
Avaliação da cobertura e uso da terra da sub-bacia do Riacho do Ipiranga, Presidente Tancredo Neves-BA

Assessment of land cover and use in the Riacho do Ipiranga sub-basin, Presidente Tancredo Neves-BA

Evaluación de cobertura y uso del suelo en la subcuenca del Riacho do Ipiranga, Presidente Tancredo Neves-BA

Daiana de Andrade Matos¹ <https://orcid.org/0000-0002-2189-4512>

¹Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil, daiana.geo@outlook.com

Recebido em: 28/02/2025

Aceito para publicação em: 28/05/2025

Resumo

O objetivo deste artigo é avaliar a cobertura e o uso da terra na Sub-bacia hidrográfica do Riacho do Ipiranga, localizada na zona rural do município de Presidente Tancredo Neves, localizado na região leste do Estado da Bahia. O mapa que embasa a análise foi criado a partir de composições coloridas de imagens do satélite RapidEye com resolução espacial de 5 m, obtidas em 2011. Foram utilizadas técnicas de segmentação automática e classificação visual. Os resultados mostraram que 52,64% da área mapeada são terras antropizadas. A vegetação florestal e arbustiva cobre 38,33% enquanto o afloramento cobre apenas 0,49%. As áreas não classificadas representam 8,53%. As atividades desenvolvidas na bacia de subdrenagem vêm causando impactos ambientais devido ao uso irregular do solo, necessitando de intervenção.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, processamento de imagens, bacia hidrográfica.

Abstract

The aim of this paper is to evaluate the land cover and land use of sub-drainage basin of Ipiranga stream located at rural area of Presidente Tancredo Neves municipality located on eastern region of Bahia State. The map that supports the analysis was created from color composites of RapidEye satellite imagery with spatial resolution of 5 m, obtained in 2011. It was used automatic segmentation and visual classification techniques. The results showed that 52.64% of the mapped area are anthropized. The forest and shrub vegetation cover 38.33% while the outcrop covers only 0.49%. The non-classified areas represent 8.53%. The activities developed in the sub-drainage basin have been causing environmental impacts due to irregular land use, necessitating intervention.

Keywords: Remote sensing, image processing, hydrographic.

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar la cobertura y uso del suelo de la cuenca subdrenaje del arroyo Ipiranga ubicada en zona rural del municipio Presidente Tancredo Neves ubicado en la región oriental del estado de Bahía. El mapa que sustenta el análisis fue creado a partir de composiciones en color de imágenes satelitales RapidEye con resolución espacial de 5 m, obtenidas en 2011. Se utilizaron técnicas de segmentación automática y clasificación visual. Los resultados mostraron que el 52,64% del área cartografiada se encuentra antropizada. La vegetación forestal y arbustiva cubre el 38,33% mientras que el afloramiento cubre sólo el 0,49%. Las zonas no clasificadas representan el 8,53%. Las actividades desarrolladas en la cuenca subdrenaje vienen generando impactos ambientales por el uso irregular del suelo, siendo necesaria su intervención.

Palabras clave: Teledetección, procesamiento de imágenes, hidrografía.

