

Uso e Ocupação do Solo e Caracterização Morfométrica da Microbacia d Ribeirão Pitangueiras no município de Barretos - SP

*Land Use and Occupation and Morphometric Characterization of the Ribeirão
Pitangueira Stream Microbasin in the municipatily of Barretos - SP*

*Uso y Ocupación del Suelo y Caracterización Morfométrica de la Microcuenca del
Arroyo Ribeirão Pitangueira em el município de Barretos - SP*

Ana Carolina de Oliveira

Estudante de Mestrado, UNESP, Brasil
ac.oliveira1@unesp.br

César Gustavo da Rocha Lima

Professor Doutor, UNESP, Brasil
cesar.lima@unesp.br

José Augusto de Lollo

Professor Doutor, UNESP, Brasil
jose.lollo@unesp.br

RESUMO

O uso e cobertura da terra podem sofrer alterações e isso implicam discussões relevantes em função de mudanças ocasionadas nas bacias hidrográficas por processos naturais induzidos pelo homem. O objetivo deste estudo foi utilizar dos Sistemas de Informações Geográficas para analisar as características morfométricas de uso e ocupação do solo, na microbacia do Ribeirão Pitangueiras, localizado no município de Barretos-SP. O município de Barretos tem latitude 20°33'26" e longitude 48°34'04", e encontra-se na região de bioma Cerrado. Todas as análises foram feitas utilizando o Sistema de Processamento de Informações Geográficas (Spring 5.2) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. De início foi realizada criação de um Banco de Dados Geográficos, foram obtidas em três cenas do satélite LANDSAT 5, sensor TM, com as datas de 19/06/2005 e 19/06/2010 junto a imagem de LANDSAT 8, sensor OLI com data de 21/06/2020 em formato TIFF. Os parâmetros morfométricos avaliados seguindo as metodologias de Horton, Miller e Schumm. Nos resultados, os anos de 2005-2010 na área urbana aumentaram de 0,02%, entre 2005-2020 o aumento foi de 19,45%, em quinze anos ocorreu um aumento da área urbana nesta localidade, e de 2010-2020 aumento de 13,2% em dez anos com loteamentos situados na área, o crescimento da área urbana e urbanização na localidade estudada. A análise morfométrica foi possível observar o perfil do canal principal com aumento e com diminuição, e com isso dificulta os períodos de inundações. A área predominante da microbacia é solo exposto e vegetação rasteira, o que mostra a área urbana cada vez mais se expandindo, devido aos novos loteamentos na área intensificando a impermeabilização do solo com aumento do escoamento artificial.

PALAVRAS-CHAVE: Área Urbana, Vegetação Rasteira, Vegetação de Grande Porte

Abstract

The use and naturalness of the land can undergo changes, and this indicates relevant changes in the function of the number of occasional changes in the hydrographic basins by processes and variations of man. The objective of this study was to use the Geographic Information System to analyze the morphometric characteristics of land use and occupation in the Ribeirão Pitangueiras stream microbasin, located in the municipality of Barretos. The municipality of Barretos has latitude 20°33'26" and longitude 48°34'04", in the Cerrado biome region. and acquisition were made using the All-Geographic Information Processing System (Spring 5.2) of the National Institute for Space Research. Initially, the creation of a Geographic, were 0 together Database of 06/19/2010 with data of 06/19/2010 with data of 06/19/201 with data of 06/19/201 with data of 06/19/201 with data from 06/19/201 with data from LAN6/201, OLI sensor with 8, OLI sensor with date of 06/21/2020 in TIFF format. The morphometric parameters followed the methodologies of Horton, Miller and Schumm. In the years 2005-2010 in the urban area of results increased by 0.02% between 2005-2020 the increase was 19.45% greater than 2005-2010, in fifteen years it increased in this urban location, and from 10-2020 increase, 2% in ten years with subdivisions located in the area, the growth of the urban area and urbanization in the region. It is concluded that a predominant area of the watershed is exposed to soil and urban vegetation to new undergrowth areas, which shows that the subdivisions are increasingly expanding, due to the intensification of the soil waterproofing area with increased artificial runoff.

