

**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DAS UNIDADES DE RESPOSTA
HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO BALSAS COM ÊNFASE NO SOLO E USO E
COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE BALSAS, MARANHÃO EM 2023.**

**DEYSIELE OLIVEIRA ALVES¹, DANIEL CARLOS MACHADO², MARCELINO
SILVA FARIAS FILHO³, JOÃO FIRMINIANO DA CONCEIÇÃO FILHO⁴,
NATÁLIA DA CONCEIÇÃO LIMA⁵, FABIANA GOMES DA SILVA⁶**

¹ Geógrafa, Doutoranda Depto Ciências do Solo, Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP, deysiele.oliveira@unesp.br

² Eng. Ambiental, Doutorando Depto de Biotecnologia, Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP.

³ Geógrafo, Prof. Dr. Depto Geociências, UFMA, São Luís, MA.

⁴ Geógrafo, Ms. em Cartografia Social, UEMA, São Luís, MA.

⁵ Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Depto Ciências do Solo, Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP.

⁶ Eng. Agrônoma, Mestranda em Agronomia do Depto Ciências do Solo - Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP.

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal - RN, Brasil

RESUMO: O uso das geotecnologias e os estudos hidrológicos avançam na inovação de práticas e ou padrões de trabalho, os quais utilizam-se da modelagem e do geoprocessamento para expressar a realidade vivenciada em uma região ou bacia hidrográfica. A pesquisa teve o objetivo de apresentar um estudo utilizando as Unidades de Resposta Hidrológicas (URH's) da bacia hidrográfica do rio das Balsas, para a identificação de problemas não apenas de ordem ambiental como também social e econômica. As (URH'S) estão localizadas ao Sul do rio Balsas, que margeia a cidade maranhense de mesma toponímia, foram geradas com o auxílio do Soil and Water Assessment Tool (SWAT), plugin do software Qgis, software, amplamente utilizado em análises ambientais e em diversas outras áreas científicas. O diagnóstico geoambiental das URH's, apresentou que o município de Balsas necessita de uma gestão que tenha uma visão técnica sobre os múltiplos usos existentes neste município. Estudos mais aprofundado sobre o regime fluvial e pluvial da drenagem são fundamentais dada sua extensão e utilização (irrigação) minimizando assim impactos ambientais quer sejam de ordem social ou econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Geoambiente, Hidrodinâmica, Geotecnologias.

**GEOENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF HYDROLOGICAL RESPONSE UNITS IN
THE BALSAS RIVER BASIN WITH EMPHASIS ON SOIL AND LAND USE AND
COVER IN THE MUNICIPALITY OF BALSAS, MARANHÃO IN 2023.**

ABSTRACT: The use of geotechnologies and hydrological studies are advancing in the innovation of practices and/or work standards, which utilize modeling and geoprocessing to express the reality experienced in a region or watershed. The research aimed to present a study using Hydrological Response Units (HRUs) of the Balsas River watershed, to identify problems not only of environmental nature but also social and economic. The HRUs are located south of the Balsas River, which borders the Maranhão city of the same name, and were generated with the assistance of the Soil and Water Assessment Tool (SWAT), a plugin of the QGIS software, widely used in environmental analyses and various other scientific fields. The geo-environmental diagnosis of HRUs revealed that the municipality of Balsas requires management with a technical perspective on the multiple uses existing within this municipality. Further studies on the fluvial and rainfall regime of drainage are essential given

its extent and use (irrigation), thus minimizing environmental impacts, whether social or economic.