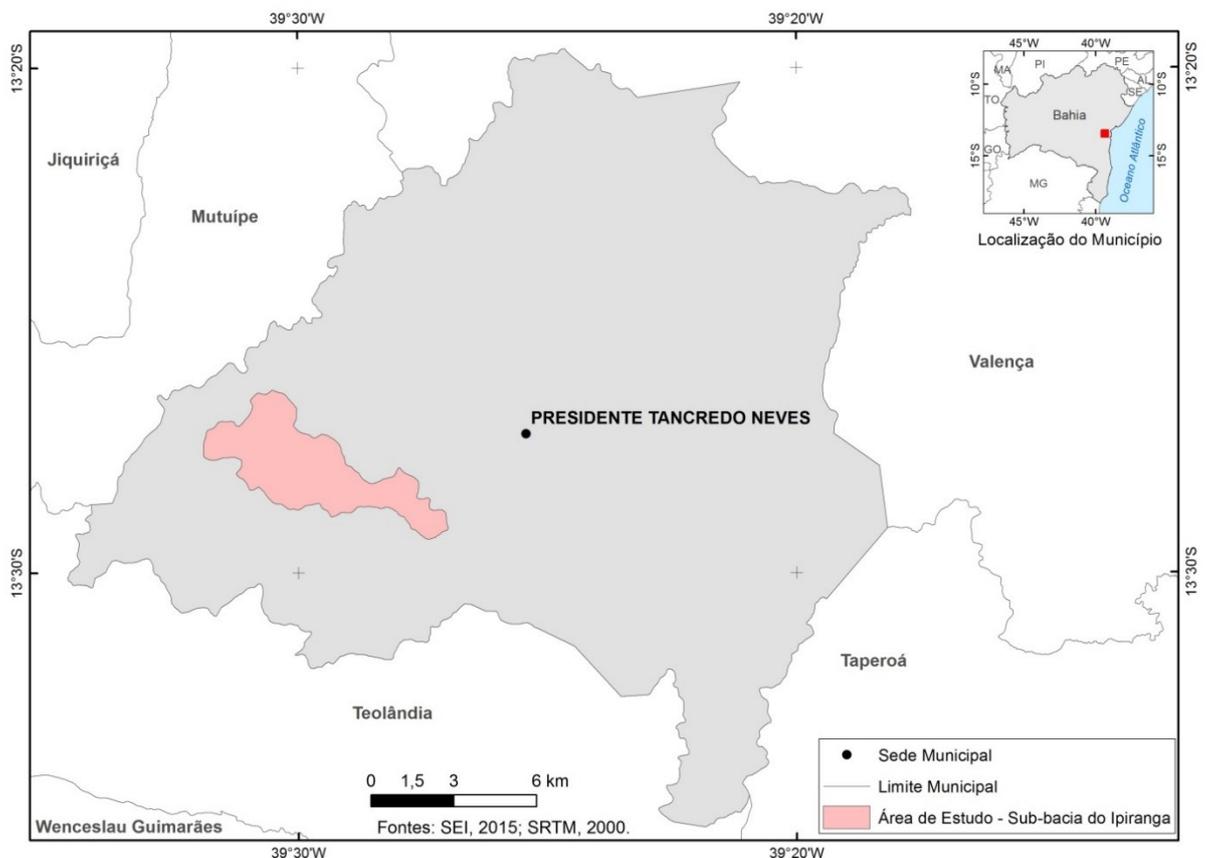
Introdução

A análise de imagens obtidas por Sensoriamento Remoto permite identificar elementos antrópicos e naturais, nelas, geometricamente representados. Estes elementos podem ser sintetizados em mapas que indicam a distribuição espacial das tipologias de cobertura e uso da terra. Conforme Rosa (1996, p. 99): “o Sensoriamento Remoto possibilita a obtenção destes dados de forma rápida, confiável e repetitiva, em diferentes faixas espectrais e escalas, e os SIG’s permitem a ligação dessas informações com outros tipos de produtos, tornando estas duas tecnologias complementares”.

As informações referentes a cobertura e uso da terra podem ser relacionadas a outras gamas de informações da área estudada- geologia, relevo, solo, hidrografia, dados demográficos e econômicos, entre outros- o que possibilita a realização de um estudo que considere as aptidões naturais e culturais de cada região e que pode antecipar possíveis desequilíbrios, decorrentes das atividades antrópicas, que poderiam ser evitados. Nesse sentido, o estudo da cobertura e uso da terra, se configura como uma ferramenta que auxilia no ordenamento territorial e gestão ambiental.

O objetivo deste artigo é conhecer e analisar a cobertura e uso da terra na sub-Bacia Hidrográfica do Riacho do Ipiranga localizada no município de Presidente Tancredo Neves, BA (Mapa 1), a partir de composições coloridas de imagens do satélite RapidEye, obtidas em 2011, utilizando a segmentação automática e classificação visual da imagem.

Mapa 1- Localização da Sub-Bacia do Riacho do Ipiranga.



Fonte: Matos (2017).

Caracterização da área de estudo

A sub-bacia do Riacho do Ipiranga localiza-se na região rural do município de Presidente Tancredo Neves, Bahia, nas coordenadas: UTM (Universal Transversa de Mercator) 441884 L/ 45200011 N. Ocupa uma área de, aproximadamente, 39,5 km². Esta rede de drenagem contribui diretamente para o abastecimento de 54% da população do município de Presidente Tancredo Neves, BA, além dos usuários locais

e comunidade ribeirinha, que não são quantificados (Embasa, 2015). O Riacho do Ipiranga é o principal curso d'água da Sub-bacia.

O Riacho do Ipiranga é um dos afluentes do Rio Piau, que, por sua vez, é tributário do Rio do Braço, afluente do Rio Una. Estes corpos hídricos fazem parte da Bacia do Rio Una, situada na Bacia Hidrográfica Recôncavo Sul, IX Região de Planejamento e Gestão das Águas, de modo que esta RPGA está inserida num contexto maior, a Região Hidrográfica do Atlântico Leste.

Segundo Radambrasil (1981), em termos geológicos, a região faz parte do Complexo Jequié. A altitude máxima, na área da bacia, é de 730 m e a mínima de 179 m, apresentando um relevo bastante movimentado, o que restringe a ocupação para fins urbanos e para o desenvolvimento de uma série de atividades produtivas. Segundo IBGE (2004), na área estudada, predomina a presença de latossolos profundos, com solos argilosos e muito argilosos de baixa fertilidade. O clima é tropical úmido caracterizado como B4rA' de acordo com a classificação de Thornthwaite (1948), com precipitações pluviométricas elevadas de 1.140 mm/ano, temperaturas do ar elevadas (25,1C°).

Metodologia de trabalho

Os dados topográficos utilizados na delimitação da sub-bacia são provenientes do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução horizontal de 30 m. A imagem utilizada no trabalho foi obtida a partir site Global Data Explorer- NASA SRTM-1 ARCSEC. Com os dados do SRTM gerou-se: extração automática da rede de drenagem e delimitação da sub-bacia hidrográfica do Riacho do Ipiranga e, posteriormente, mapeou-se a declividade da área.

Para a realização da delimitação da sub-bacia utilizou-se o software de geoprocessamento ArcGIS 10.1, neste o processo subdividiu-se em seis etapas: preenchimento de depressões ("fill sinks"), definição das direções de fluxo ("flow direction"), determinação do fluxo acumulado ("flow accumulation"), extração de

drenagens (“conditional”), ligação de cruzamentos de fluxo (“stream link”) e, por fim, delimitação de bacias (“watershed”).

Para a extração das redes de drenagem converteu-se as imagens SRTM, em formato raster, para o formato GRID. Posteriormente eliminou-se as depressões oriundas do processo de conversão do MDE para GRID. Feito isso, gerou-se as direções de fluxo da drenagem, a partir do comando “flow direction” e estabeleceu-se as direção de fluxo para obter o fluxo acumulado. Com a ferramenta “conditional”- valor de fluxo acumulado maior que o limiar 100- gerou-se as drenagens.

O mapeamento de uso da terra da sub-bacia do Rio Ipiranga foi gerado a partir de processamentos, interpretação e classificação visual da composição colorida - Bandas 3(R), 2(G), 1(B) - de duas imagens do satélite RapidEye, únicas imagens gratuitas disponíveis nessa escala de análise.

Os recortes foram processados por meio da técnica de segmentação de imagens por crescimento de regiões, que consiste em dividir uma imagem em regiões ou segmentos compostos por conjuntos de pixels adjacentes que sejam, segundo um limiar de agregação preestabelecido, radiometricamente uniformes (Earthal et al., 1991). Para tal procedimento, utilizou-se o algoritmo Baatz & Shape, tendo em vista que este considera tanto atributos espectrais quanto morfológicos (INPE, 2000).

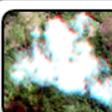
A segmentação foi realizada no aplicativo GeoDMA 02.2 que é um sistema de mineração de dados espaciais desenvolvido por Korting et al. (2008). Este sistema funciona como um plugin para o aplicativo TerraView (INPE, 2007), que manipula e visualiza dados armazenados em bancos de dados geográficos (Korting et al., 2009). Utilizou-se este aplicativo tendo em vista que as imagens do satélite RapidEye são considerados de média/alta resolução e, portanto, necessita de classificadores que atendam a estas características.

Após realizada a segmentação, gerou-se um mosaico com as composições coloridas das imagens e os segmentos correspondentes às classes de usos da terra

foram mapeados visualmente por meio da sobreposição. Para tanto, utilizou-se o software ArcGIS Free Trial. A escala de visualização na tela de computador foi de aproximadamente 1:35.000. Tal metodologia foi adaptada de Sano et al. (2007).

Conforme o IBGE (2006), cores, texturas, arranjos e formas são exemplos de características espectrais de feições observadas nas imagens que revelam os alvos imageados, permitindo a identificação de padrões essenciais na interpretação de imagens e a classificação do tipo de cobertura e de uso da terra. Nesse sentido, chaves de interpretação da imagem foram construídas para orientar na análise (Quadro 01).

Quadro 1- Chaves de interpretação de objetos e feições representadas nas imagens Rapideye

 <p>Área de mata: Cor verde escuro; Textura rugosa; Forma irregular.</p>	 <p>Pastagem de alto pisoteio: Cor verde claro Forma irregular. Textura ligeiramente rugosa- Pasto sujo.</p>
 <p>Capoeira: Cor verde Textura com pouca rugosidade Forma irregular.</p>	 <p>Solo exposto: Cor magenta ou, dependendo do tipo de solo, pode ser bem claro, tendendo ao branco. Localização junto a áreas agrícolas, preparadas para o cultivo, ou colhida recém-colhidas. Textura lisa. Forma regular.</p>
 <p>Área agrícola- Cultivos de ciclo longo: Cor verde escuro. Textura rugosa. Forma irregular.</p>	 <p>Corpos hídricos: Cor preta ou marrom Textura lisa Forma irregular, linear ou curvilínea.</p>
 <p>Área agrícola- Cultivo ciclo curto: Cor verde Textura lisa Forma regular/geométrica; Padrão de talhões;</p>	 <p>Afloramento rochoso: Cor marrom Textura rugosa Forma irregular</p>
 <p>Área agrícola- Solo preparado ou cultura colhida Cor magenta Textura lisa Forma regular/geométrica; padrão de talhões;</p>	 <p>Nuvem: Cor branca. Textura lisa Forma irregular</p>
 <p>Pastagem de baixo pisoteio: Cor verde Textura lisa- Pastagem plantada; Textura ligeiramente rugosa- Pasto sujo Forma irregular</p>	 <p>Sombra de nuvem Aparecem em tonalidades escuras Textura lisa Forma irregular</p>

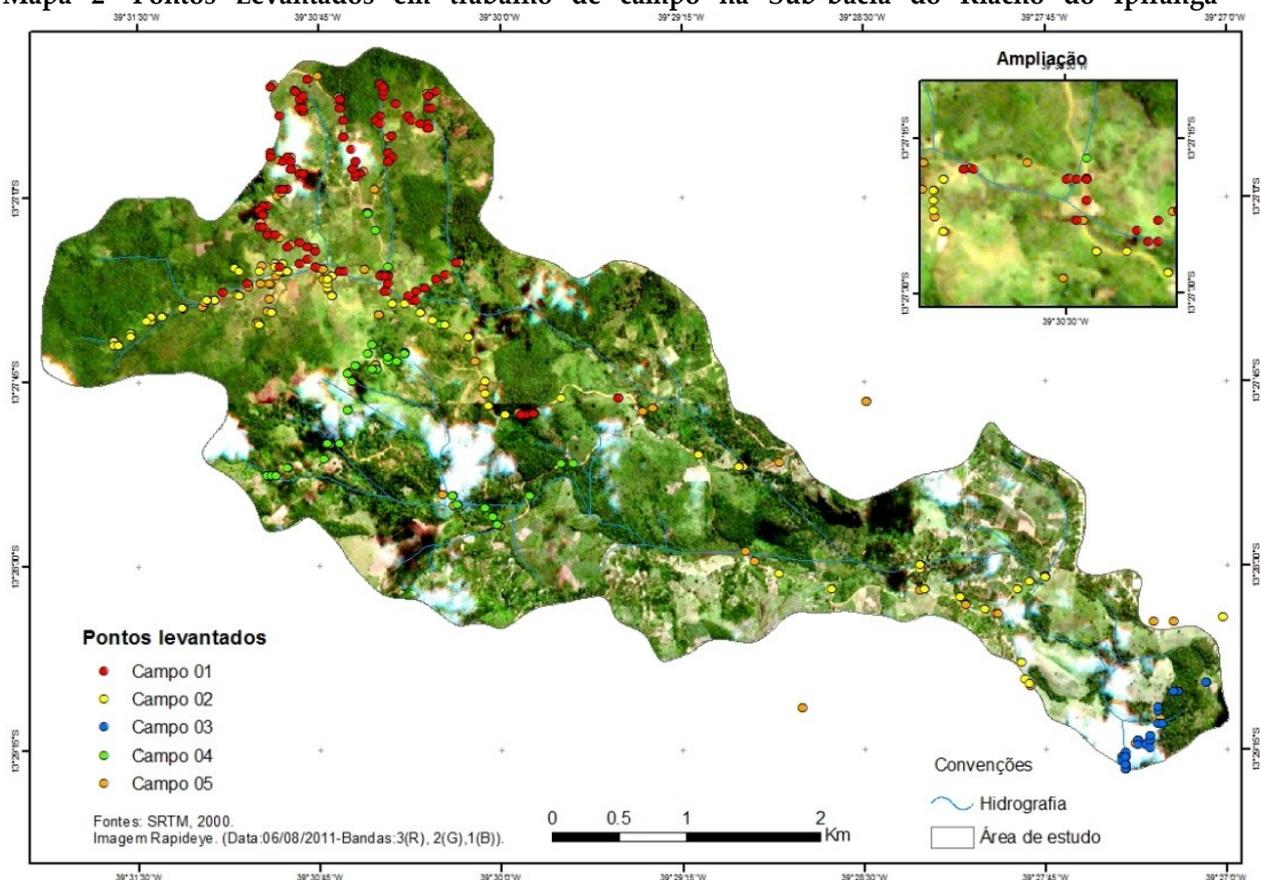
Fonte: Matos (2024).

