

# ASSOCIAÇÃO DE CLASSES DE SOLOS E DE RELEVOS PARA AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO AMAMBAÍ, IGUATEMI E IVINHEMA NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL

Marzulo Maia Martins, A. (UFRJ/EMBRAPA) ; M. Vasques, G. (EMBRAPA SOLOS) ; de Oliveira Dart, R. (EMBRAPA SOLOS) ; de Carvalho Junior, W. (EMBRAPA SOLOS) ; Barge Bhering, S. (EMBRAPA SOLOS) ; Pereira Rendeiro, N. (EMBRAPA SOLOS) ; da Silva Chagas, C. (EMBRAPA SOLOS) ; Calderano Filho, B. (EMBRAPA SOLOS)

## RESUMO

A relação entre as formas de relevo e as classes de solos podem contribuir para entendermos a dinâmica quanto a sua paisagem e processos exógenos presentes na região. Por isso, esse trabalho em pesquisa têm por objetivo estabelecer associações de classes de relevo oriundo de dados do Modelo Digital de Elevação Copernicus de resolução espacial de 30 metros e com o mapa dos tipos de solos da EMBRAPA para as bacias hidrográficas Amambaí, Iguatemi e Ivinhema nas porções sul e sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul. Associações sugerem que na área de estudo apresentam LVd, LVdf e RQo em planícies como representação dominante, porém, outras áreas sugerem uma susceptibilidade a processos de erosão como a associação de RQo na classe de relevo fluxos. Contudo, a contribuição quantitativa e qualitativa poderão contribuir para evitar perdas de solos e assoreamentos de rios na região.

## PALAVRAS CHAVES

*bacias; solos; relevo; geotecnologias; MS*

## ABSTRACT

The relationship between relief forms and soil classes can contribute to understand the dynamics of their landscape and exogenous processes present in the region. Therefore, this research work aims to establish associations of relief classes from data from the Copernicus Digital Elevation Model of spatial resolution of 30 meters and with the map of soil types of EMBRAPA for the Amambaí watersheds, Iguatemi and Ivinhema in the southern and southeastern portions of the State of Mato Grosso do Sul. Associations suggest that in the study area they present LVd, LVdf and RQo in plains as dominant representation, however, other areas suggest a susceptibility to erosion processes such as the association of RQo in the relief class flows. However, the quantitative and qualitative contribution may contribute to avoid soil loss and river silting in the region.

## INTRODUÇÃO

A utilização de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) para a análise e descrição de relevos tem se intensificado nas últimas décadas (SKENTOS, 2018). A especialização em função da capacitação técnica por parte de usuários de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o aperfeiçoamento quanto ao desenvolvimento de softwares e hardwares tem possibilitado um melhor aproveitamento e a ampliação de áreas de análise espacial a partir de dados globais gratuitos de elevação e outros. Processos físicos e biológicos que atuam na paisagem são correlacionadas com a posição topográfica (WEISS, 2000) e entender a heterogeneidade da topografia em escala local desempenha um papel importante para direcionar o uso do solo e o manejo agrícola e florestal, assegurando produtividade e conservando a diversidade (KUBOTA et al., 2004). Nesse sentido, a análise conjunta do relevo com dados de solos e de geologia ajuda na compreensão topográfica, pedológica e geológica da região, servindo como base para a determinação dos locais mais apropriados para o uso antrópico. A investigação do tipo de solo e da sua relação com a topografia pode fornecer elementos importantes para a caracterização de bacias hidrográficas de uso misto. O solo desempenha um papel fundamental nos ecossistemas, na produção de alimentos, na regulação do clima e nos ciclos da água e dos elementos (DIEK et al., 2017; DEMATTÊ et al., 2018). O manejo e a conservação do solo adequadas de acordo com as suas características e sua posição na paisagem

