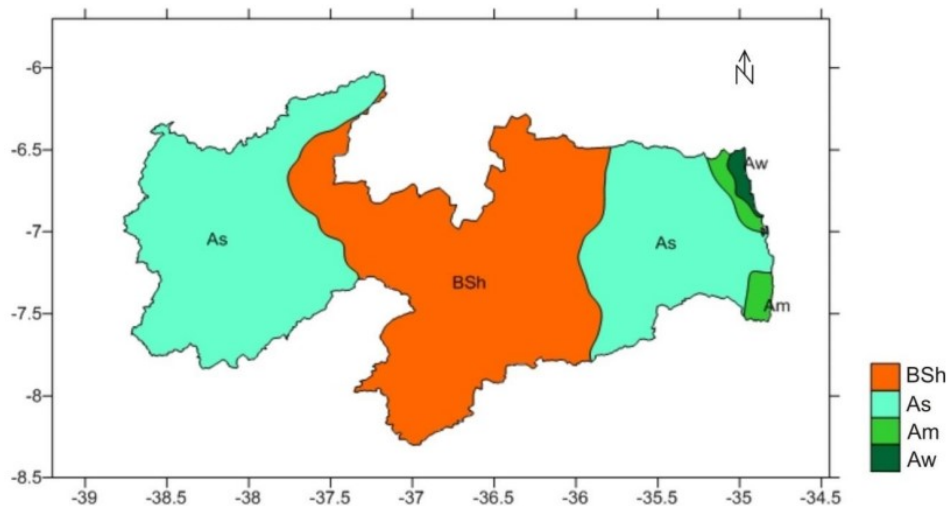


Figura 2 – Climas do Estado da Paraíba de acordo com a Classificação climática de Köppen. Fonte: Francisco et al. (2015).

Para este trabalho foi utilizado o software ArcGis 10.5 como ferramenta principal para o desenvolvimento da pesquisa. Esse software é uma das ferramentas mais usadas em Sistema de Informações Geográficas (SIG), que permite capturar, visualizar, editar, gerenciar, analisar e compartilhar dados geográficos e realizar análises espaciais.

Mapeamento do uso e cobertura da terra

Consiste no processo de extração de informações em imagens com o intuito de perceber os padrões e objetos homogêneos que são usados no mapeamento de áreas da superfície terrestre e que correspondem aos temas de interesse. Há dois tipos de classificação: a supervisionada e a não supervisionada.

Na classificação supervisionada, o usuário deve identificar e selecionar os pixels que pertencem às classes de interesse. Cabe ao computador apenas localizar, por semelhança, os demais pixels que pertencem às classes anteriormente selecionadas. A seguir serão descritas as etapas do processo de classificação supervisionada:

1. Criação do banco de dados: Criação do Diretório, uma pasta onde ficam guardados os dados vetoriais e matriciais, bem como os seus atributos.
2. Criação do projeto: Nesta etapa, é definida a área física do trabalho, isto é, um subdiretório para o banco de dados. Foi selecionado o sistema UTM e o modelo da Terra Datam SAD 69, Zona 24. As coordenadas utilizadas foram do tipo GMS (Grau-minuto-segundo).
3. Importação de imagens: As imagens do satélite Landsat-8 foram baixadas no site *USGS - Global Visualization Viewer* USGS (2022). As imagens foram inseridas, especificamente, nas bandas 2, 3 e 4 do Landsat-8. Para a seleção da área de estudo das imagens inseridas, o sapeie da bacia hidrográfica foi importado e recortado por meio da ferramenta “extract by mask”.
4. Composição colorida RGB e Realce: A composição colorida é associação das bandas às cores. A banda 2 foi associada ao Green (G), a banda 3 ao Red (R) e a banda 4 ao Blue (B), que correspondem, respectivamente, às cores verde, vermelho e azul. Em seguida, foi realizado o realce da imagem, que permitiu melhor visualização. Feito através da calibração radiométrica, que consiste no cômputo da radiância espectral de cada banda por meio do ND (número digital) de cada banda é convertido em radiância espectral, representam a energia solar refletida por cada pixel.

$$L_{\lambda_i} = a_i + \left(\frac{b_i - a_i}{255} \right) ND \quad (1)$$

5. Classificação não supervisionada: Etapa utilizando a ferramenta “Iso Cluster unsupervised classification” em que o próprio software classifica a imagem em cores de acordo com a resposta espectral. Com a imagem classificada, manualmente são colocados pontos separados por categorias previamente definidas, para conferência dos dados, gera-se a identificação do software dos pontos marcados e se confere a acurácia.