As chaves incluíram as características tonais, texturais e geométricas das classes de uso da terra da área em estudo. Tomou-se como modelo para elaboração destas, o trabalho de Florenzano (2011). Em princípio, a imagem foi classificada em

12 classes, que correspondem às chaves de interpretação, estas, posteriormente, deram origem as sete classes de cobertura e uso da terra. As áreas que estavam encobertas por nuvem ou sombra de nuvem foram classificadas a partir do trabalho de campo, todas as demais classes, também foram validadas. A partir disso, gerou-se uma classificação de cobertura e uso da terra do ano de 2017.

As nomenclaturas das chaves foram criadas com base na proposta de Florenzano (2011) e trabalho desenvolvido por Ross (1984), sobre o grau de proteção do solo de acordo com os usos e cobertura e usos por silvicultura (Alves, 2024) Trabalhos de campo foram conduzidos para validar a interpretação de imagens e estimar o erro do mapeamento.

Mapa 2- Pontos Levantados em trabalho de campo na Sub-bacia do Riacho do Ipiranga



Fonte: Matos (2017).

Foram levantados 182 pontos com o GPS de navegação e capturadas 991 fotografias georreferenciadas (Mapa 02). As Edições e ajustes na classificação foram

realizados no ArcGIS Free Trial. Para a validação do mapeamento foram utilizados os pontos de observação obtidos no trabalho de campo.

Avaliação da Cobertura e uso da terra da sub-bacia do Riacho do Ipiranga, Presidente Tancredo Neves-Ba

O objetivo deste capítulo é conhecer e analisar a cobertura e uso da terra na sub-Bacia Hidrográfica do Riacho do Ipiranga, a partir de composições coloridas de imagens do satélite *RapidEye*, obtidas em 2011, utilizando a segmentação automática e classificação visual da imagem.

Os tipos de coberturas e usos classificados na Sub-Bacia do Riacho do Ipiranga foram:

- 1- Área Florestal - Constituída por floresta ombrófila densa e mata ciliar;
- 2- Capoeira - Vegetação secundária composta por gramíneas e arbustos esparsos. Floresta em regeneração.
- 3- Cultura permanente - Cultivos permanentes como o cacau e o cravo-da-índia;
- 4- Cultura temporária- Representado por cultivos de subsistência como o plantio da mandioca e banana-da-terra;
- 5- Pastagem- Corresponde a pastagens plantadas com cobertura de gramíneas;
- 6- Áreas descobertas- Estradas, áreas desmatadas, áreas agrícolas com solo preparado ou cultura colhida;
- 7- Afloramento rochoso- Rochas expostas na superfície.

Da área total da sub-bacia hidrográfica do Riacho do Ipiranga, 52,64% correspondem as terras artificializadas: áreas agrícolas, pastagens e áreas descobertas. As áreas de mata e capoeira representam 38,33%. Os afloramentos rochosos 0,5% (Tabela 1).

Tabela 1- Quantificação dos diferentes usos da terra na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Ipiranga, BA (2017)

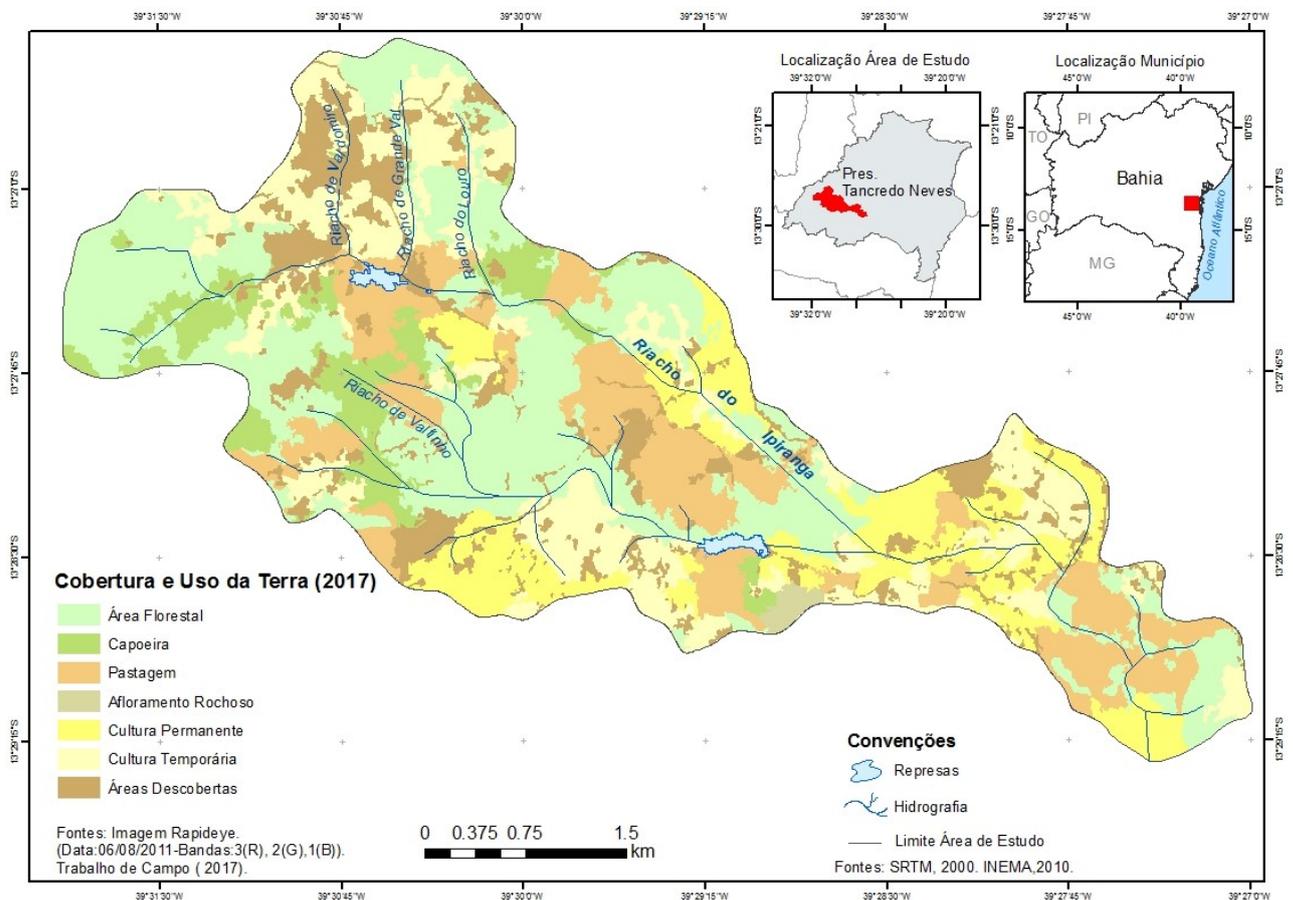
Tipos de uso	Área (há)	Área da sub-bacia %
Área Florestal	675	33,3%
Capoeira	102	5%
Cultura permanente	245	12.1%
Cultura temporária	354	17.5%
Pastagem	314	15.5%

Áreas descobertas	327	16.1%
Afloramento Rochoso	10	0,5%
Total	2.027	100%

Fonte: Matos (2024).

O Mapa 3 representa a espacialização do uso e ocupação da terra da sub-bacia do Riacho do Ipiranga para o ano de 2017. Cabe salientar que não realizou-se atualização dos dados, devido a falta de imagens em resolução compatível. Nesta, é possível identificar a distribuição dos tipos de uso classificados:

Mapa 3- Cobertura e uso da terra da sub-bacia do Riacho do Ipiranga



Fonte: Matos (2017).

As **áreas florestais** (Foto 1) representam 33,3% (675 ha) da área total da bacia. Originalmente, a sub-bacia hidrográfica do Rio Ipiranga era completamente coberta por uma vegetação latifoliada ombrófila densa, Mata Atlântica. A retirada da referida vegetação deu espaço as atividades agrícolas e pecuárias.

[Geopauta](#), Vitória da Conquista, V. 9, 2025, e16961

Este é um artigo de acesso aberto sob a licença Creative Commons da [CC BY](#)

Na área em estudo, os resquícios de vegetação densa, situam-se em maiores extensões na parte superior da sub-bacia, coincidindo, muitas vezes, com áreas que apresentam maiores altitudes e declividade: topos de morros e encostas.

Áreas de **capoeira** (Foto 1) correspondem a 5% (102 ha) da área total. Esta vegetação mais esparsa, margeia as áreas de vegetação mais densa. O uso rudimentar da área em estudo resulta em áreas desmatadas abandonadas, o que possibilita o surgimento de capoeiras e áreas com regeneração e o consequente surgimento de uma floresta secundária.

