

# GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO PARA USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO COROMANDEL (COROMANDEL, MG)

Isadora Maria Gonçalves Ramos<sup>1</sup>, Samuel Lacerda de Andrade<sup>2</sup>, Joice Cristina Carvalho Oliveira<sup>3</sup>,  
Ernane Miranda Lemes<sup>4</sup>, Ricardo Luís Barbosa<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia, isadoragoncalves10@outlook.com; <sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia, samuelandrade@ufu.br; <sup>3</sup>Universidade Federal de Uberlândia, joice.oliveira2396@gmail.com; <sup>4</sup>Monitora Engenharia e Geotecnologia, ernane@monitoraengenharia.com.br; <sup>5</sup>Universidade Federal de Uberlândia, rluisbarbosa@ufu.br

## RESUMO

Bacias hidrográficas que apresentem ocupações urbanas e a pressão antrópica da agropecuária se beneficiam de estudos do uso e ocupação do solo para auxiliar o processo de tomada de decisão e gestão dos recursos ambientais disponíveis. A utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto auxilia na fase de diagnóstico desse processo de planejamento. O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade da utilização de imagens Sentinel-2 para estudos que envolvem áreas urbanas e o diagnóstico da bacia hidrográfica do córrego Coromandel no município de Coromandel, MG. A classificação de uso e ocupação do solo foi realizada e a pressão urbana na bacia foi caracterizada, sendo 81% do uso relacionado à ocupação humana. As imagens Sentinel-2 foram adequadas para a aplicação de técnicas de classificação das atividades presentes na área. Este trabalho é o primeiro esforço de um amplo projeto em continuidade.

**Palavras-chave:** Sentinel-2, ação antrópica, ocupação humana.

## ABSTRACT

*Watersheds exhibiting urban occupations and the anthropic pressure of agropastoralism benefit from studies of the use and occupation of the soil to assist the decision-making process and management of environmental resources available. The use of geoprocessing techniques and remote sensing assists in the diagnostic phase of the planning process. The objective of this study is to assess the viability of the use of Sentinel-2 images for studies that involve urban areas and the diagnosis of the Coromandel creek watershed in Coromandel, MG. The classification of the use and occupation of the soil was performed and the urban pressure in the watershed was characterized, being 81% of the use related to human occupation. The Sentinel-2 images were suitable for the application of techniques of classification of activities present in the area. This work is the first effort of a large project in continuity.*

**Key words:** Sentinel-2, anthropic action, human occupation.

## 1. INTRODUÇÃO

Tratando-se de estudos ambientais, temos a bacia hidrográfica como unidade de estudo primordial. Nela podemos identificar toda a dinâmica relacionada ao fluxo, direcionamento e qualidade da água, verificando também todos os fatores bióticos e abióticos em equilíbrio ou desequilíbrio. Como definição, temos que a Bacia Hidrográfica é uma área de captação natural de água da chuva, que escoar para um canal principal e também apresentam características físicas e biológicas delimitadas pelos divisores de água, onde águas subterrâneas ou superficiais são transportadas pela força da gravidade, até outro curso hídrico principal (BALDISERA, 2005; PIROLI 2013).

Em bacias hidrográficas que apresentem ocupações urbanas temos que com o atual ritmo de crescimento populacional acelerado e a procura por novas áreas para moradias, quanto para atividades relacionadas ao uso agropecuário, a ocupação desordenada do solo e o uso descontrolado de recursos naturais são alarmantes. Impactos ambientais como a impermeabilização do solo, inundações, perda de vegetação, assoreamentos de reservatórios e cursos d'água podem ser provenientes do mau uso do solo (SANTOS; SANTOS, 2010; VAEZA et al., 2010).

Desse modo, o planejamento do uso e ocupação do solo é fundamental para o planejamento ambiental, pois retrata as atividades do homem que podem causar pressão ou impacto sobre os elementos naturais, sendo assim uma conexão para analisar fontes de poluição com informações dos meios biofísicos e socioeconômicos (SANTOS, 2004).

A análise do uso e ocupação do solo em estudos ambientais justifica-se pela importância da identificação de fontes ou potenciais fontes de alterações do meio ambiente. Assim é possível uma avaliação e a decisão de ações a serem tomadas para a eliminação ou diminuição do fator causador das alterações.

O trabalho proposto usará técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para a extração de resultados. O geoprocessamento pode ser definido como sendo um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. Soluções como *hardware*, *software* e *peopleware* compõem as geotecnologias, os quais formam ferramentas para tomada

de decisões (ROSA, 2005). Já o sensoriamento remoto é uma maneira importante para a obtenção de dados básicos e espaciais, também para decisões de planejamento, fornecendo estruturas básicas para a observação do meio (BLASCHKE e KUX, 2005).