6. Classificação supervisionada: utilizando a ferramenta “Maximum likelihood classification” em que uma imagem é gerada com a classificação baseada nos pontos e informações que foram colocadas no programa, tornando assim uma imagem classificada mais coerente e precisa das categorias.

7. Mapeamento dos temas: Depois de classificadas segundo as categorias do presente estudo: vegetação densa, arbustiva, herbácea, rasteira e solo exposto; por fim chega-se ao mapeamento final e faz-se o layout de apresentação do mapa. Dessa forma, é possível visualizar e analisar o uso e cobertura da terrada área, a fim de um diagnóstico ambiental e comparativo.

8. Averiguação da acurácia: Para que o mapeamento seja finalizado, é necessário passar por uma averiguação da precisão que os pontos foram feitos, para isso foi utilizado o método Kappa, definido por Cohen (1960) como “um coeficiente de concordância para escala nominais que pede a proporção de concordância depois que a concordância atribuída a casualidade é retirada de consideração”, onde são comparados os pontos com valor atribuído pelo autor e os com valor atribuído pelo software onde o resultado, na forma de porcentagem, indica a confiabilidade do mapeamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens obtidas pelo Landsat-8, fornecidas pela USGS, datam do mês de outubro dos anos de 2013 e 2021. Após a importação destas em ambiente SIG, realizou-se todo o procedimento de tratamento da imagem e classificação resultando nos mapas da Figura 3-a (2013) e Figura 3-b (2021). Com isso, foi possível determinar 5 classes: Vegetação densa, Vegetação rasteira, Vegetação herbácea, Vegetação arbustiva e Solo exposto, representados pela variação de cores nos mapas.

A Tabela 1 apresenta o quantitativo, em quilômetros e os percentuais em relação à área total da bacia, de área das classificações escolhidas, além da sua área relativa e da variação entre os anos de 2013 e 2021. Analisando os dados elencados na Tabela 1, em relação aos tipos de coberturas verificados na bacia do Rio Taperoá, pode-se observar que, do ano de 2013 para o ano de 2021, houve um aumento considerável nas classes Vegetação densa e Vegetação herbácea, com aumentos percentuais de 87,99% e 70,96%, respectivamente. No entanto, referente às classes Vegetação arbustiva e Vegetação rasteira, foram aferidas reduções percentuais nos valores de 89,25% e 31,04%, respectivamente.