Foto 1- Área florestal e capoeira



Fonte: Trabalho de campo, 2017. Foto; Matos (set. 2017)

As **terras agrícolas** ocorrem em 29.5% da área total da sub-bacia, sendo que este total subdivide-se em: cultivo ciclo longo, cultivo ciclo curto, solo preparado ou cultura colhida. As áreas de **culturas permanentes** ocupam 12.1% das terras, onde se desenvolve, em sua maior parte, o cultivo do cacau e algumas pequenas manchas de cultivo de cravo-da-índia, café e guaraná. A classe de **cultura temporária** (Foto 2) corresponde a 17.5 % da área onde se cultiva a banana e mandioca.

Foto 2- Cultivo de Banana na parte média da Sub-Bacia



Fonte: Trabalho de campo (2017). Foto; Matos (set. 2017)

As atividades agropecuárias da área em estudo são desenvolvidas, sobretudo, por pequenos agricultores, onde o trabalho é realizado pela família (trabalho de campo, 2014, 2015). No entanto, a presença de relevos bem movimentados, sobretudo no alto curso da bacia, exige técnicas de cultivo que respeitem a topologia da região, sobretudo para as áreas de cultivo de ciclo curto, no entanto, isto não é verificado na área em estudo. Outro agravante é o fato de que estas atividades são desenvolvidas nas proximidades das margens dos riachos que compõem a rede de drenagem da sub-bacia (Foto 3).

Foto 3- Cultivo de cacau, banana e pasto as margens do Riacho do Ipiranga



Fonte: Trabalho de campo (2017). Foto; Matos (set. 2017)

A má utilização das terras da sub-bacia acaba acarretando processos erosivos, aumentando a perda de solo produtivo, o que impacta diretamente na produção agrícola e interfere na dinâmica da sub-bacia, comprometendo a qualidade e disponibilidade das águas.

As áreas de uso por práticas de pecuária, caracterizadas por **pastagens** de introdução antrópica (Foto 4), correspondem a 15,5,37% (314 ha) da área em estudo. A produção animal interage com o meio ambiente de diversas formas: pela necessidade de água para a dessedentação; alimentação extraída do solo; pelo superpastoreio - que provoca, a partir do pisoteio excessivo, alterações significativas na estrutura da camada superficial do solo e na composição das espécies vegetais, intensificando a compactação dos solos e a subtração da cobertura vegetal, favorecendo o processo de erosão; pela contaminação das águas a partir dos dejetos animais.

Foto 5- Pastagem no curso médio da Sub-Bacia



Fonte: Trabalho de campo (2017). Foto; Matos (set. 2017)

Segundo Guerra (1999, p. 17-18), o uso das terras com pastagem pode ocasionar alguns problemas ambientais. Segundo Araújo (2010), a intensidade dos impactos acarretados a partir das atividades pecuárias dependem da espécie, porte e carga animal na unidade produtiva, bem como da topografia e do tipo do solo da área. Na Sub-bacia estudada, as citadas atividades se localizam, em sua maior parte, a jusante da bacia, muitas delas, margeando corpos hídricos, onde as declividades são menores. Em muitas áreas é possível verificar a compactação do solo e pastagens com a cobertura vegetal muito rala.

Na imagem também foi possível identificar várias áreas descobertas, **solo exposto** (327 ha), muitas delas correspondem a estradas, áreas desmatadas, queimadas e de solo preparado ou cultura colhida. Esta classe corresponde a 16.1% da área em estudo (Foto 5). Estas são as áreas mais expostas aos agentes erosivos e, portanto, que necessitam de atenção para que sejam recuperadas.

Foto 5- Área desmatada e fragmentos de capoeira e floresta



Fonte: Trabalho de campo (2017). Foto; Matos (set. 2017)

Na área estudada também nota-se alguns **afloramentos rochosos** (Foto 6), os quais corresponderam a 0.5% da área.

Foto 6- Afloramento rochoso localizado no curso médio da Sub-bacia



Fonte: Trabalho de campo (2017). Foto; Matos (set. 2017)

Com a sobreposição da rede de drenagem ao mapa de uso da terra, pode-se visualizar que: boa parte dos cursos de drenagem se encontram sem a presença de vegetação ciliar e áreas onde, possivelmente, se encontram algumas das nascentes estão descobertas, sem vegetação para protegê-las.

Ademais, neste estudo, verificou-se que a sub-bacia hidrográfica do Riacho do Ipiranga possui uma dinâmica socioambiental marcada pela coexistência entre as atividades extrativistas, cultivos permanentes, uma incipiente produção de cultivares temporários e atividades de pastoreio, apresentando um grau de antropização da sub-bacia de 66.2% ².

As atividades supramencionadas acarretam impactos ambientais decorrentes do uso da terra irregular destacando-se o desmatamento da mata atlântica, gerando, com isso erosões, assoreamentos, perda de biodiversidade numa região de sistemas agrários com baixos subsídios numa dinâmica agroclimática de minifúndios para subsistência.

Conclusões

O emprego das técnicas processamento digital de imagens e mapeamento através de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento mostrou sua importante contribuição ao conhecimento do uso e cobertura terrestre.

Neste estudo, verificou-se que a sub-bacia hidrográfica do Riacho do Ipiranga possui uma dinâmica socioambiental marcada pela coexistência entre as atividades extrativistas, cultivos permanentes, uma incipiente produção de cultivares temporários e atividades de pastoreio, apresentando um grau de antropização da sub-bacia de 52.64% ³.

As atividades supramencionadas acarretam impactos ambientais decorrentes do uso da terra irregular destacando: desmatamento da mata atlântica, gerando erosões, ravinamentos, assoreamentos, perda de biodiversidade numa região de

² Soma das porcentagens das classes: Pastagem, cultivo permanente e temporário e solo exposto.

³ Soma das porcentagens das classes: Pastagem, cultivo permanente e temporário e solo exposto.

sistemas agrários com baixos subsídios numa dinâmica agroclimática de minifúndios para subsistência.

A relevância da sub-bacia consiste no fato de que águas provenientes desta contribuem diretamente para o abastecimento de 54% da população do município de Presidente Tancredo Neves, no entanto, as interferências antrópicas na área estudada podem comprometer a produção de água, havendo, destarte, necessidade de intervenções, para que se garanta o abastecimento e se conserve a biodiversidade local.

A análise da cobertura e uso da terra é cada vez mais indispensável para o estudo de bacias hidrográficas, urbanas ou rurais, visto que, a partir desta avaliação é possível verificar, dentre outros aspectos, a manutenção da cobertura do solo, que, conforme o Código Florestal Brasileiro, lei nº 12.651/12, é fundamental para a produção de água e, portanto, para o desenvolvimento de atividades na cidade e no campo e para o bem-estar das populações.

Referências

ALVES, E. A. C. Análise espaço temporal das coberturas campestres do bioma Pampa: reflexões sobre a sua degradação. **Geopauta**, [S. l.], v. 8, 2024. DOI: 10.22481/rg.v8.e2024.e15647. Disponível em: <http://periodicos2.uesb.br/geo/article/view/15949>. Acesso em: 23 Mar. 2025

ARAÚJO FILHO, M. C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E.. Sistema de classificação de uso e cobertura da Terra na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59/02, ago. 2007.

ARAUJO, M. L. M. N. Impactos ambientais nas margens do Rio Piancó causados pela agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 13-33, jan./dez. 2010.

EARTHAL, J. G.; FONSECA, L. M.; BINS, L. S.; VELASCO, F. R.; MONTEIRO, A. M. Um sistema de segmentação e classificação de imagens de satélite. São José dos Campos: Inpe, 1991. (Inpe-5291-PRE/1696).

FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446 p.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 17-55.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 149-209.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339.

GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; LUSTOSA, J. P. G. **Revisitando a teoria geossistêmica de Bertrand no século XXI: Aporte para o GTP(?)**. Geografia em Questão, v. 5, n. 2, p. 28-42, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil: escala 1:5.000.000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em: 13 fev. 2016.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **GeoDMA, Geographical Data Mining Analyst, 2007**. Disponível em: <[faltando link exato]>. Acesso em: jan. 2016.

KORTING, T. S.; FONSECA, L. M.; ESCADA, M. I. S.; SILVA, F. C.; SILVA, M. P. S. **GeoDMA: a novel system for spatial data mining**. IEEE International Conference on Data Mining Workshops, 2008.

NOVO, E. M. L. de M.. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308 p.

RADAMBRASIL, **Folha Sd24**. Rio de Janeiro, Ibge (1981),

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**. Uberlândia, 1996. 104 p.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, São Paulo: FFLCH-USP, 1994.

SANO, E. E.; FERREIRA, L. G.; ASNER, G. P.; STEINKE, E. T. Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, p. 2739-2752, 2007.

SANO, E. E.; JESUS, E. T.; BEZERRA, H. S. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um sistema de informações geográficas. **Sociedade e Natureza**, v. 13, p. 47-62, 2001.