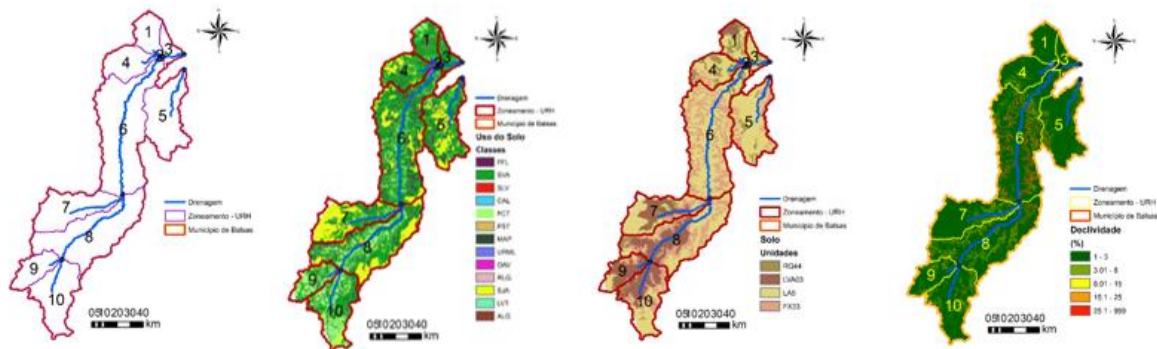
KEYWORDS: Geo-environment, Hydrodynamics, Geotechnologies.

INTRODUÇÃO: O uso das geotecnologias e os estudos hidrológicos avançam na inovação de práticas e ou padrões de trabalho, os quais utilizam-se da modelagem e do geoprocessamento para expressar a realidade vivenciada em uma região ou bacia hidrográfica, estudos estes considerando a paisagem com seus aspectos fisiográficos acrescidos dos dados sociais, DE ANDRADE (2024). A importância desse tipo de estudo se dá pela interação contínua do ser humano e do ambiente ocasiona diversas mudanças no uso da terra, resultando em benefícios sociais e impactos negativos ao ambientais (LIMA et al., 2023). Os múltiplos usos decorrentes das ocupações no relevo têm promovido, ao longo dos anos, transformações significativas no que se refere à dinâmicas naturais (COSTA et al., 2023). A pesquisa teve o objetivo de apresentar um estudo utilizando as Unidades de Resposta Hidrológicas (URH's) da bacia hidrográfica do rio das Balsas, para a identificação de problemas não apenas de ordem ambiental como também social e econômica. Também apresentará soluções que podem ser implantadas pela gestão local com ênfase nas unidades e seu comportamento relacionado ao relevo, solo e os múltiplos usos da Terra. As (URH'S) estão localizadas ao Sul do rio das Balsas, que margeia a cidade maranhense de mesma toponímia, foram geradas com o auxílio do Soil and Water Assessment Tool (SWAT), plugin do software Qgis, software, amplamente utilizado em análises ambientais e em diversas outras áreas científicas.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados obtidos na pesquisa foram baseados nos seguintes procedimentos metodológicos: Utilização do software Qgis, versão 18.6, implementado pelo plugin Soil and Water Assessment Tool (SWAT), no qual foram estabelecidos a organização do banco de dados geográficos com as seguintes especificações: projeção cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum de visualização, o Sirgas-2000, fuso 23s. Os shapefiles inseridos no banco de dados foram: limite municipal de Balsas, classe de solo, uso e cobertura, limites das bacias hidrográficas para delimitação das URH's, os quais foram obtidos nos sites do IBGE (2021), EMBRAPA-Ambdata (2001) e MapBiomias (2021), ANA (2006), respectivamente. A interpolação dos dados (físicos) obteve-se a delimitação de 10 URH's. Os shapes de temas fisiográficos do município de Balsas, foram obtidos gratuitamente pelos órgãos já citados. As curvas de nível foram obtidas pelo TOPODATA (INPE DSR, 2013), oriundas da interpolação por Krigagem de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução de 30 metros. Os dados são expressos em mapas, gráficos e tabelas para melhor compreensão e espacialização dos fenômenos observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A área objeto de estudo está localizada no município de Balsas, ao sul do Estado do Maranhão entre o retângulo envolvente com as seguintes coordenadas geográficas: latitude sul 07° 07' 54'' e 09° 26' 37.00'' e longitude oeste 45° 38' 57'' e 47° 05' 29.00''. Com uma população de 101.767 pessoas distribuídas em uma área territorial de 13.141,162 km², correspondendo a 7,74 hab/km² (IBGE, 2022). A bacia hidrográfica do rio das Balsas, perpassa em nove municípios, tem extensão territorial de 25.481,02 km², seu curso principal possui 533,48km², (Martins, 2011). Segundo FARINASSO et al. (2006), é o principal tributário da Bacia do rio Parnaíba, possui 09 sub-bacias, porém, as que estão inseridas no limite municipal de Balsas, são: Tem Medo, Pequeno, Cocal, Balsas I e II, (GUIMARÃES, 2021). A hidrografia do rio das Balsas é composta pelos 9 municípios: Balsas (nascente), Riachão, Nova Colinas, Fortaleza dos Nogueiras, S. Raimundo das Mangabeiras, Sambaíba, Loreto, São Félix de Balsas e Benedito

Leite (fz). É perene em todo o seu trecho até desaguar no rio Parnaíba a 12 km, a montante (GUIMARÃES, 2021). Pertencente ao complexo da Bacia federal do rio Parnaíba, divisor natural entre Maranhão e Piauí, nasce na Chapada das Mangabeiras com o rio Água Quente, desaguardo no Oceano Atlântico, formando delta das Américas. Territorialmente ocupa cerca de (20,02%) da área total do Maranhão (NUGEO, 2009). O regime pluviométrico tem duas estações bem definidas, onde o período chuvoso, vai de dezembro a maio, com maior volume de chuva em março e o período seco, de junho a novembro, com menor incidência de chuva em agosto, com médias estaduais da ordem de 17,1mm (LABMET-NUGEO-UEMA, 2022). As URH's estão divididas em 10 unidades, as mais extensas são as unidades 6 com (26,64%) do território seguido pelas unidades 8 com (19,68%), unidade 5 com (12,98%), unidades 10 com (11,23%) e a unidade 07 com (10,84%). As menores áreas estão nas unidades 4, 9, 1, 3 e 2 respectivamente. Abaixo na figura (a) o limite territorial das URH's em Balsas - MA.



Figuras: a: Limite das URH's; b: Uso e cobertura das URH's em 2023; c: Classes de Solos; d: Declividade das URH's no município de Balsas-MA. Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

O uso e cobertura das terras em Balsas sofre com o aumento da produção em áreas com usos principalmente para o cultivo da soja, silvicultura e pastagens, as quais comprometem os remanescentes do Cerrado (MARTINS, 2014; VAZ, 2021; VASCONCELOS, 2023). Dados do MAPBIOMAS (2021), confirmam que as vegetações mais representativas são as Savanas, Soja, Formação Campestre e Mosaico de agricultura com pastagem, (97,82%) do total da área. Os de menores usos são: pastagens, campos alagados, lavouras temporárias, área urbana, plantio de algodão, outras áreas vegetadas e silvicultura. O uso agrícola, é mais intenso nas unidades: 1, 2 e 8, com (88,11%), (94,99%) e (85,56%) respectivamente. A soja é o grão mais cultivado em grandes concentrações nas unidades 7, 5 e 8, somando cerca de (96,0%) do plantio total entre as unidades. Afirma-se que a unidades 02 não possui plantio deste grão, apenas pastagem. Mosaico de agricultura e pastagem e outras áreas somam (6,54%). Registra-se a crescente evolução deste uso nas unidades 6, 4 e 10 onde a Savana e a Formação campestre têm maiores concentrações. De acordo com a figura C, os solos mais expressivos nas URH's em Balsas, são os: Latossolos Amarelos, Plintossolos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Quartzarênicos (EMBRAPA, 2001). Com maior extensão têm-se os Latossolos Amarelos, com (53,57%), presentes em todas as unidades, seguido dos Plintossolos (22,36%), ausentes nas unidades 2 e 3. A terceira, são os Latossolos Vermelho-Amarelos com (17,27%), ausentes nas unidades 2 a 6. Os Neossolos Quartzarênicos presentes entre as unidades com menor extensão territorial (6,80%). Os solos das URH's, são pobres quimicamente, porém a sua estrutura colabora para o bom desenvolvimento e fixação das plantas, necessitando de um manejo mais eficiente para o tipo de empreendimento que se pretende instalar. A **declividade** das URH's, observada na figura "d", foi subdividida em 05 classes, sendo elas de 0-3 e 3-8, juntas correspondem à (76,0%) da área total analisada, são as mais baixas do relevo. A classe de 8-15, taxa média com (11,28%), e as classes mais altas de