KEYWORDS: Urban Area, Low Vegetation, Large Vegetation

RESUMEN

El uso y naturalidad del suelo puede sufrir cambios y esto indica cambios relevantes en función del número de cambios ocasionales en las cuencas hidrográficas por procesos y variaciones del hombre. El objetivo de este estudio fue utilizar el Sistema de Información Geográfica para analizar las características morfométricas del uso y ocupación del suelo en la microcuenca del arroyo Ribeirão Pitangueiras, ubicada en el municipio de Barretos. El municipio de Barretos tiene latitud 20°33'26" y longitud 48°34'04", en la región del bioma Cerrado. y la adquisición se realizaron utilizando el Sistema de Procesamiento de Información Geográfica Total (Spring 5.2) del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales. Inicialmente, la creación de una Geográfica, eran 0 junto Base de datos del 19/06/2010 con datos del 19/06/2010 con datos del 19/06/201 con datos del 19/06/201 con datos del 19/06/201 con datos de LAN6/201, sensor OLI con 8, sensor OLI con fecha del 21/06/2020 en formato TIFF. Los parámetros morfométricos siguieron las metodologías de Horton, Miller y Schumm. En los años 2005-2010 en el área urbana de resultados aumentó 0.02% entre 2005-2020 el incremento fue 19.45% mayor al 2005-2010, en quince años aumentó en esta localidad urbana, y del 10-2020 aumento, 2 % en diez años con fraccionamientos ubicados en la zona, el crecimiento de la zona urbana y la urbanización en la región. Se concluye que un área predominante de la cuenca se encuentra expuesta de suelo y vegetación urbana a nuevas áreas de sotobosque, lo que evidencia que los fraccionamientos se expanden cada vez más, debido a la intensificación del área de impermeabilización del suelo con mayor escorrentía artificial.

PALABRAS CLAVE: Área Urbana, Vegetación Baja, Vegetación Grand

1 INTRODUÇÃO

O uso e cobertura da terra podem sofrer alterações e isso indicam discussões relevantes em função do número de mudanças ocasionadas nas bacias hidrográficas por processos naturais e induzidos pelo homem (BELWARD; SKOIEN, 2015). As condições não adequadas as condições naturais de uso e cobertura da terra estão relacionadas as más formas de conservação e proteção destes recursos, o que ocasiona nos problemas da degradação ambiental e isso pode preocupar devido as ações adotadas pela sociedade (TAEELMAN et al., 2016).

As bacias hidrográficas estão sendo utilizadas como unidade fundamental para análises ambientais, principalmente por permitir a possibilidade de integração de componentes pertencentes a ela como na geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, clima e corpos da água e assim, é possível compreender a paisagem como um todo (Santos, 2004; Cruz, 2009), uma vez que grande parte dos danos ambientais na superfície terrestre está situada nas bacias hidrográficas (ARAÚJO, 2005).

De acordo com QUEIRÓZ (2008) o uso inadequado dos recursos naturais vem provocando impactos pela ação antrópica, sendo a caracterização física de uma bacia hidrográfica essencial para a elaboração de futuros projetos agroambientais, portanto os resultados permitem melhor compreensão do escoamento superficial.

A morfometria das bacias é importante devido a sua atuação no ciclo hidrológico, o que influencia diretamente os aspectos relativos á infiltração, evapotranspiração e ao escoamento superficial e subsuperficial (RODRIGUES et al., 2008). O conhecimento das características físicas da bacia permite que o escoamento superficial de uma região possibilite as medidas preventivas do controle de enchentes e identifique se esta é suscetível ao acontecimento (FONTES et al., 2008)

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) utiliza uma base de dados georreferenciados com informações espaciais, aspectos sociais, econômicos e políticos, e faz com que seja permitido a divisão temática que integre um SIG e possa atuar em várias operações espaciais (TEIXEIRA et al., 1992). Com isso, a avaliação do comprimento da rede de drenagem na função de área da bacia associe os valores dos problemas com enchentes e erosões do solo (TORRES et al., 2007).

O manejo de bacias hidrográficas em áreas com regime de exploração apresenta grande dificuldade para o planejador conciliar a conservação dos recursos naturais com a exploração econômica desenfreada, principalmente se os proprietários não utilizam os aspectos de conservação da água, solo e recursos naturais sendo que o tamanho da propriedade dificulta medidas de conservação ou inviabiliza na questão de sobrevivência (BARROSO, 1987).

Segundo ROCHA (1991) a correção do meio ambiente deteriorado é necessária para o gerenciamento das unidades de planejamento, sejam eles naturais ou políticos para as bacias hidrográficas que mostram grande eficiência em pesquisa de campo. A cobertura vegetal é importante na conservação do solo e permite o controle da erosão hídrica e eólica, pois o escoamento está diretamente ligado a cobertura vegetal e a declividade do terreno, assim apresenta fortes implicações no processo erosivo dos solos (CASSOL, 1996).

A bacia hidrográfica é considerada unidade ideal para o planejamento dos recursos naturais do meio ambiente e permite o aproveitamento hídrico e econômico-social na

sustentabilidade ambiental para a produtividade e qualidade de vida dos seus usuários (TUNDISI, J.G. et al., 2008).

Contudo, os SIGs vem sendo cada vez mais utilizados nas aplicações ambientais que envolvem integração e análise de dados espaciais em diferentes escalas, por serem eficazes na solução de problemas com a topologia de um mapa e diversas projeções cartográficas (MATTIKALLI et al., 1995).