Portanto, o objetivo principal deste trabalho é estudar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Coromandel no município de Coromandel, MG, criando assim uma primeira análise como diagnóstico de ocupação; Que possa servir de subsídio para futuras tomadas de decisões que priorizem a preservação ambiental local. Como objetivos secundários, esse trabalho visa relatar a experiência do uso de imagens Sentinel-2 em estudos ambientais de bacias hidrográficas com características urbanas.

A escolha da área de estudo em questão, se dá devido a grande pressão antrópica que a região do bioma do Cerrado mineiro sofre por parte da agropecuária. Segundo o IBGE (2006), a atividade econômica principal do município de Coromandel é a agropecuária, que está no 13º lugar de municípios Mineiros com maior produtividade agropecuária (SILVA, 2012).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a delimitação da bacia hidrográfica do córrego Coromandel, a princípio, foi realizada pesquisa *on line* em órgãos competentes como ANA, IBGE, USGCS (Serviço Geológico Americano) e o Geoportal do Exército Brasileiro, a fim de se buscar referências técnicas a respeito do curso do Córrego e altimetria da bacia hidrográfica.

No que diz respeito ao processo de delimitação da bacia hidrográfica, foi utilizada imagens (GTOPO30) fornecidas USGCS. Sobre as definições do produto em questão “o GTOPO30 é um modelo de elevação digital global (DEM) com um espaçamento de grade horizontal de 30 segundos de arco” (USGCS, 2015). Ainda sobre o projeto, segundo informações oficiais, o período de aquisição de imagens se estendeu por três anos, tendo seu final decretado no final do ano de 1996.

O DEM foi trabalhado no Software Q GIS 3.0 Girona, sendo elaborado curvas de nível de 5 e 10 metros para o auxílio da delimitação da área de contribuição e no traçado do córrego principal e seus afluentes. Destaca-se que foi utilizada nessa etapa a ferramenta “nova vista de mapa de 3D”, ferramenta inovadora na sequência do software livre Qgis, que contribuiu para o refinamento do trabalho de vetorização e delimitação.

Para a extração dos dados do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Coromandel, foi utilizada cena do satélite Sentinel- 2 do dia 27 de Setembro de 2018. A missão Sentinel- 2 é composta por dois satélites de alta resolução que fornecem dados contínuos da superfície da Terra, continuando o os programas de missões do SPOT e do Land Sat (USCGS, 2015). Com cenas de 290 km de faixa imageada, o Sentinel- 2 é composto por 13

bandas sendo: 4 bandas no visível e infra vermelho, 6 bandas no “red edge” e no infra- vermelho de ondas curtas e 3 bandas disponíveis para correções atmosféricas. O produto chama atenção, também por sua periodicidade (média de 2 a 3 dias) o que permite estudos de alteração do solo com precisão; e sempre atualizado (AWS, 2018). Será avaliado também nesse trabalho a eficiência e usabilidade de imagens Sentinel-2 envolvendo bacias hidrográficas com características urbanas.

A cena foi cortada no formato da bacia hidrográfica de estudo, utilizando o software Qgis 2.18 Las Palmas. O trabalho de classificação foi realizado no software Envi 4.7 Classic; foi realizada a classificação supervisionada do solo com a coleta de regiões de interesse; o método utilizado para a classificação foi o de Maxiverossimilhança; esse considera que as distribuições dos pixels que formam as classes analisadas seguem um padrão Gaussiano ou Normal (RIBEIRO; BAPTISTA e BIAS, 2015)

Para a obtenção dos resultados (aquisição de classes de uso de solo). O uso foi dividido em sete classes, são elas: em área urbana, solo exposto, água, vegetação nativa (formação florestal), vegetação nativa (savânica), pastagem, agricultura e água.

Na classe área urbana foram coletadas amostras na imagem em todo o perímetro urbano da cidade Coromandel; Para a classe solo exposto foram coletadas amostras que englobavam dois tipos de solo comumente encontrados em áreas do bioma do Cerrado: Latossolos Vermelhos-Amarelos Distróficos e Neossolos, os dois tipos de solos foram juntados no mapa final; água, essa classe se mostrou pouco representativa, isso se dá ao fato da cobertura de mata de galeria aos leitos dos córregos impedir a coleta de regiões de interesse para a classificação, há também, pouca oferta natural, e ainda pode ser citado, a resolução das imagens Sentinel-2 que impedem a “ideal” visualização dos corpos hídricos.

A confiabilidade dos resultados obtidos nesse estudo foi analisada de acordo com os intervalos dos valores de Kappa propostos por Landis e Koch (1977). O índice é utilizado para a verificação global de concordância entre as amostras de referência das classes usadas e os resultados dos classificadores (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de concordância com base no índice Kappa.

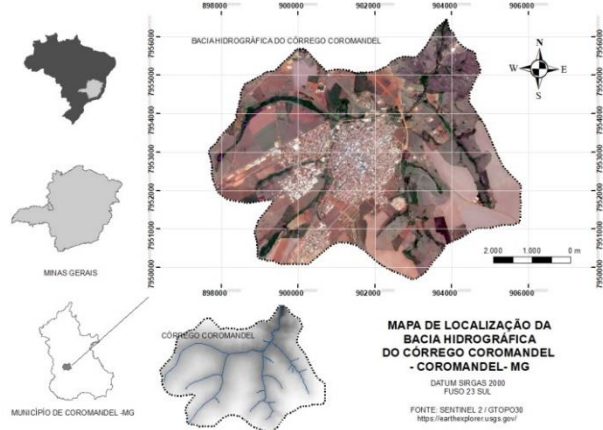
Índice Kappa (k)	Concordância
0,00	Pobre
0,00 a 0,20	Ligeira
0,21 a 0,40	Considerável
0,41 a 0,60	Moderada
0,61 a 0,80	Substancial
0,81 a 1,00	Excelente

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Localização do município e delimitação da bacia hidrográfica

O município de Coromandel, cidade do interior de Minas Gerais, está localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e na Microrregião de Patrocínio (Figura 1), possui 27.547 habitantes segundo o senso (IBGE, 2010) e uma extensão territorial de 3.296,27 km<sup>2</sup>. Possui as seguintes coordenadas centrais: Latitude 18° 28' 24" Sul e longitude: 47° 12' 01" Oeste.

Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo.



Fonte: Os autores

A bacia hidrográfica do Córrego Coromandel está entre as coordenadas Latitude 18° 26' 59" Sul e Longitude: 47° 14' 45" Oeste e Latitude 18° 30' 41" /Longitude: 47° 8' 2" Oeste

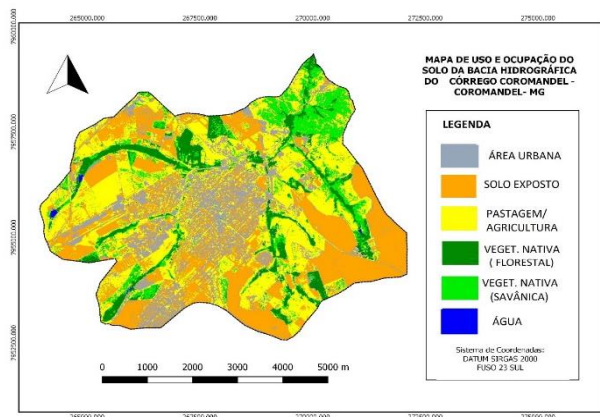
Destaca-se que todo o perímetro urbano está dentro da área de contribuição da bacia hidrográfica do Córrego Coromandel, popularmente conhecido como córrego da Biloca. Sobre os aspectos de hierarquização hídrica, o Córrego Coromandel deságua no Córrego do Barbeiro que se transforma em Rio Santo Inácio que por sua vez é um afluente do Rio Paranaíba conforme a Figura 2.

#### 3.2 Uso e Ocupação do Solo

Foi elaborado mapa de Uso e Ocupação do Solo, sendo o índice global Kappa verificado 84,82. O que denota a qualidade da classificação como Excelente (Tabela 1).

Pode-se observar em ordem de maior ocorrência para a menor: 33% de área de pastagem e agricultura, 32% de solo exposto, 15% de área urbana, 11% mais 9% de vegetação nativa somadas os dois tipos de ocorrência (florestal e savânica) e não atingindo quase 1% água; (Figura 2 e 3).

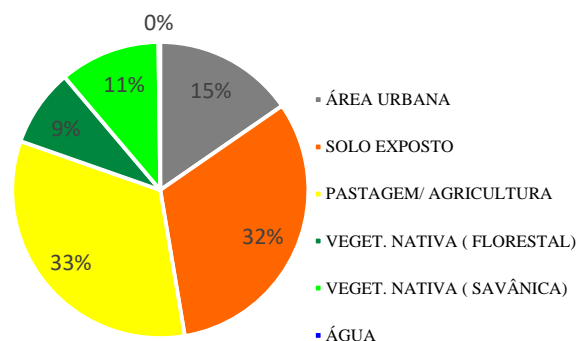
Figura 2 - Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia hidrográfica do córrego Coromandel, Coromandel- MG.



Fonte: Os autores

Figura3 - Gráfico da distribuição do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Coromandel.

GRÁFICO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



Fonte: Os autores

Dentre a área total de 3.429 hectares e um perímetro de 26,76 km. Destaca-se a pressão antrópica como característica marcante. Somando-se a “área urbana” com “pastagem e agricultura” e “solo exposto” temos 81% de uso relacionado a ocupação humana.

A dinâmica de ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Coromandel reflete a dinâmica de expansão das áreas agrícolas sobre o cerrado. O principal ameaçador a essa riqueza tem sido principalmente a expansão agropecuária, sendo o plantio de grãos, o causador dos maiores desmatamentos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016). A pressão reflete em equilíbrio no ambiente da bacia, e reflete principalmente nos corpos hídricos alterando qualidade e quantidade da água disponível.

Segundo farias (2006) a qualidade de vida de uma população e a disponibilidade de água são duas variáveis diretamente proporcionais, sendo esta, um recurso natural crítico e susceptível a impor limites de desenvolvimento, em muitos locais.



#### 4. DISCUSSÃO

Elaborado o mapa de uso e ocupação do solo, conclui-se que a bacia hidrográfica do córrego Coromandel sofre uma pressão antrópica significativa principalmente por conta da expansão e uso agropecuário regional. Há ocorrências e relatos de inundações na parte urbana, sendo esse trabalho o primeiro esforço de uma série de estudos que se dará para a formulação de possíveis propostas de usos do solo.

Há também a necessidade de estudo morfométrico completo da bacia hidrográfica em questão. Através dos índices morfométricos a equipe envolvida será capaz de identificar se há tendência a inundação. Será verificado aqui através de estudo concomitante, os pontos críticos de inundação.

Com relação ao uso de imagens Sentinel, os autores julgam eficiente para o estudo de uso e ocupação do solo, sendo demonstrado pelo índice Kappa. Salienta-se aqui, que houve dificuldade para a classificação da classe “área urbana” sendo necessários vários testes, mais que ao final do processo, satisfaz as expectativas quanto aos resultados apresentados.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] BALDISSERA, G. C. Aplicabilidade do modelo de simulação hidrológica SWAT (Soil and Water Assessment Tool) para a bacia hidrográfica do Rio Cuiabá/MT. Universidade Federal do Mato Grosso – Instituto de Ciências Exatas e da Terra – Programa de PósGraduação em Física e Meio Ambiente, 2005.
- [2] BLASCHKE T. & KUX H. Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2005
- [3] ESA.. GMES Sentinel-2 Mission Requirements Document., European Space Agency, 2010. Disponível em: < Sentinel 2Ahttps://registry.opendata.aws/sentinel-2/>. Acesso em: 25.set. 2018.
- [4] FARIAS, M. S. S. Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2006.
- [5] IBGE. IBGE Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/coromandel>. Acesso em: 16.set. 2018.
- [6] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Biomas. Disponível em: http://www.mma.gov.br/informma/itemlist/category/12-biomas?start=42. Acesso em: 05 Jan. 2016.
- [7] PIROLI, E. L. Geoprocessamento Aplicado ao Estudo do Uso da Terra das Áreas de Preservação Permanente dos Corpos d’água da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. Tese de doutorado, UNESP-Universidade Estadual Paulista, campus de Ourinhos/SP, 2013.
- [8] RIBEIRO, R. J.C; BAPTISTA, G. M. M; BIAS, S. E. Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 8. 2007. Florianópolis, Anais... Inpe, 2007 p. 5471- 5478.
- [9] RIBEIRO, F.J; WALTER, B. M. T. EMBRAPA- Tipos de Vegetação do Bioma Cerrado. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/A\_G01\_23\_911200585232.html> Acesso em: 25 set. 2018.
- [10] ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. Revista do Departamento de Geografia. Uberlândia/MG, p. 81, 2005.
- [11] SAMPAIO, D.M. Análise Ambiental do Conflito das Áreas de Preservação Permanente e Uso do Solo na bacia hidrográfica de vargem das flores, utilizando Geoprocessamento: Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Instituto de geociências – Departamento de cartografia, 2007
- [12] SANTOS, A. L. C.; SANTOS, F. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Vaza – Barris, Sergipe. Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico, São Paulo, n. 10, p. 57-67, 2010.
- [13] SANTOS, E. R.; Ribeiro, A. G. Clima e Agricultura no Município de Coromandel (Mg). Caminhos De Geografia - revista on line. Uberlândia p. 122-140, 2004.
- [14] SANTOS, R. F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- [15] SILVA, G. J. C. et al. Produção Agropecuária em Municípios de Minas Gerais (1996-2006): padrões de distribuição, especialização e associação especial. RESR, Piracicaba-SP, Vol. 50, Nº 2, p. 333-350, Abr/Jun 2012
- [16] USGS. Elevação Global de Arc-Second 30 (GTOPO30). Disponível em: <https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>. Acesso em: 17 set. 2018.
- [17] VAEZA, R. F. et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p. 23-29, 2010. Disponível em: <http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>. Acesso em: 17 set. 2018.