possibilita a prevenção e amenização de processos erosivos em áreas que possuem aptidão agrícola. Este trabalho tem por objetivo relacionar os tipos de solos presentes nas bacias hidrográficas do Amambaí, Iguatemi e Ivinhema, no sul do Estado do Mato Grosso do Sul, com as formas de relevo da região obtidas a partir do MDE Copernicus DEM (ESA, 2023) com resolução espacial de 30 m.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A abordagem metodológica para este trabalho contou com a utilização do Modelo Digital de Elevação global Copernicus DEM GLO-30 (ESA, 2023) de resolução espacial de 30 m distribuído pelo plugin OpenTopography no programa QGIS (QGIS Association, Zurique, Suíça). Este MDE é originário da missão espacial TanDEM-X e de outras fontes, e é atualizado regularmente buscando melhor qualidade. Como parâmetro para o recorte da área de estudo foram utilizados os limites territoriais das bacias hidrográficas do Amambaí, Iguatemi e Ivinhema, no sul do Estado do Mato Grosso do Sul, acrescidos de um buffer de 1 km para fins de evitar efeitos de borda. No programa ArcGIS Pro (ESRI, Redlands, EUA), foi aplicada a ferramenta Fill para remoção de depressões espúrias, seguida da ferramenta Focal Statistics para aplicar filtros de média em janelas móveis subsequentes de 3x3, 3x3 e 7x7. Tal procedimento suaviza a superfície do MDE amenizando os efeitos da cobertura. Após os filtros, o MDE suavizado foi processado no programa SAGA GIS (SAGA User Group Association, Hamburgo, Alemanha) para segmentar os tipos de relevo por meio da ferramenta TPI Based Landform Classification, que, por sua vez, realiza a categorização do resultado obtido pela ferramenta Topographic Position Index presente no programa. Como resultado, o MDE é segmentado em 10 tipos de relevo, sendo: Fluxos, Drenagens de meia encosta, Drenagens de terras altas, Vales, Planícies, Encostas abertas, Encostas superiores, Cumes locais, Cumes de meia encosta e Cumes altos. Os tipos de relevo obtidos foram então cruzados com o mapa de solos do Estado do Mato Grosso do Sul (escala 1:250.000) via álgebra de mapas utilizando a ferramenta Raster Calculator do ArcGIS Pro e aplicando a seguinte fórmula:  $1000 \times \text{Mapa de solos} + \text{Mapa de tipos de relevo}$ . Dessa maneira, o valor obtido em cada pixel carrega tanto a informação do tipo de solo quanto do tipo de relevo. Após o cruzamento, a área de cada combinação de tipo de solo com tipo de relevo foi calculada, bem como a sua porcentagem em relação à área total das três bacias estudadas. As combinações com maior área dentro das três bacias representam as mais importantes associações entre tipo de solo e tipo de relevo da região.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao todo estão presentes 233 associações entre classes de solos e classes de relevo nas bacias hidrográficas do Amambaí, Iguatemi e Ivinhema. As associações entre solo e relevo predominantes na área são compostas por LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos (LVdf), LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos (LVd) e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos (RQo) associados a Planícies e o ocupam 22,4, 16,3 e 13,2% da área de estudo, respectivamente (Tabela 1). Essas classes que correspondem aos Latossolos Vermelhos associados a planícies são áreas que podem favorecer a aptidão agrícola na região em função de uma boa retenção de áreas e nutrientes, sem contar com boa fertilização para esta classe de solo. Por outro lado, os Neossolos Quartzarênicos, por ser um tipo de solo com material inconsolidado, com baixa retenção de nutrientes e água podem apresentar baixa aptidão agrícola nessas áreas. É possível observar também a relação dos Gleissolos (GMbd e GMve) em áreas de planície. Essas classes, por sua vez, têm relação com áreas próximas de acúmulo de água significativo onde correspondem 3,20 e 3,05% das bacias hidrográficas estudadas. Isso fica evidente ao associarmos estas classes de solos com as proximidades de rios principais (Amambaí, Iguatemi e Ivinhema) onde acabam desembocando fluxos de água para o Rio Paraná. Outra associação importante presente neste trabalho em pesquisa é a associação da classe de relevo correspondente a encostas superiores a tipos de solos como LVd, LVdf e RQo. A topografia local pode sinalizar a susceptibilidade a erosão hídrica e gravitacional onde podem levar a escoamentos mais significativos podendo desfavorecer práticas econômicas de agricultura na região. É importante mencionar também que esta topografia não é comum para a classe de solo RQo uma vez que geralmente são associados a lugares planos e rasos. Além disso, outra associação marcante que pode significar em processos intensos de erosão local é a classe de relevo fluxos e a classe de solos RQo que acabam preenchendo 1,12% da área de estudo podendo indicar um declive mais intenso nessas áreas favorecendo tais processos. A correspondência de vales com as classes

de solos LVd, LVdf e RQo podem indicar áreas deposicionais sendo transportadas por outras classes de relevo presentes na região onde as áreas são 3,45%,1,19% e 1,12%. Nas proximidades do Rio Iguatemi presente na porção sul do Estado do Mato Grosso do Sul (Figura 1 - A e B) é possível observar a relação intensa de encostas superiores, encostas abertas e fluxos com a classe de solo RQo, que devido o seu caráter inconsolidado e baixo desenvolvimento, são indicativos proeminentes de áreas suscetíveis à erosão presentes nos recortes presente nos mapas. As classes de solos LVdf, LVd e RQo são as mais abundantes nas bacias hidrográficas. Em área elas ocupam ao todo 76,96% de todo o recorte espacial deste trabalho. Quando analisamos individualmente e desmembramos esses 3 tipos de solos em classes de relevos (Figura 2 - A, B e C) podemos ver padrões de distribuição relativamente parecidos. Contudo, as classes de relevo “Planície”, “Encostas Superiores”, “Vales” e “Drenagem de Meia Encosta” são as que mais se destacam para o LVdf, enquanto que para as classes de solos LVd e RQo são predominantes os relevos “Planície”, “Encostas Superiores”, “Vales” e “Fluxos”.

*Tabela 1. Associações entre tipo de relevo e tipo de solo predominante*

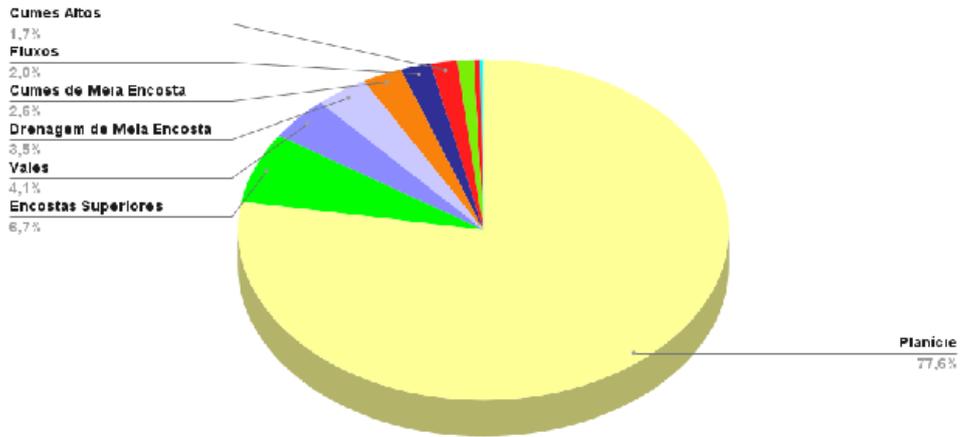
RELEVOS	SOLOS	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
PLANÍCIE	LVdf - LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos	14964,99	22,41
PLANÍCIE	LVd - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	10863,32	16,27
PLANÍCIE	RQo - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos	8783,07	13,15
ENCOSTRAS SUPERIORES	LVd - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	2300,34	3,45
ENCOSTRAS SUPERIORES	RQo - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos	2240,62	3,36
PLANÍCIE	GMbd - GLEISSOLOS MELÂNICOS Tb Distróficos	2133,82	3,20
PLANÍCIE	GMve - GLEISSOLOS MELÂNICOS Ta Eutróficos	2036,53	3,05
VALES	LVd - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	1557,02	2,33
VALES	RQo - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos	1509,34	2,26
ENCOSTRAS SUPERIORES	LVdf - LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos	1288,59	1,93
PLANÍCIE	LVe - LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos	1138,29	1,70
PLANÍCIE	LVef - LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróféricos	1005,57	1,51
VALES	LVdf - LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos	794,97	1,19
FLUXOS	RQo - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos	746,19	1,12
DRENAGEM DE MEIA ENCOSTA	LVdf - LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos	669,68	1,00
FLUXOS	LVd - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	610,52	0,91
CUMES DE MEIA ENCOSTA	RQo - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos	541,18	0,81
CUMES DE MEIA ENCOSTA	LVdf - LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos	510,58	0,76
DRENAGEM DE MEIA ENCOSTA	GMve - GLEISSOLOS MELÂNICOS Ta Eutróficos	486,35	0,73

Elaborado por autores feitos a partir dos dados do MDE Copernicus de resolução espacial de 30 metros e os dados do mapa de solos da EMBRAPA.

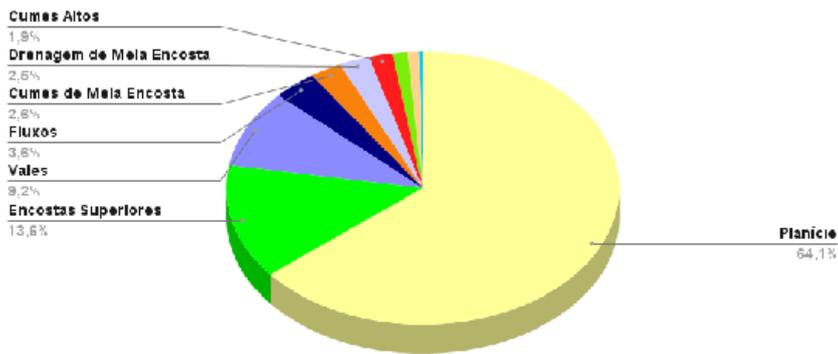
Figura 1. Tipos de relevo e tipos de solo presentes nas bacias hidrogr



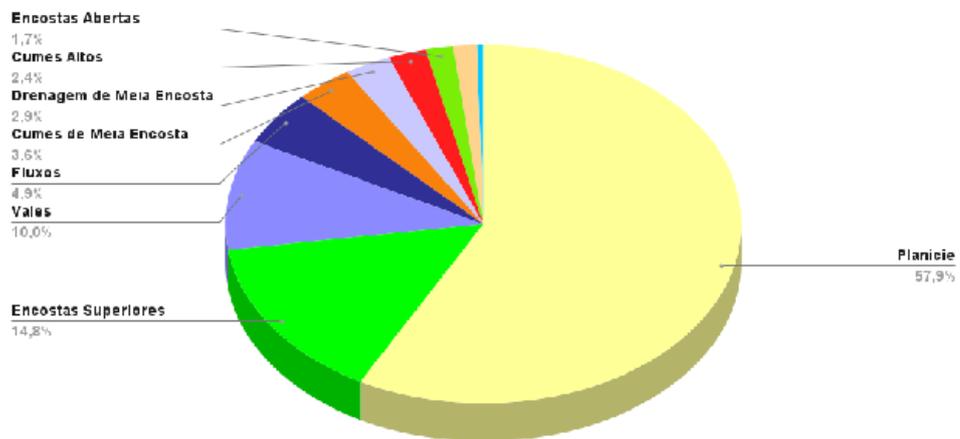
**A)**



**B)**



**C)**



A - LVdf (*Latossolo Vermelho Distroférricos*). B - LVd (*Latossolo Vermelho Distrófico*). C - RQo (*Neossolos Quartzarênicos Órticos*).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As associações observadas entre as formas de relevo e os tipos de solos nas bacias hidrográficas do Amambaí, Iguatemi e Ivinhema, MS, contribuem para uma melhor compreensão das relações solo-paisagem da região e fornecem elementos descritivos importantes para a tomada de decisão por governos em diversas esferas. Além disso, contribuem para o entendimento e controle dos processos erosivos na região, evitando a perda de solo e o assoreamento do Rio Paraná e do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu localizado à jusante.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer o apoio de familiares e amigos. Gostaria de agradecer também aos apoios institucionais da EMBRAPA-SOLOS e a FAPED que contribuem diariamente para a minha formação profissional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- DEMATTