

DINÂMICA DO USO E COBERTURA DAS TERRAS NA SERRA DOS MATÕES, PEDRO II-PI

LAND USE AND LAND COVER DYNAMICS IN SERRA DOS MATÕES, PEDRO II-PI

Samuel Campêlo de Vasconcelos Maia

Graduado em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Federal do Piauí e graduado em Tecnologia em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

E-mail: samuelcvmaia@gmail.com

Gustavo Souza Valladares

Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2003), Docente do curso de Licenciatura Plena em Geografia - UFPI.

E-mail: valladares@ufpi.edu.br

Érico Rodrigues Gomes

Geólogo, Doutor em Geografia pela UNESP/Rio Claro (2015). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

E-mail: erico.gomes@ifpi.edu.br

RESUMO

O levantamento de uso e cobertura das terras é uma ferramenta que viabiliza as necessidades de garantia de sustentabilidade, frente às questões ambientais, sociais e econômicas. Esta pesquisa tem como objetivo fazer o levantamento do uso e cobertura das terras na Serra dos Matões e sua dinâmica, em Pedro II-PI e municípios vizinhos através da análise espacial e assim identificar quais práticas são incompatíveis para o desenvolvimento sustentável. Para a realização do mapeamento foi indispensável o uso das ferramentas de geoprocessamento, que facilitam a aquisição dos dados e o processamento das informações, tornando os trabalhos mais ágeis e confiáveis. Para tanto, como metodologia realizou-se o processamento da imagem de satélite pelo aplicativo SIG ArcGIS, que consistiu na reprojeção

das imagens, conversão radiométrica, e composição, logo após executou-se a classificação não supervisionada do tipo Ioseg no software Spring 5.2.3, utilizando como base para a classificação o algoritmo de segmentação. Como resultados, foram mapeados dez tipos de uso e cobertura das terras e identificados através da imagem orbital e posteriormente observando a paisagem em campo. A identificação em visitas de campo foram imprescindíveis devido às feições existentes, os quais evitam equívocos que a imagem pode causar na identificação por conta da resolução espacial, e também por propiciar conhecimento *in loco* do arranjo espacial da área de estudo. Os resultados indicam que mais de 95% da área de estudo tem cobertura vegetal nativa, indicando elevado índice de preservação.

Palavras-chave: Uso e Cobertura de Terras. Geoprocessamento. Sensoriamento Remoto. Serra dos Matões.

ABSTRACT

*The mapping of land usage and land covering is a tool for facilitating the need for sustainability assurance, in face of the environmental, social and economic issues. In order to carry out this mapping, the use of geoprocessing tools was necessary, these tools facilitate data collection and processing of information, making the whole work more agile and reliable. The main objective of this research is to map the land usage and land covering present in Serra dos Matões and its neighboring towns through spatial analysis. In addition to that, this research aims to identify which kind of activities are incompatible to sustainable development. Serra dos Matões is a mountainous area is located in Pedro II – PI. Therefore, this work's methodology was applied as it follows: satellite images were processed via SIG ArcGIS, an app which could redesign the images, make radiometric conversions and compositions. Then, an Ioseg type unsupervised classification was executed inside the Spring 5.2.3 software, based on the segmentation algorithm. As a result, ten types of land usage and land covering were mapped and identified via orbital imaging, along with further observations of the landscape. The recognition of lands during the field visits was decisive given the aspects found in these sites, those which avoid mistakes on the identification of images caused by spatial resolution. In addition to that, it provides *in loco* expertise on the spatial arrangement of the observed field. Results show that over 95% of the observed area has native vegetal coverage, which indicates a high level of preservation.*

Keywords: Land Use and Land Cover. Geoprocessing. Remote Sensing. Serra dos Matões

INTRODUÇÃO

A natureza vem sofrendo mudanças pelo homem, onde para alcançar seu desenvolvimento utiliza de recursos adquiridos no ambiente para transformar em bens de consumo. As inovações tecnológicas e a urbanização trazem consigo não somente benefícios, mas também malefícios, pois o homem em busca desse desenvolvimento muitas vezes deixa à margem, o equilíbrio entre a retirada dos recursos que a natureza oferece e a capacidade que ela tem de se recompor.

Para que isso não ocorra é necessário um gerenciamento ambiental, envolvendo regulação do uso, controle, proteção e conservação dos recursos naturais evitando maiores prejuízos pela ação antrópica.

O levantamento de uso e cobertura das terras é uma ferramenta para viabilizar a necessidade de garantia de sustentabilidade, perante as questões ambientais, sociais e econômicas. Desta forma, esta técnica indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre, envolvendo pesquisas de campo e de escritório, ligadas a interpretação, análises e registro de observações da paisagem, direcionadas aos tipos de uso e cobertura da terra (IBGE, 2006).