Na cidade de Barretos o córrego Ribeirão Pitangueiras enfrenta problemas como o assoreamento e a falta de mata ciliar, e os animais que ali são encontrados são enviados a Secretaria do Meio Ambiente para serem desenvolvidos aos seus habitats naturais. Este córrego é muito utilizado para o abastecimento da cidade de Barretos.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é utilizar o Sistema de Informações Geográficas (SIG) para analisar as características morfométricas de uso e ocupação do solo, na microbacia do córrego Ribeirão Pitangueiras, localizado no município de Barretos – SP.

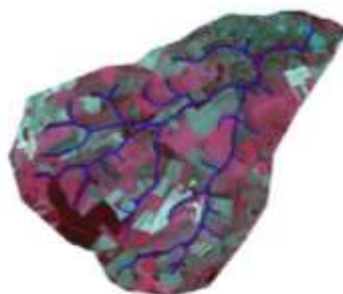
3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do Município

O município de Barretos – SP localiza-se na região noroeste do estado de São Paulo, que possui latitude 20°33'26" e longitude 48°34'04" sob altitude média de 530 metros e possui população estimada de 123.546 pessoas habitantes com território que abrange uma área de 1566,161 km².

Esta região é classificada como bioma do Cerrado com um território composto por 75% e 25% pelo bioma Mata Atlântica. Segundo KOPPEN, está região tem a classe climática do tipo Aw tropical chuvoso, com temperatura média local de 23,6 graus e pluviosidade média anual de 1363 mm. No município de Barretos a classificação dos solos é diversificada e classificados como Latossolo Vermelho Eutrófico Argiloso ao Latossolo Vermelho Distrófico arenosos. Na parte Oeste do município os solos são predominantes como Argissolos Vermelhos Distróficos.

Figura 1. Localização da Microbacia



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 Procedimento



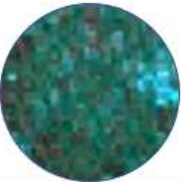









Todas as análises foram feitas utilizando o Sistema de Processamento de Informações Geográficas (Spring 5.2) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A primeira etapa foi a criação de um Banco de Dados Geográficos (BDG).

As imagens foram obtidas no site do INPE (INPE, 2022) em três cenas do satélite LANDSAT 5, sensor TM, com as datas de 19/06/2005 e 19/06/2010 juntamente a uma imagem de LANDSAT 8, sensor OLI com data de 21/06/2020 em formato TIFF. As bandas 2,3 e 4 para as imagens LANDSAT 5 e 3,4 e 5 para as LANDSAT 8. Com isso, foram utilizadas também imagens no formato SRTM.

Após a delimitação da bacia e recortada, foi realizada a segmentação de similaridade 5 e área do pixel 30 para imagens LANDSAT 5, e para as imagens de LANDSAT 8 foi utilizado similaridade 30 com área de pixel de 30 para melhorar o desempenho em agrupar regiões similares da área de estudo.

Foi aplicado após a segmentação o método Battacharrya com limiar de aceitação 99,9% e após a aplicação do método as informações incluíram quatro classes temáticas que são: solo, urbano, vegetação rasteira e vegetação de grande porte. Como mostra o quadro abaixo, a realização ocorreu conforme a chave de interpretação.

Quadro 1: Chave de Interpretação adotada para classificação de uso e ocupação do solo

| Classe | Descrição do uso | Imagens Google Earth | LANDSAT 5 | LANDSAT 8 |
|---------------------------|--|---|---|---|
| Urbano | Áreas impermeabilizadas, residências, indústrias |  |  |  |
| Solo | Áreas que não possuem cobertura de vegetação, área de transição de vegetação |  |  |  |
| Vegetação rasteira | Área de agricultura e pastagens |  |  |  |
| Vegetação de grande porte | Vegetação de grande porte agrupadas |  |  |  |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao final da classificação do uso e ocupação do solo foi feito um recorte final da área da bacia, para realizar o cálculo dos parâmetros selecionados.

3.3 Análise Morfométrica

Para desenvolver este estudo foi criado um Banco de Dados para armazenamento de dados e informações da microbacia avaliada. A projeção utilizada foi a UTM (Universal Transversa de Mercator) no fuso 22 e Datum WGS (World Geodetic System). As isolinhas foram extraídas por meio da geração de um modelo numérico de terreno (MNT) com imagens de SRTM, obtida pelo site USGS (United States Geological Survey, 2022).

Com a edição vetorial foi possível realizar a delimitação da bacia do Ribeirão Pitangueiras de acordo com SPERLING (2007) e as isolinhas extraídas da imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e com as imagens LandSat 8 foram definidas as redes de drenagem e nascentes.

Os parâmetros morfométricos avaliados seguiram as metodologias adotadas por HORTON (1932), HORTON (1945), MILLER (1953) e SCHUMM (1956). Assim, foram observados seis parâmetros, demonstrados no quadro 2. O uso do curso d'água principal e seus tributários utilizam o método de SPERLING (2007), adotada a proposta de HORTON (1945).