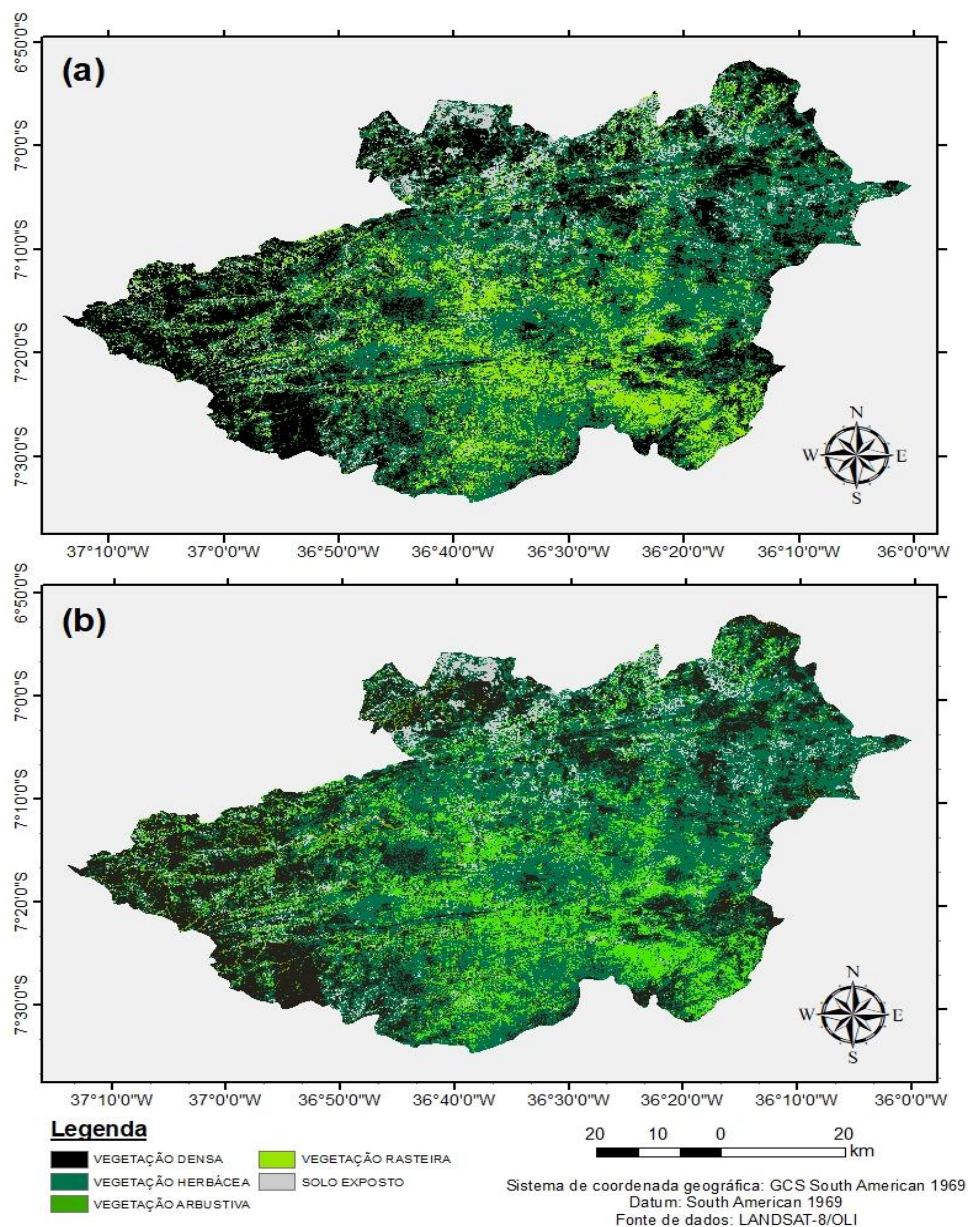


Figura 3. Uso e cobertura da terra para a bacia do Rio Taperoá os anos de (a) 2013 e (b) 2021.

Tabela 1 - Área das classificações da bacia hidrográfica do Rio Taperoá.

Cobertura	2013 (km ²)	%	2021 (km ²)	%	Variação (%)
Vegetação Densa	912,23	16,08	1714,87	30,22	87,99
Vegetação Herbácea	1522,40	26,83	2602,74	45,87	70,96
Vegetação Arbustiva	1470,44	25,91	158,00	2,78	-89,25
Vegetação Rasteira	1157,37	20,40	798,12	14,07	-31,04
Solo Exposto	611,86	10,78	400,14	7,05	-34,60
Total	5674,30	100,00	5673,88	100,00	

Para a classe Solo exposto, conforme os dados apresentados na Tabela 1, é possível afirmar que, de 2013 até 2021, ocorreu um decréscimo para o tipo de cobertura em questão no valor de 34,60%. Apesar dos altos índices de alguns dos tipos de vegetação, a presença de solo exposto necessita de uma atenção e gestão específica para controle e mitigação, tendo em vista que solos desflorestados estão vulneráveis a potenciais impactos ambientais negativos, tais como o desprendimento, remoção e transporte das partículas de solo (KIDANE et al., 2019).

O índice Kappa foi utilizado para conferência da acurácia das classificações nos mapas, demonstrado na Tabela 2 e Tabela 3. O Kappa avalia a precisão do modelo em termos de quantidade de células devidamente classificadas e sua relação com a localização das células (SANTOS et al., 2019).

Tabela 2 - Acurácia das classificações da bacia hidrográfica do Rio Taperoá do ano de 2013 utilizando o método Kappa.

Cobertura	vegetação densa	vegetação herbácea	vegetação arbustiva	vegetação rasteira	solo exposto	Soma	Precisão da acurácia
Vegetação densa	55	2	1	0	0	58	94,8
Vegetação herbácea	5	96	0	1	0	102	94,1
Vegetação arbustiva	1	0	235	0	0	236	99,6
Vegetação rasteira	0	1	0	78	2	81	96,3
Solo exposto	0	0	0	0	105	105	100,0
Total	61	99	236	79	107	582	
Acurácia do produtor	90,2	77,2	75,2	61,7	81,3		
Acurácia geral	97,8						

No comparativo entre os anos, observa-se um crescimento elevado da vegetação densa, com uma variação de 87,99% se transformando em 2021 na segunda maior área de cobertura na bacia. As condições atmosféricas em escala intra-anual influenciam os principais eventos fenológicos que a planta experimenta durante o ciclo anual de crescimento (REED et al., 1994).

A diferença entre a porcentagem de matas relaciona-se com aspectos ambientais decorrentes, especialmente, dos fatores climáticos. A vegetação e o clima estão intrinsecamente relacionados. Quando o clima muda, a vegetação é modificada, ao passo que enquanto a vegetação muda, também afeta o clima (SHEIL, 2018).