Os estudos de uso e cobertura das terras são ferramentas importantes de planejamento e orientação à tomada de decisões que podem dar suporte às várias análises como avaliações de impactos ambientais, desmatamento, crescimento urbano, entre outros. E o mau uso das terras, sem qualquer planejamento, ocasiona grandes degradações ambientais, principalmente por meio da agricultura e urbanização em locais de preservação ambiental devido ao seu maior grau de vulnerabilidade, como é o caso da Serra dos Matões, sobretudo nas áreas de declives mais acentuados, margens de riachos e entorno de nascentes.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região de estudo se apresenta do tipo Aw – clima tropical chuvoso (BRASIL, 1976), caracterizado como quente e úmido com chuvas de verão e outono. Com amplitude térmica em torno dos 5°C, apresenta características de

temperaturas médias elevadas durante todo o ano. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de outubro a dezembro, e as mais baixas de março a abril, no qual se encontra o período chuvoso da região. A pluviosidade média anual é de 1.043 mm, as chuvas são bastante irregulares e mal distribuídas, com fases úmidas e secas (GOMES, 2011).

Segundo Aguiar (2004), a área em destaque, Serra dos Matões, é constituída de rochas sedimentares, pertencentes à bacia sedimentar do Parnaíba, onde se destacam as litologias integrantes das formações Pimenteiras, Cabeças e Longá; e na base do pacote, o Grupo Serra Grande. Ocorrem ainda intrusões ígneas básicas da formação Sardinha.

A área de estudo está localizada na Chapada da Ibiapaba, e desta forma considera-se as características desse tipo de relevo. A chapada da Ibiapaba, para Ferreira e Dantas (2010), está erguida em altitudes superiores a 400 metros, atingindo níveis altimétricos entre 800 e 900 metros no ponto mais alto do Platô e divide-se em três unidades planálticas: Planalto da Ibiapaba, Planalto de Pedro II e o Planalto de Inhumas.

São vistos na área de estudo, conforme observado no levantamento exploratório da Embrapa (1986) e taxonomia atualizada (EMBRAPA, 2018), solos Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos. Na região têm-se ainda solos do tipo Plintossolos Háplicos de textura média (GOMES, 2011). Os solos Argissolos Vermelho-Amarelos, plínticos e não plínticos ocorrem nas transições caatinga/cerrado caducifólio, mata ciliar de carnaúba e caatinga de várzea. Prevalece na área de estudo Neossolos Quartzarênicos que são arenosos e essencialmente quartzosos, profundos, drenados, pobres em minerais primários, de baixa fertilidade, com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólio/floresta sub-caducifólia e/ou carrasco (AGUIAR, 2004). Já os Latossolos de acordo com a EMBRAPA (2018) são compostos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, com matiz 7,5YR ou

mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

Gomes (2011) afirma que no município em estudo são encontradas zonas ecotonais onde predominam os biomas Caatinga e Carrasco, além de áreas de transição para o Cerrado. A caatinga é denominada tipologias vegetais campestres, em geral, com estrato lenhoso decidual e espinhoso. O cerrado é conceituado pelo IBGE (2012) como uma vegetação xeromorfa, que ocorre sob distintos tipos de clima. Cobrindo solos lixiviados aluminizados, apresentando sinúsias de hemicriptófitos, geófitos, caméfitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte, com ocorrência em toda a Zona Neotropical e, prioritariamente, no Brasil Central.

Para Pires, Santos e Del Prette (2002, p. 17) o conceito de bacia hidrográfica na perspectiva de um estudo hidrológico é “o conjunto de terras drenados por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes”. E afirmam ainda que para um planejador focado na conservação dos recursos naturais, é preciso ampliar esse conceito, envolvendo além do aspecto hidrológico, o conhecimento de da estrutura física da bacia, assim como as mudanças nos padrões de uso da terra e suas consequências ambientais.

Conforme Aguiar (2004), o Piauí está representado pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba, a mais extensa dentre as vertentes do nordeste, ocupando uma área de 330.285 km², o que equivale a 3,9% do território nacional, havendo 1.400 km de extensão. Formam a drenagem da área de estudo os rios Corrente, Matos, Caldeirão, Piracuruca, Capivara e Parafuso. A maioria de suas nascentes localiza-se na Serra dos Matões, o que traz maior atenção às suas condições de preservação.

O levantamento do uso e cobertura das terras é de suma importância, na medida em que o uso desordenado da terra causa efeitos de deterioração ambiental. Os processos de desmatamento, queimadas, erosão, inundações, assoreamentos de reservatórios e cursos d'água são consequências do uso

indevido da terra. Auxilia também na avaliação da capacidade e de suporte ambiental, diante dos diferentes manejos empregados na produção, contribuindo assim para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento (IBGE, 2006).

Desta forma, o estudo de uso e cobertura das terras trará uma base concreta de informações sobre a situação atual da área, dando suporte para planejar e organizar o espaço, visando à elaboração e implantação de programas e políticas que recuperem e preservem toda a região. Assim, o objetivo da pesquisa é realizar o levantamento da dinâmica do uso e cobertura das terras na Serra dos Matões, em Pedro II, Piauí e municípios vizinhos através da análise espacial e assim identificar quais práticas são incompatíveis para o desenvolvimento sustentável.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo pertence à mesorregião norte do estado do Piauí, território de desenvolvimento Cocais, localizado nas folhas Piripiri (SB.24-V-A-I), Pedro II (SB.24-V-A-II), Conceição (SB.24-V-A-IV) e Macambira (SB.24-V-A-V) da Carta Internacional ao Milionésimo (IBGE, 2010), no qual a maior parte da área pertence ao município de Pedro II. Sua sede tem as coordenadas geográficas de 04°25'29" de latitude sul e 41°27'31" de longitude oeste de Greenwich e dista cerca de 206 km de Teresina, como mostra a Figura 1.

O recorte da área de estudo foi definido a partir da localização das nascentes, ou seja, foi escolhido de forma que abrangesse as nascentes dos rios que definem a rede hidrográfica da região.

Para a confecção dos mapas de uso e cobertura das terras foram utilizadas as imagens do satélite Landsat 5 com resolução espacial de 30 metros, com sensor TM, datadas de 03/09/1993. E imagens Landsat 8 com resolução espacial de 30 metros, com sensor Operacional Terra Imager (OLI), datada de 26/09/2013. Para se chegar a ponto de classificá-las foram realizados alguns procedimentos que serão descritos a seguir.

RasterProcessing – CompositeBands. Foram utilizadas na composição as Bandas 6, 5 e 4.

Depois de corrigido o sistema de referência e feito às devidas correções na imagem, no software SPRING (1996), foi feita a segmentação, que representa, geralmente, o primeiro passo a preparar as imagens de satélite para uma futura classificação temática, passo este que pode determinar o eventual sucesso ou fracasso de uma análise. Para Santos, Peluzio e Saito (2010, p. 39) “o ato de segmentar uma imagem consiste em agrupar pixels com características similares em termos tonais e texturais, formando regiões homogêneas”. Como parâmetros para a segmentação utilizou-se similaridade 5 e limiar (pixel) 3.

O método de classificação de imagens utilizado foi a não supervisionada do tipo Iseseg. A classificação não supervisionada não exige informação prévia sobre as classes de interesse. Ela analisa os dados e os divide nos agrupamentos espectrais naturais predominantes contidos na imagem. “O analista então identifica esses agrupamentos como classes de cobertura do solo, por meio de uma combinação de sua familiaridade com a região estudada e visitas para levantamento de verdade de campo” (SANTOS; PELUZIO; SAITO, 2010, p. 99).

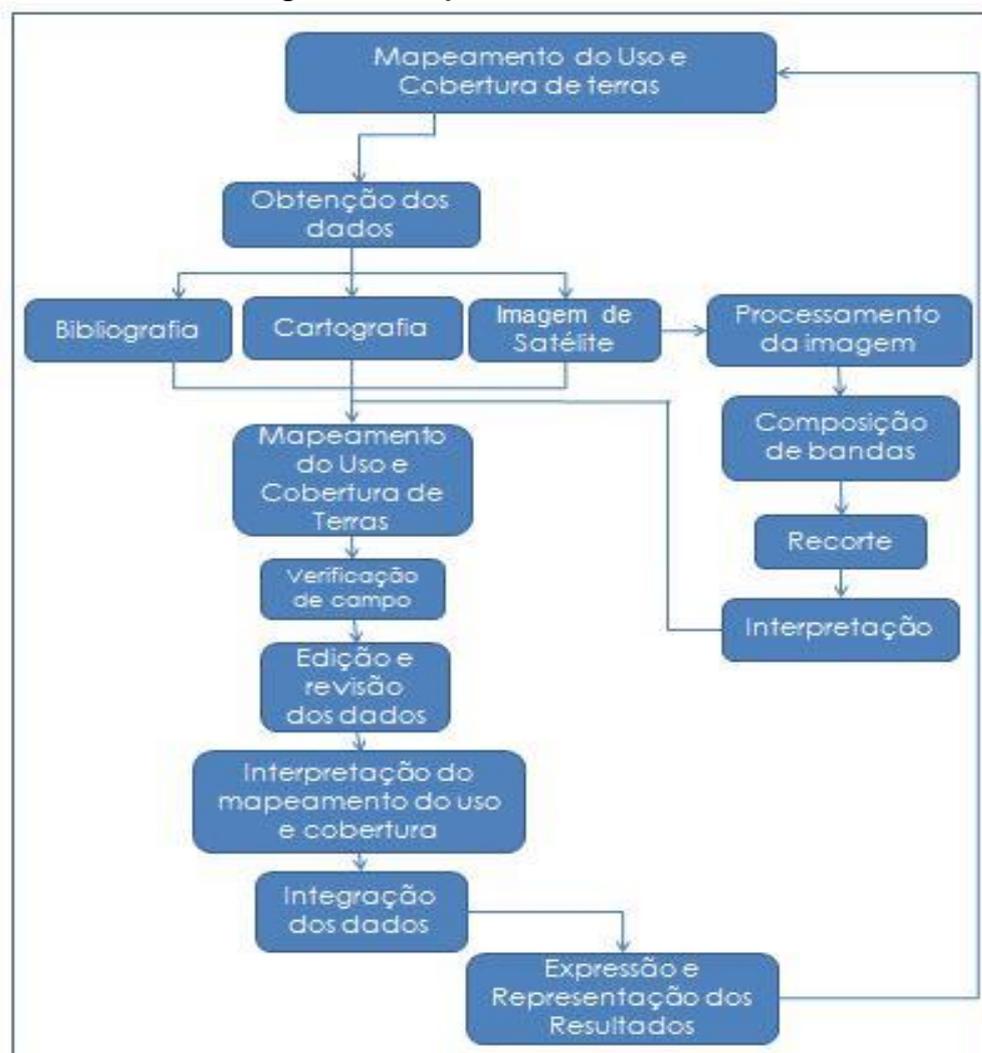
Todo o levantamento foi baseado no “Manual Técnico de Uso e Cobertura de Terras”, elaborado pelo IBGE, do ano de 2013. As legendas foram definidas também com base no manual em conjunto com os tipos identificados na visita de campo.

Na etapa final os mapas em formato vetorial das duas datas foram sobrepostos e definida a legenda da dinâmica de uso e cobertura das terras.

Após todo o trabalho de processamento digital da imagem, seguido do procedimento de classificação não supervisionado, visita de campo e correção, através dos mapas e tabelas com as áreas de cada feição calculada, com auxílio do software ArcGIS, realizou-se a comparação entre as duas datas escolhidas para serem trabalhadas. A Figura 2 mostra o resumo

das etapas do levantamento.

Figura 2 – Etapas do levantamento



Fonte: Pesquisa direta (2016).