Quadro 2. Parâmetros morfométricos

| Item | Parâmetros | Equação | Objetivo |
|------|--------------------------------|---------------------|---|
| 1 | Fator Forma - Ff | B/L | Avaliação de geometria onde se relaciona a largura e o comprimento. |
| 2 | Índice de Compacidade - Kc | $0,28 * P/\sqrt{A}$ | Faz a associação da bacia a um círculo. |
| 3 | Fator de conformação - Fc | A/L^2 | Valores próximos a 1 indicam maior a tendência a enchentes. |
| 4 | Densidade de drenagem - Dd | Lt/A | Verifica a velocidade da drenagem. |
| 5 | Índice de sinuosidade - Is (%) | $100 * (L-Lp)/L$ | Sugere a sinuosidade do canal. |

Fonte: 1,3,4 HORTON (1932); 2 HORTON (1945); 5 STRAHLER (1952)

Os parâmetros precisam de informações fundamentais como: Área da Bacia (A), perímetro da bacia (P), comprimento do canal principal (L), comprimento total dos canais (Lt) e comprimento axial da bacia (Cab). Os valores obtidos foram submetidos por meio de operações métricas e medidas de classe.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Morfométrica

O quadro abaixo mostra os parâmetros analisados para realização da análise morfométrica.

Quadro 3. Parâmetros analisados

| Parâmetros analisados | Resultados |
|---|------------|
| Comprimento da bacia (km) | 17,1 |
| Área da Bacia – A (km ²) | 124,88 |
| Perímetro – P (km) | 46,85 |
| Altitude mínima (m) | 488 |
| Altitude máxima (m) | 644 |
| Comprimento do canal principal – Lm (m) | 16,4 |
| Comprimento total dos cursos d’água – Lt (km) | 117,77 |
| Fator forma – Ff | 0,46 |
| Índice de compacidade – Kc | 1,174 |
| Fator de conformação – Fc | 0,43 |
| Densidade de drenagem – Dd | 0,9 |
| Índice de sinuosidade – Is (%) | 4,09 |

Segundo OLIVEIRA JÚNIOR et al., (2020), com os valores avaliados indicam que está área possui baixa propensão a enchentes e não está sujeita a inundações. Para SILVA et al., (2019) com os resultados obtidos é possível caracterizar a forma da microbacia como arredondada (Kc 1,174) pois quanto menor o número o número de índice de compacidade mais circular é a microbacia, de acordo com o número do fator de conformação (Fc 0,43) e com o fator de forma (Ff 0,46). Estes valores estão parecidos com os parâmetros avaliados em SILVA et al. (2019) na microbacia do rio D’Alincourt, na Amazônia Ocidental.

O índice de sinuosidade (Is 4,09%) relaciona a área da bacia junto a área de um círculo com o mesmo perímetro da bacia e este valor tende a diminuir conforme a microbacia se torne mais alongada segundo CARDOSO et al (2006), o que nos mostra que esta bacia possui formato circular.

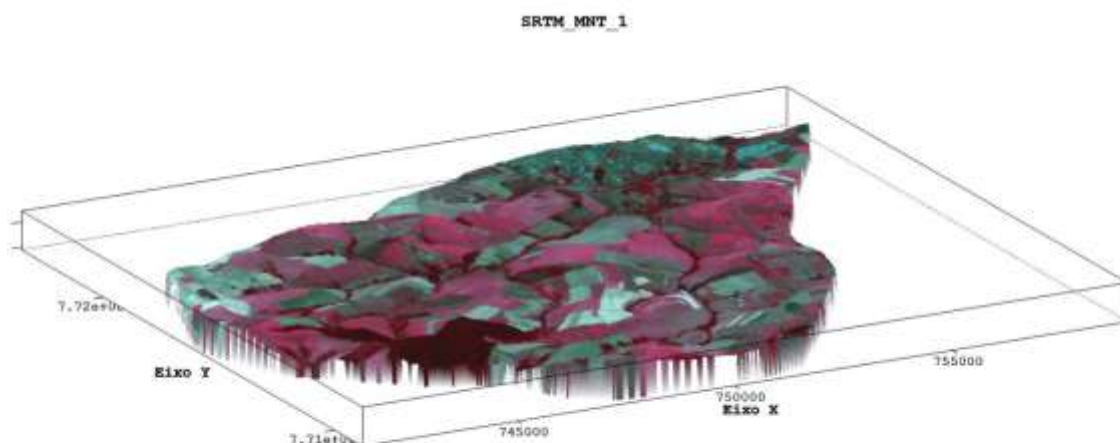
O perfil longitudinal do canal principal pode ser observado na Figura 2, onde está demarcado desde o seu início até o exultório. É possível observar que no início da bacia de 4000 a 5000 m ocorreu um aumento no canal indicando um local com alta declividade e após, em 6000m ocorreu um decaimento que pode significar que com essas alterações não tanto acontecimento de acúmulo de água, diminuindo assim os riscos de enchentes.

Figura 2. Perfil longitudinal do canal principal



Fonte: Elaborado pelos autores.

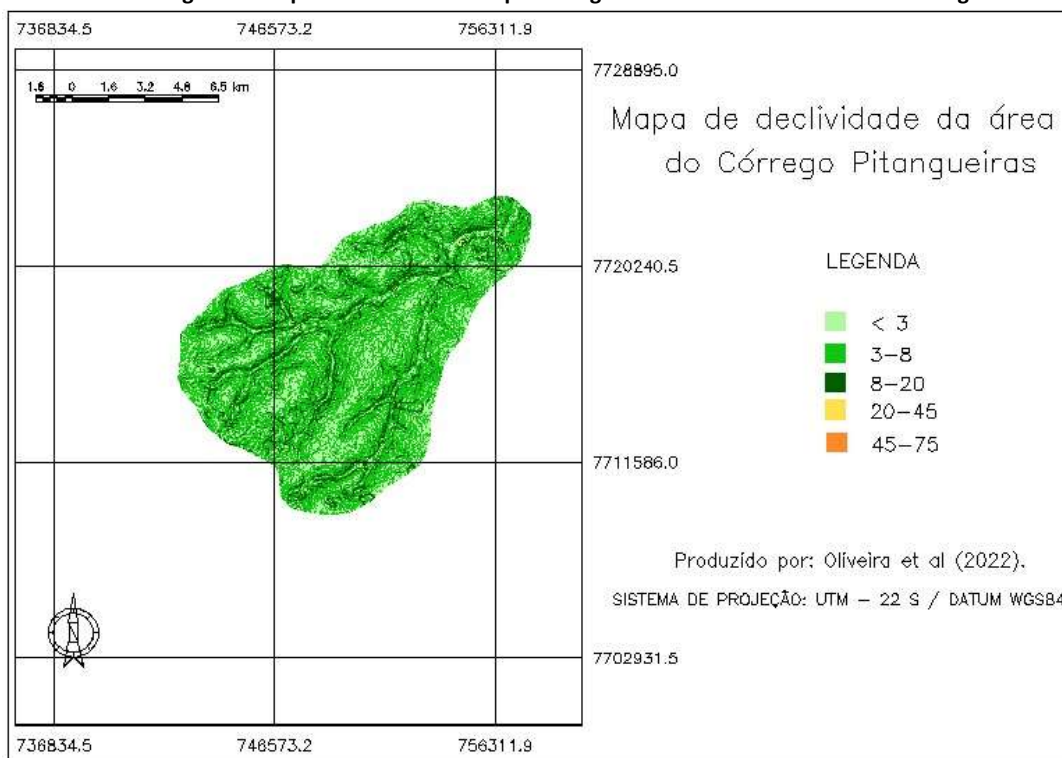
Figura 3. Visualização em 3D na Bacia do Ribeirão Pitangueiras



Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste estudo foi avaliado também as características de declividade da microbacia do Ribeirão Pitangueiras, que pode ser observado na figura 4, em que as classes mais presentes são de 3 a 8% e de 8 a 20%.

Figura 4. Mapa de declividade em porcentagem da microbacia do Ribeirão Pitangueiras



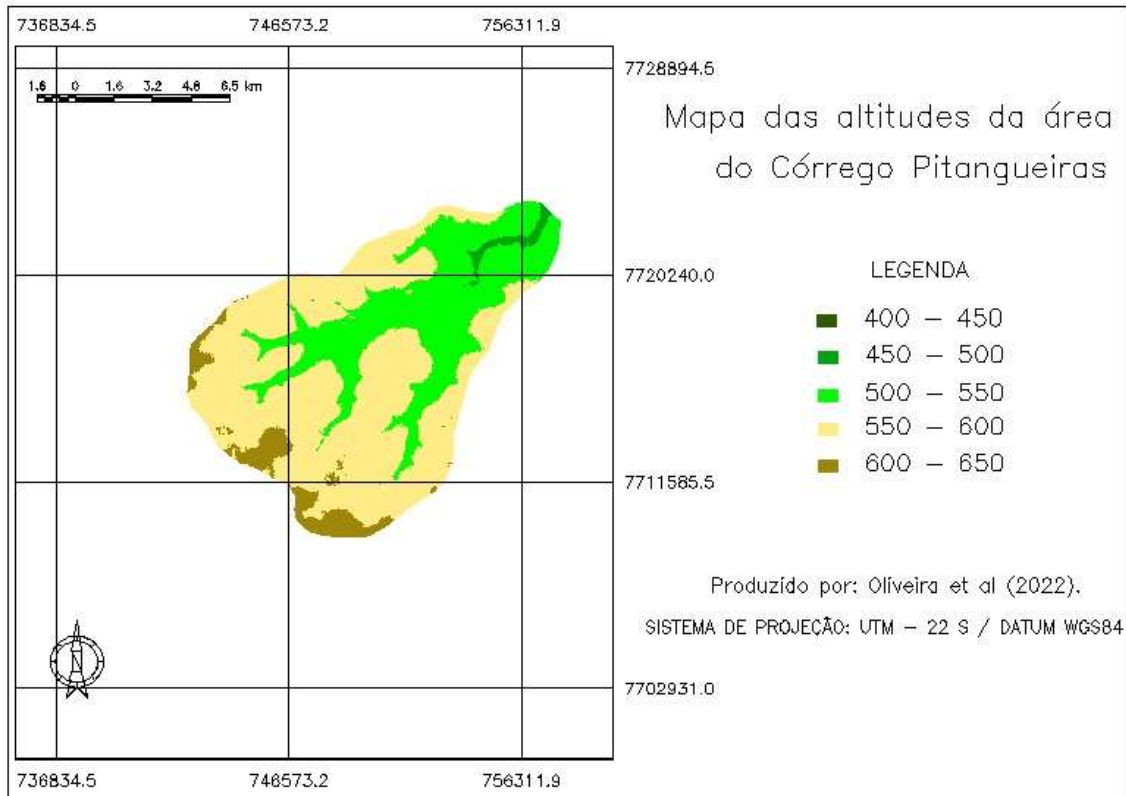
Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda para o mapa de declividade:

| | |
|-------|----------------|
| 0-3 | Plano |
| 3-8 | Suave-Ondulado |
| 8-20 | Ondulado |
| 20-26 | Forte-Ondulado |

A classe de declividade mais aparente no mapa é de 3 a 8% e de 8 a 20%, o que mostra que o relevo presente na microbacia do Ribeirão Pitangueiras pode ser considerado como suave-ondulado e em algumas regiões presentes, um pouco mais onduladas.

Figura 5. Mapa das altitudes da Microbacia do Ribeirão Pitangueiras



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na figura 5 pode-se observar que as altitudes do local consistem na determinação da altitude dos pontos abordados sobre o plano de referência em relação as medições diretas. Nesta microbacia os valores da densidade de drenagem ($Dd 0,9$) indicam baixa velocidade de drenagem, pois os valores de média e alta densidade variam de 102,279 a 176,225 km/km^2 segundo DG da Silva et al (2010), que se enquadram nas cotas de 500 a 550 e de 550 a 600 com maiores áreas expostas.

4.2 Uso e Ocupação do Solo

Os dados apresentados por meio da análise espacial estão relacionados ao uso e ocupação do solo, representando pelos dados apresentados a mudança de cenários, influência das atividades antrópicas da área estudada no mês de junho nos anos de 2005, 2010 e 2020.

**Tabela 1. Uso e ocupação do solo da microbacia do córrego Ribeirão Pitangueiras em Área (km²)
Área (km²) / Valor de Crescimento (%)**

| Classes | 2005 | 2010 | 2020 | 2005 -2010 (%) | 2005 – 2020 (%) | 2010 – 2020 (%) |
|------------------------|--------|--------|--------|----------------|-----------------|-----------------|
| Urbano | 8,84 | 8,84 | 10,33 | 0,02 | 19,45 | 13,2 |
| Solo | 47,82 | 34,97 | 38,52 | -26,87 | 16,86 | 10,15 |
| Vegetação Rasteira | 30,52 | 46,18 | 45,15 | 51,3 | 48 | -2,18 |
| Vegetação Grande Porte | 37,75 | 34,83 | 30,28 | -7,74 | -20 | 19,79 |
| Total | 124,93 | 124,82 | 124,28 | 100 | 100 | 100 |