15-45 e 45-99 somam (12,73%). Indica-se que nas declividades (0-3/3-8) estão assentados os Latossolos Amarelos inseridos principalmente nas URH's 1, 3, 4, 5, na parte Leste da unidade 7 e na parte Sul da unidade 10. Ao Norte concentram-se os Latossolos vermelhos da URH 1 com (17,59%) desta classe e dos Neossolos Quartzarênicos nas URH's 4, 1 e 5 com percentuais entre (31,85%), (27,99%) e (5,42%) respectivamente. A declividade média (8-15) no terço médio do relevo estão assentados os Plintossolos, nestas áreas percebe-se maior concentração das formações savânicas e campestres. Nas declividades (15-45/45-99), está a unidade 06 onde os Latossolos Amarelos têm maior percentual (66,56%), sobrejacentes a estes, estão os Plintossolos com (32,30%) e pequenas e esparsas manchas de Neossolos Quartzarênicos (2,85%). As vegetações Savânicas e Campestres são mais concentradas e entremeadas de um crescente cultivo de soja em (13,59%). Nota-se que estas áreas precisam de um manejo adequado, em conformidade com a sinuosidade que o relevo possui, evitando erosões, uma vez que os processos erosivos estão diretamente ligados a elementos como a capacidade de infiltração de água no solo, cobertura vegetal e escoamento superficial da água, oriunda das precipitações (COSTA et al., 2023). Outro problema observado está na marcante presença de Latossolos que são solos considerados antigos e que dependendo do intemperismo, podem ser facilmente lixiviados ocasionando problemas tanto na rede hidrológica quanto na perda de áreas agricultáveis devido à baixa qualidade química (RESENDE, 2007). FARIAS FILHO (2015) contribui afirmando que estes solos (Latossolos, Neossolos e os Plintossolos) têm sido impactados principalmente por ocupações irregulares, processos erosivos, devido à supressão da cobertura vegetal para inúmeras atividades econômicas, propiciando o aumento os casos de assoreamento em rios, aumento das superfícies impermeáveis, aumento do escoamento superficial e a diminuição da capacidade de recarga de aquíferos e lençóis freáticos.

CONCLUSÕES: O diagnóstico geoambiental das URH's, apresentou que o município de Balsas necessita de uma gestão que tenha uma visão técnica sobre os múltiplos usos existentes neste município. O mesmo necessita de cuidados específicos dada a sua ocupação intensiva dos cultivos de grãos (soja) em áreas com relevo ondulado, avançando aceleradamente aos remanescentes do Cerrado, bem como o trato com o solo já de característica fraca quimicamente, carecendo de implementação de práticas de conservação e manejo para aumento de sua fertilidade. Estudos mais aprofundado sobre o regime fluvial e pluvial da drenagem são fundamentais dada sua extensão e utilização (irrigação) minimizando assim impactos ambientais quer sejam de ordem social ou econômica.

REFERÊNCIAS: CORREIA FILHO, F. L.; GOMES, E. R.; NUNES, O. O.; LOPES FILHO, J. B. (2011) **Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Balsas.** - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

DE ANDRADE, A. O. (2024) Estudo dos Impactos Socioambientais na Bacia Hidrográfica do Quarenta, Manaus/AM. **Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 6, n. 01, p. 99-124.

VAZ, A. P. M. (2021) Bacia hidrográfica do Rio Balsas: diagnóstico físico e avaliação qualitativa de áreas suscetíveis à erosão. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, p. 77-87.

TRICART, J. A. (2003) Geomorfologia, a Edafologia e Ordenamento do Espaço Rural. **GEOgraphia**. v. 9, p. 135-148.