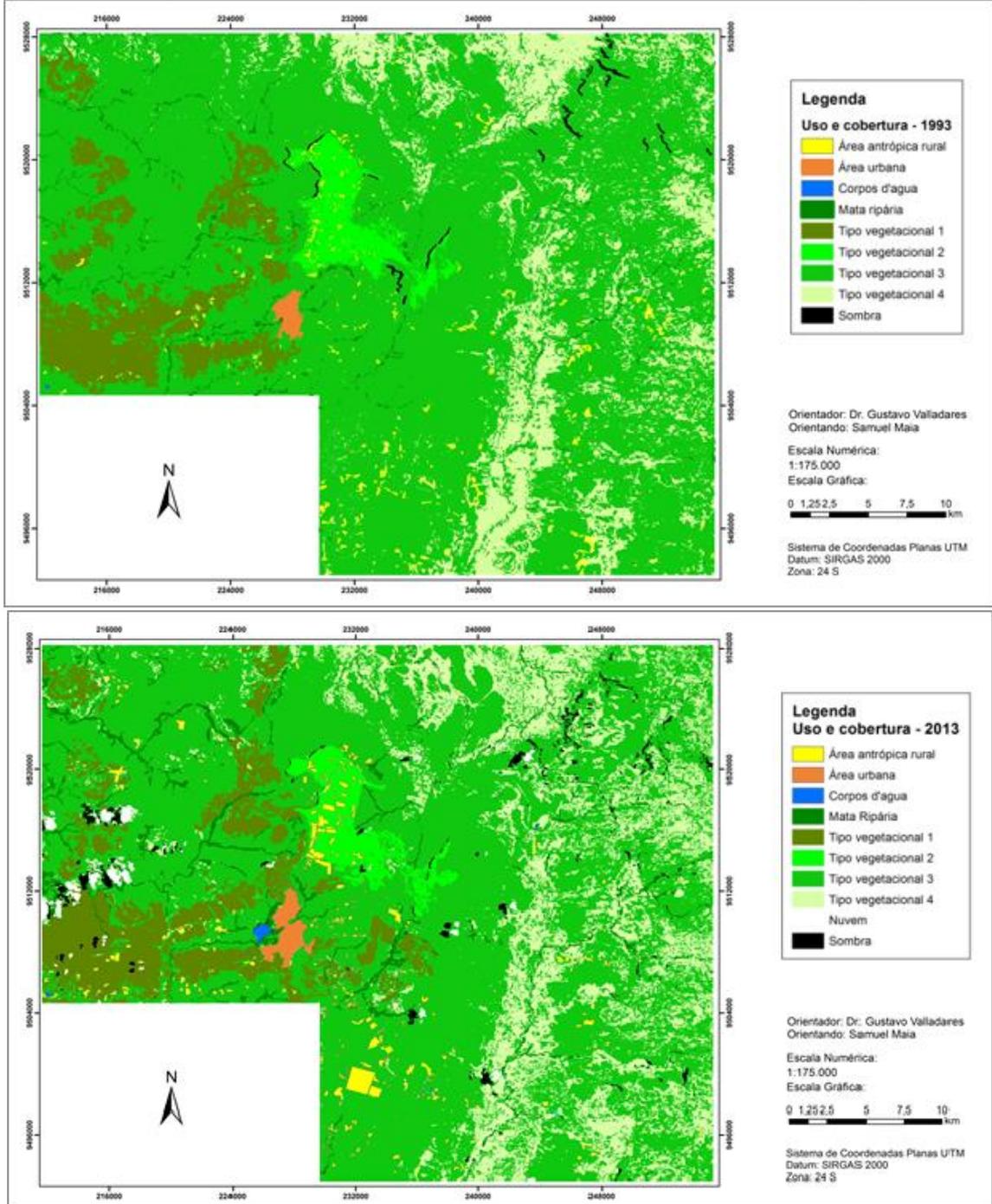
Cada etapa do levantamento foi seguida criteriosamente para tornar a pesquisa mais fiel e realista possível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento do uso e cobertura das Terras indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre (IBGE, 2013). A análise do uso e cobertura das terras através da imagem do satélite Landsat5 permitiu identificar 09

classes de uso e cobertura das terras, adaptado a partir da classificação do IBGE (2013), tendo sido identificadas as seguintes classes: Área urbana, Área antrópica rural, Corpos d'água, Mata ripária, Tipo vegetacional 1, Tipo vegetacional 2, Tipo vegetacional 3, Tipo vegetacional 4, Sombra (Figura 3).

Figura 3 – Mapas de Uso e Cobertura das Terras na Serra dos Matões (1993-2013)



Fonte: IBGE, 2010. Organização e Geoprocessamento: Samuel Maia (2016).

Inicialmente, foram levados em consideração os padrões gerados pelo algoritmo utilizado no software Spring, depois pela observação do pesquisador quanto aos padrões existentes na imagem, como vegetação, água, área urbana, etc., pela experiência pessoal, e posteriormente através da visita de campo, portando mapas temáticos da área de estudo para facilitar a observação e gerar relatórios e dados, para se ter resultados mais satisfatórios aos que foram obtidos em gabinete.

A área urbana corresponde à cidade, onde se encontra a sede municipal e concentração de edificações do município de Pedro II. Ocupa 4,4711 km², o que equivale a 0,33% da área de estudo. A Figura 4 representa o padrão de área urbana de Pedro II, onde à esquerda vê-se o local na imagem de satélite indicado pela seta, e à direita, a foto da cidade vista de cima.

Figura 4 – Padrão de área urbana



Fonte: Lansat8 (2013); TV Cidade Verde (2015). Disponível em: <http://cidadeverde.com/videos/7089/tv-sobre-voa-cidade-de-pedro-ii-durante-festival-de-inverno>. Acesso em: 14. abr. 2016.

A área antrópica rural abrange as áreas que se têm atividades agropecuárias, bem como suas instalações, habitações e edificações, ou seja, a ação humana no meio rural, ocupando uma área de 21,6169 km², o que equivale a 1,63%. A Figura 5 representa o padrão identificado pela imagem de satélite à esquerda e, à direita pela foto capturada em campo.

Figura 5 – Padrão de Área antrópica rural



Fonte: Lansat8 (2013); O autor (2015).