Tabela 3 - Acurácia das classificações da bacia hidrográfica do Rio Taperoá do ano de 2021 utilizando o método Kappa.

Cobertura	Vegetação densa	Vegetação herbácea	Vegetação arbustiva	Vegetação rasteira	Solo exposto	Soma	Precisão da acurácia
Vegetação densa	300	1	0	0	0	301	99,7
Vegetação herbácea	1	288	0	1	0	290	99,3
Vegetação arbustiva	0	0	269	0	0	269	100,0
Vegetação rasteira	0	0	0	353	0	353	100,0
Solo exposto	0	0	0	0	288	288	100,0
Total	301	289	269	354	288	1501	
Acurácia do produtor	99,7	77,2	75,2	61,7	81,3		
Acurácia geral	99,8						

Os dados pluviométricos referentes a média anual pluviométrica da bacia, destacam que, para o ano de 2013, houve uma precipitação de 294,5 mm, frente a 348,5 mm em 2021 (AESAs, 2022). Diferenças na vegetação resposta a variáveis climáticas são visíveis entre diferentes zonas de floresta em diferentes escalas de tempo (SEBASTIAN et al., 2019). Desta forma, infere-se uma relação direta entre as médias de precipitação e o aumento da cobertura vegetativa entre os anos analisados.

Por meio dos valores indicados na Tabela 1, também é possível observar que na comparação entre os anos está ocorrendo um processo de regeneração da floresta, como explica Silva, “A cobertura vegetal apresenta grande mudança ao longo do ano quando comparada com as estações seca e chuvosa. Nesta estação, a paisagem é dominada por uma paisagem verde do rebrotamento das folhas, enquanto, na ausência de chuvas na estação seca, a paisagem muda completamente, influenciando muitos fatores ecológicos, desde eventos populacionais a processos ecossistêmicos” (SILVA et al., 2017). O aumento da vegetação densa e da vegetação herbácea, plantas adaptadas a um ambiente com precipitação elevada indica uma maior precipitação na região oeste do mapa (Figura 3-b). De acordo com a Figura 5, a tendência é que haja um aumento da vegetação nesta porção oeste da bacia para os próximos anos, considerando os elevados índices pluviométricos projetados para o ano de 2055 (SILVA et al., 2019).

CONCLUSÕES

Analisar as mudanças na cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Taperoá, fornecendo um mapa temático e um levantamento quantitativo das áreas correspondentes ao uso e cobertura da terra na bacia. Essas informações foram fundamentais para o cálculo de dados percentuais e a análise crítica desses dados.

O crescimento comparativo das categorias “vegetação densa” e “vegetação herbácea” juntamente do decréscimo da “vegetação arbustiva”, “Vegetação rasteira” e do “Solo exposto” e os dados de precipitação 294,5 mm (2013) e 348,5 mm (2021) nos mostra que, em anos chuvosos como 2021, há uma regeneração da floresta no local e em épocas mais secas há um aumento de vegetação arbustiva, rasteira e de solo exposto como em 2013.

A sazonalidade que permite essa alteração de cobertura da terra é uma característica típica do semiárido brasileiro, que mesmo sendo áreas suscetíveis a um processo de desertificação devido ao seu regime de chuva ser concentrado proporciona uma estimativa de anos chuvosos.

REFERÊNCIAS

- AESA. Meteorologia- chuvas. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/?formdate=2022-10-03&produto=bacia&periodo=anual>. Acesso em: 14 de outubro de 2022
- ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; POSSA, E. M.; MOURA, D. M. B.; MORAIS, W. A.; FERREIRA, R. S.; SANTOS, L. N. S. Geotechnologies applied in the analysis of land use and land cover (LULC) transition in a hydrographic basin in the Brazilian Cerrado. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 22, p. 100495, 2021.
- ANJINHO, Phelipe da Silva; BARBOSA, Mariana Abibi Guimarães Araujo; MAUAD, Frederico Fábio. Evaluation of InVEST's Water Ecosystem Service Models in a Brazilian Subtropical Basin. *Water*, v. 14, n. 10, p. 1559, 2022.
- ASSIS, J. M. O.; CALADO, L. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco - PE nos anos de 1985 e 2010. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 5, p. 859-870, 2014.
- COUTINHO, P. E.; CATALDI, M. Assessment of water availability in the period of 100 years at the head of the São Francisco River basin, based on climate change scenarios. *Revista Engenharia na Agricultura-REVENG*, v. 29, p. 107-121, 2021.
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, D.; MATOS, R. M. de. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.8, n.4, 2015.
- KIDANE, M., BEZIE, A., KESETE, N., TOLESSA, T. The impact of land use and land cover (LULC) dynamics on soil erosion and sediment yield in Ethiopia. *Heliyon*, v. 5, n. 12, p. e02981, 2019.
- LACERDA, L. I. D. A.; SILVEIRA, J. A. R.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SILVA, A. M.; NASCIMENTO, T. V. M.; RIBEIRO, E. L.; FREITAS, P. V. N. Urban forest loss using a

DE QUEIROZ, F.V.A.; DE SOUSA, N.D.; CAVALCANTE, T.M.S.S.; VASCONCELOS, P.H.N.; SOARES, A.H.A.; PEREIRA, A.S.; MARINHO, E.G.A.

GIS-based approach and instruments for integrated urban planning: A case study of João Pessoa, Brazil. *Journal of Geographical Sciences*, v. 31, n. 10, p. 1529-1553, 2021.

LEITE, Emerson. Pluriatividade, multifuncionalidade e uso da terra no assentamento Bandeirantes. *Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 2009*, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.844-852.

MELLO, K.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; SANTOS, A. C. A.; VETTORAZZI, C. A. Effects of land use and land cover on water quality of low-order streams in Southeastern Brazil: Watershed versus riparian zone. *Catena*, v. 167, p. 130-138, 2018.

OLIVEIRA-ANDREOLI, E. Z.; MORAES, M. C. P.; FAUSTINO, A. S.; VASCONCELOS, A. F.; COSTA, C. W.; MOSCHINI, L. E.; MELANDA, E. A.; JUSTINO, E. A.; LOLLO, J. A.; LORANDI, R. Multi-temporal analysis of land use land cover interference in environmental fragility in a Mesozoic basin, southeastern Brazil. *Groundwater for Sustainable Development*, v. 12, p. 100536, 2021.

PEÑA-ANGULO D.; VICENTE-SERRANDO S. M.; DOMÍNGUEZ-CASTRO, F.; NOGUERA, I.; TOMAS-BURGUERA, M.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; LORENZO-LACRUZ, J.; KENAWY, A. Unravelling the role of vegetation on the different trends between climatic and hydrologic drought in headwater catchments of Spain. *Anthropocene*, v. 36, p. 100309, 2021.

SEBASTIAN, D.E.; Ganguly, S.; Krishnaswamy, J.; Duffy, K.; Nemani, R.; Ghosh, S. Multi-scale association between vegetation growth and climate in India: a wavelet analysis approach. *Remote Sensing*, v. 11, n. 22, p. 2703, 2019.

SILVA, K. S. T. e; ALMEIDA, A. M.; SILVA, T. S. F. INFLUÊNCIA DE DETERMINANTES AMBIENTAIS NA VEGETAÇÃO DA CAATINGA. *Sociedade e Território*, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 183–198, 2017. DOI: 10.21680/2177-8396.2017v29n1ID10807. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/10807>. Acesso em: 14 out. 2022.

SILVA, L. P.; XAVIER, A. P. C.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Modelagem dinâmica da cobertura vegetal e mudanças climáticas na Bacia do Rio Taperoá para o ano de 2055. *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu, 2019*.

USGS. USGS Global Visualization Viewer–Landsat 8. Disponível em: <https://glovis.usgs.gov>. Acesso em: 14 de setembro de 2022

VALERA, C. A.; VALLE JUNIOR, R. F.; VARANDAS, S. G. P.; SANCHES FERNANDES, L. F.; PACHECO, F. A. L. The role of environmental land use conflicts in soil fertility: A study on the Uberaba River basin, Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 562, p. 463-473, 2016.

YANG, H.; ZHENG, L.; WANG, Y.; LI, J.; ZHANG, B.; BI, Y. Quantifying the Relationship between Land Use Intensity and Ecosystem Services Value in the Hanjiang River Basin: A Case Study of the Hubei Section. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 17, p. 10950, 2022.

YE, H.; SONG, Y.; XUE, D. Multi-Scenario Simulation of Land Use and Habitat Quality in the Guanzhong Plain Urban Agglomeration, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 14, p. 8703, 2022.

YOHANNES, H.; SOROMESSA, T.; ARGAW, M.; DEWAN, A. Spatio-temporal changes in habitat quality and linkage with landscape characteristics in the Beressa watershed, Blue Nile basin of Ethiopian highlands. *Journal of Environmental Management*, v. 281, p. 111885, 2021.