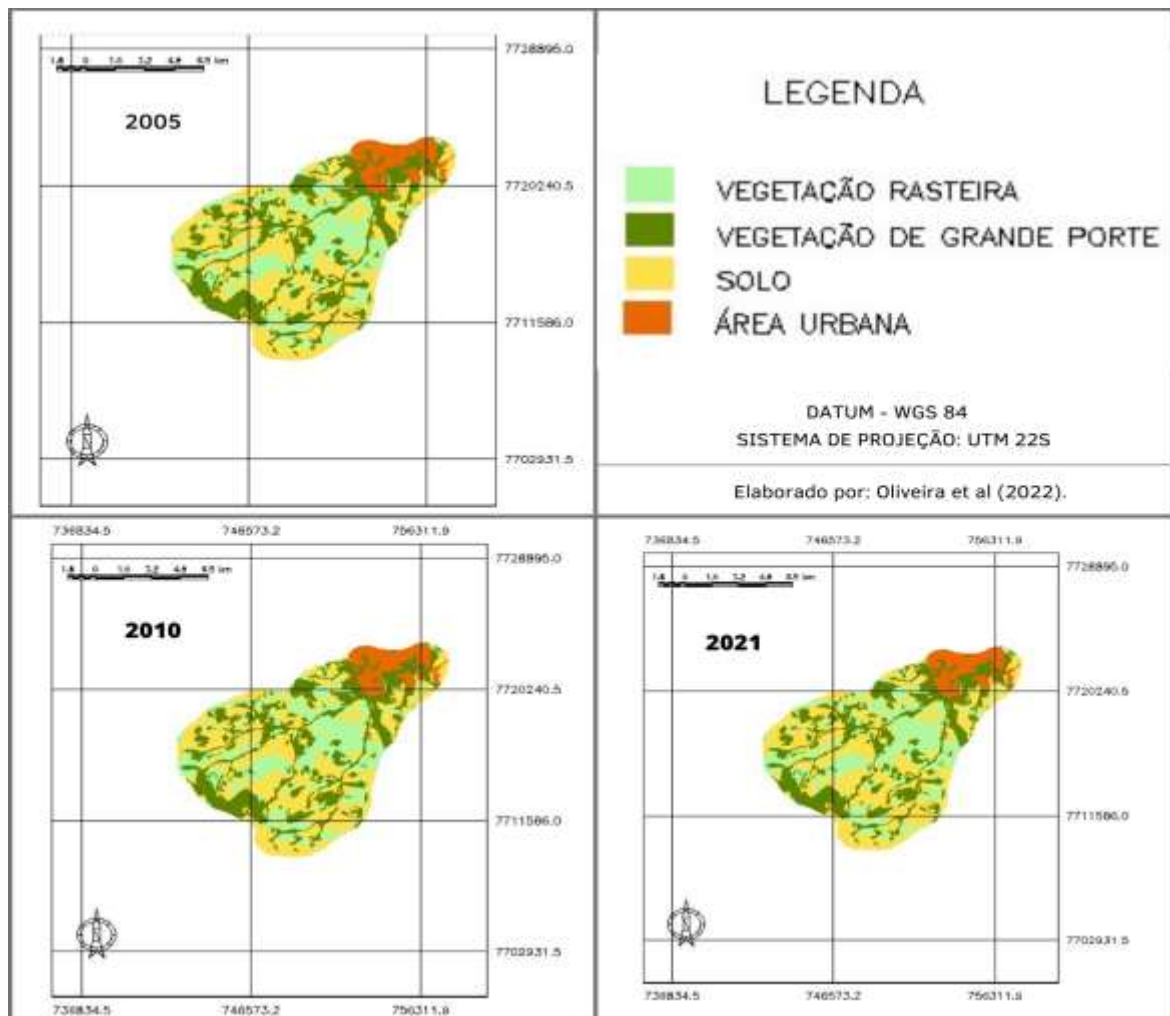
Os resultados obtidos mostram que entre os anos de 2005-2010 na área urbana ocorreu aumento de 0,02%, mas entre os anos de 2005-2020 o aumento desta área foi de 19,45% muito maior com relação a 2005-2010 o que significa quem nesses quinze anos ocorreu um aumento significativo da área urbana nesta localidade, e de 2010-2020 o aumento foi de 13,2% em dez anos com loteamentos e novas residências situadas nesta área, o que mostram o crescimento da área urbana e urbanização na localidade estudada.

Para o solo exposto no ano de 2005 a área era de 47,8 km² comparando aos anos de 2010 e 2020 é visível a sua diminuição devido as novas áreas plantadas, tanto para implantação de culturas utilizadas na região como também de vegetação de grande porte, o que pode ser desde uma área de preservação permanente até uma reserva legal que foi implantada no local no decorrer dos anos. Em 2010 a diminuição do solo exposto foi de 34,97 km², porém em 2020 houve um aumento com 38,52 km² o que explica isso são as queimadas que afetaram uma parte das áreas e/ou preparo de área para novos loteamentos para implantar novas residências no local.

A vegetação rasteira presente na área no ano de 2005 era de 30,52 km² e após cinco anos (2010) houve um aumento para 46,18 km², essa área de vegetação rasteira composta por árvores, arbustos e outras plantas que são capazes de se desenvolver abaixo dos dosséis de grandes árvores, assim como as culturas implantadas. Já após dez anos, em 2020 ocorreu uma diminuição desta área para 45,15 km² em decorrência das áreas de vegetação de grande porte e aumento da área de solo exposto presente.

Para a vegetação de grande porte houve diminuição durante todos os anos, tendo em vista o aumento do solo exposto e da vegetação rasteira em que a área de 2005 foi de 37,35 km², de 2010 34,83 km² e de 2020 30,28 km² mostrando assim a diminuição das áreas no decorrer dos anos.

Figura 5. Mapa de Uso e Ocupação do Solo dos anos de 2005, 2010 e 2021



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Horton (1945) os dados hídricos obtidos e os de relevo são importantes para o aprendizado e desenvolvimento dos fenômenos ocorridos e os que poderão ocorrer no futuro. Assim, é possível pensar em novas tomadas de decisões para mitigações e melhor o estudo e gestão das microbacias.

Por meio do software utilizado é com as literaturas empregadas no estudo, mostrar que os dados são proporcionais com a forma real da microbacia abordada no estudo.

5. CONCLUSÃO

De acordo com o estudo é importante o planejamento e os estudos ambientais para que melhorem a qualidade de uso e ocupação do solo, uma vez que para se obter bons resultados e boas estratégias e que não ocorra percalços como inundações e deslizamentos em casos de eventos e fenômenos hidrológicos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. E. et al. Bacias hidrográficas e impactos ambientais. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 109-115, 2009.

BARROSO, N. G. Análise comparativa entre métodos de estudos de impacto ambiental na bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim, SC. 1987, 135 fls. Dissertação (mestrado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, 1987.

BELWARD, A. S.; SKOIEN, J. O. Who launched what, when and why; trends in global land-cover observation capacity from civilian earth observation satellites, **ISPRS J Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 103, p. 115-128, maio 2015.

CARDOSO, A. C., Dias, H.C.T., Soares, C.P.B., Martins, S.V. Caracterização morfológica da bacia do rio Dessoban, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**. Curitiba, v.30, p. 241-248, 2006.

CASSOL, R. Zoneamento ambiental elaborado com variáveis otimizadas estatisticamente, geradas por técnicas cartográficas. São Paulo, 1996. 292p. Tese (doutorado_ – Geografia, Universidade de São Paulo, 1996

CRUZ, R. C.; TAVARES, I. S. Bacia hidrográfica: aspectos conceituais e práticos. In: RIGHES, A. A.; BURIOL, G. A.; BOER, N. (Org.). **Água e educação: princípios e estratégias de uso e conservação**. Santa Maria/RS: Centro Universitário Franciscano, 2009.

da SILVA, Danielle Gomes, Rhaissa Francisca Tavares de Melo, and Antonio Carlos de Barros Corrêa. "A influência da densidade de drenagem na interpretação da evolução geomorfológica do complexo de tanques do município de Brejo da Madre de Deus–Pernambuco, nordeste do Brasil." **Revista de Geografia (Recife) 26.3** (2010): 294-306.

FONTES, M. P.; OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, D. E. et al. Análise comparativa das características de duas sub-bacias de Sergipe com uso de técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 5, 2008. **Anais...** Aracajú: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2011. p. 3947

HORTON, R.E. Drainage basin characteristics. American Geophysical Union, Washington, v.13, n.1, p.350-361

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin** v.56, v.3, p. 275-370, 1945.

MATTIKALLI, N. M.; DEVEREUX, B. J.; RICHARDS, K. S. Integration of remotely sensed satellite images with a geographical information system. **Computers & Geosciences**, v. 21, n. 8, p. 947-56, 1995

Miller, V.C., A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area. Technical Report – 3, Columbia. University Department of Geology, 1953, New York.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. E., Arlindo, V. J. C., Lunes, A. R. S., Bezerra, J. M., 2020. Morfometria e zoneamento ambiental da microbacia hidrográfica do açude 25 de Março–RN. **Brazilian Journal of Development** 6, 75428- 75444.

ROCHA, J. S. M. da. Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas. Santa Maria/RS: UFSM, 1991. 181p.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga. Irriga, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 310- 322, 2008.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

Schumm S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, v.67, p 597-646, 1956.

SILVA, A. F., Tronco, K. M. Q., Vendruscolo, J., Oliveira, J. N., Cavalheiro, W. C. S., Rosa, D. M., Stachiw, R., 2019. Geoprocessamento aplicado a hidrogeomorfometria e índice de desflorestamento na microbacia do rio D'Alincourt, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezuelana**, 201-255. Silva, D. P., & Lima, E. C., 2019.

Taelman, S. E. et al. Accounting for land use in life cycle assessment: the value of NPP as a proxy indicator to assess land use impacts on ecosystems. **Sci. Total Environ.**, v. 550, p. 143- 156, abr. 2016.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CRISTOFOLETTI, A. Introdução aos sistemas de informação geográfica. Rio Claro/SP: [s/e], 1992. 80p

TORRES, J. L. R.; SILVA, T. R.; OLIVEIRA, F. G. et al. Diagnóstico socioeconômico, ambiental e avaliação das características morfométricas da microbacia do Córrego Alegria em Uberaba – MG. **Sociedade & Natureza**, v. 19, p. 89-102, 2007.