A classe mata ripária, que se localiza às margens de rios, riachos e lagos, se observa espécies arbóreas da família das palmáceas como Babaçu, Carnaúba, Macaúba e Tucum, entre outras espécies de outras famílias. Recobre 28,4403 km² e 2,15% da área de estudo. Na Figura 6 vê-se o padrão de mata ripária identificado pela imagem de satélite à esquerda e, à direita a fotografia do local.

Figura 6 – Padrão de Mata ripária



Fonte: Lansat8 (2013); O autor (2015).

O tipo vegetacional 1, apresenta elementos arbóreos arbustivos de transição entre os biomas cerrado e caatinga, compreende 76,1733 km²,

5,76% do total da área. Pode-se ver o padrão representado pela Figura 7 do mesmo local à esquerda pela imagem orbital e à direita pela fotografia.

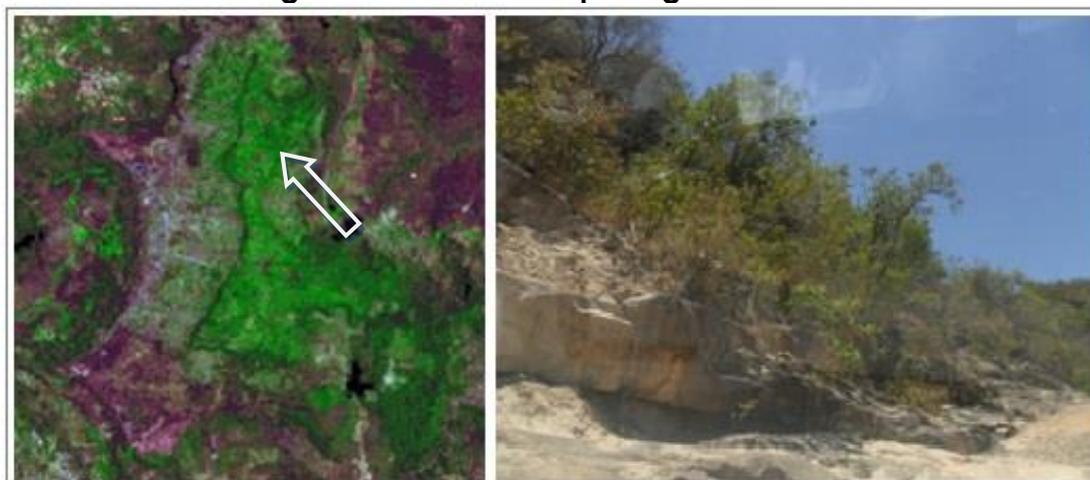
Figura 7 – Padrão de Tipo vegetacional 1



Fonte: Lansat8 (2013); O autor (2015).

O Tipo vegetacional 2, com 36,249 km², tem predominância de elementos arbóreos do bioma cerrado, equivalente a 2,76%. Encontra-se nas maiores altitudes, consequentemente maior umidade, como mostra a Figura 8 representando o tipo vegetacional identificado à esquerda na imagem Landsat8 e à direita na fotografia do local.

Figura 8 – Padrão de Tipo vegetacional 2



Fonte: Lansat8 (2013); O autor (2015).

O tipo vegetacional 3 contém a maior área dentre as classes

identificadas, 912,8657 km² de área, compreendendo 69,01%, onde tem predominância de componentes do bioma caatinga (Figura 9). À esquerda da figura indicado pela seta se vê o local na imagem de satélite e à direita a fotografia do local.

Figura 9 – Padrão de Tipo vegetacional 3



Fonte: Lansat8 (2013); O autor, (2015).

O Tipo vegetacional 4 tem as características da caatinga propriamente dita em processo de caducifolia, com 239,9683 km², resultando em 18,15% da área. Localizando-se nas menores altitudes da região, apresenta solo arenoso e com aspecto esbranquiçado, a vegetação de carnaúba é predominante nesta área e de forma bastante espaçada, tornando o solo exposto ou com cobertura rala, o que dificulta a identificação da feição. Na Figura 10 se vê o padrão representado à esquerda pela imagem de satélite e à direita a fotografia capturada em visita de campo.

Figura 10 – Padrão de Tipo vegetacional 4



Fonte: Lansat8 (2013); O autor (2015).

Corpos d'água tiveram a menor área, 0,1712 km², 0,01%, porém a área de estudo é banhada por várias nascentes e riachos que alimentam as bacias dos rios Corrente, Matos, Caldeirão, Piracuruca, Capivara e Parafuso. A Figura 11 à esquerda indicado pela seta é um corpo d'água na imagem de satélite e à direita a fotografia do mesmo local.

Figura 11 – Padrão de Corpos d'água



Fonte: Lansat8 (2013); Gomes (2015).

A classe sombra obteve 2,6943 km², o que corresponde a 0,2% do total da área de estudo. A Tabela 1 mostra os dados numéricos do levantamento

do uso e cobertura da área em estudo.

Tabela 1 – Variação do uso e cobertura de terras entre 1993 e 2013

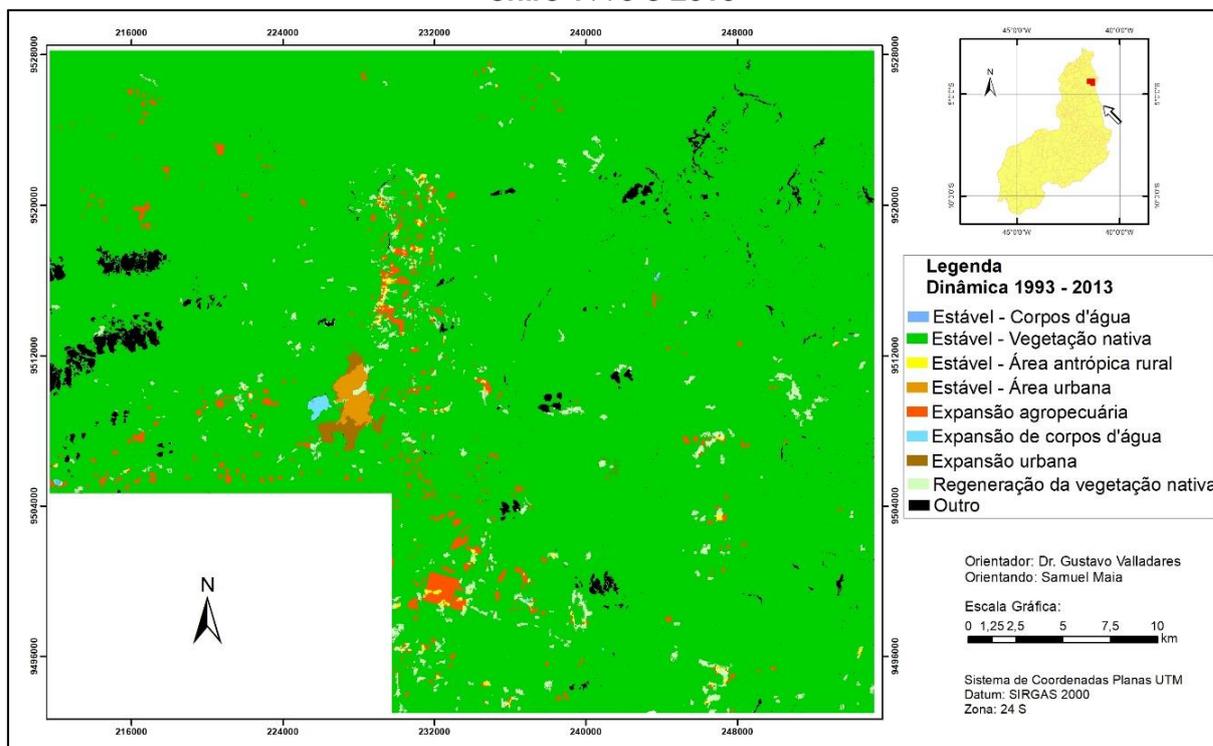
Classes	1993		2013	
	Km ²	%	Km ²	%
Área urbana	4,4711	0,33	7,6796	0,6
Área antrópica rural	21,6169	1,63	21,6329	1,63
Corpos d'água	0,1712	0,01	1,1246	0,08
Mata Ripária	28,4403	2,15	33,2542	2,51
Tipo vegetacional 1	76,1733	5,76	113,4371	8,56
Tipo vegetacional 2	36,249	2,76	31,5224	2,4
Tipo vegetacional 3	912,8657	69,01	890,987	67,29
Tipo vegetacional 4	239,9683	18,15	204,992	15,48
Nuvem	0	0	8,3772	0,63
Sombra	2,6943	0,2	10,9741	0,82

Fonte: Dados trabalhados pelo autor (2016).

Importante ressaltar que as sombras presentes na imagem apresentaram por conta do relevo com declividade bem acentuada. Vale destacar também que na imagem classificada no ano de 1993 não foram identificadas nuvens.

A Figura 12 apresenta a dinâmica espacial do uso e cobertura das terras entre os anos de 1993 e 2013. Não foi observada alteração em 95,27% da área de estudo. A vegetação nativa é predominante nessa área, foi preservada em 94,77% da área de estudo, pois essa é a área de vegetação nativa em percentual que não sofreu alteração entre 1993 e 2013. E a regeneração da vegetação nativa foi de 1,47%. Portanto 96,24% da área de estudo tem cobertura vegetal nativa, obviamente com alguns usos como pastagem nativa e extração vegetal, atividades econômicas comuns na região.

Figura 12 – Mapa de Dinâmica do Uso e Cobertura das Terras na Serra dos Matões entre 1993 e 2013



Fonte: IBGE, 2010. Organização e Geoprocessamento: Gustavo Valladares e Samuel Maia (2020).

A expansão da agricultura ocorreu em 1,45% da área de estudo, a expansão urbana em 0,28%, e o represamento das águas, gerando expansão dos corpos d'água em 0,08%. Outras classes como nuvens e sombras ocuparam 1,47%. Esses resultados demonstram que a região não vem sofrendo intensa pressão de uso.

CONCLUSÃO

Foram identificados na classificação da imagem dez tipos de uso predominantes, primeiramente através da imagem orbital, posteriormente observando a paisagem em campo. Aliás, é importante frisar que o campo é indispensável para esse tipo de análise, pois auxilia na identificação das feições existentes, evitando equívocos que a imagem pode causar na identificação por conta da resolução espacial, e também por propiciar conhecimento *in loco* do arranjo espacial da área de estudo.

As classes identificadas com maior expressividade foram as de vegetação, mostrando-se uma área com boa cobertura vegetal. A classe que apresentou menor quantidade de área foi a corpos d'água, o que não representa bem a realidade, pois é uma área repleta de nascentes e riachos, distribuídos ao redor da Serra dos Matões, que não é perceptível através da imagem orbital. Assim, ressalta-se a importância da preservação da área em manter essas fontes de recursos hídricos em abundância.

Ao realizar a análise da dinâmica da paisagem entre os anos de 1993 e 2013, inferiu-se que nas classes de Área urbana e Corpos d'água houveram crescimento bastante perceptível por conta do aumento populacional, e conseqüentemente a necessidade, no caso da classe Corpos d'água, de represamento água para abastecimento populacional. A área antrópica rural teve um crescimento não tão expressivo, porém é importante estar atento para que não seja de forma irresponsável e em áreas que sejam mais susceptíveis a erosão.

As classes Mata ripária e Tipo vegetacional 1, também tiveram crescimento, o que é positivo, levando a concluir que não estão sofrendo processos intensos de degradação, e sim sendo preservadas.

Portanto, apesar da interferência do ser humano na área em estudo, que remete ao uso do solo e alteração do meio ambiente causando degradação da vegetação nativa, é notório que grande parte dessa vegetação ainda se mantém preservada, principalmente nas proximidades das áreas mais vulneráveis como as margens dos rios, nascentes e as áreas de maior declividade.

Por fim, baseado nos estudos e técnicas aplicadas, verifica-se que os resultados obtidos servem de referência para novas pesquisas, tais como diagnósticos de fragilidade ambiental, estudos para prevenção a incêndios florestais através de imagens orbitais, análises geomorfológicas, entre muitas outras pesquisas que entenderão a dinâmica espacial do lugar e poderão subsidiar projetos para preservação e conservação ambiental.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. de (org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Pedro II**. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Classificação climática de Wladimir Köppen**. Rio de Janeiro, 1976.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M; FREITAS, U. M, GARRIDO, J. *Computers & Graphics*, 20. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. n.3, p. 395-403, May.-Jun. 1996.

EMBRAPA. **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Escala: 1:1.000.000**. Embrapa 1986. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pi>. Acesso em: 09. Abr. 2015.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2018.

FERREIRA, R. V.; DANTAS, M. E. Relevo. In: PFALTZGRAFF, P. A. dos S. (org.) **Geodiversidade do Estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010.

GOMES, D. B. de O. **Mineração, Turismo e Ambiente em Pedro II, Piauí**. Orientadora: Ana Tereza Cáceres Cortez. 2011. 281 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. 2011.

IBGE. **Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao Milionésimo (BCIM)**. Versão 3. Volume II. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: http://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao2010/informacoes_tecnicas/bcim_v3.04_doctecnica_md_vol_ii_anexos.pdf. Acesso em: 15 mai. 2015.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Sistema Fitogeográfico, Inventário das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos. 2. ed., 2012. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf. Acesso em: 10 abr. 2015.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed., 2006. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf. Acesso em: 04 jul. 2013.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., 2013. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf. Acesso em: 04 ago. 2014.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos; DEL PRETTE, M. E. A Utilização de Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A.. CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

SANTOS, A. R. dos; PELUZIO, T. M. de O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: aplicações práticas**. Alegre, Espírito Santo: CAUFES, 2010.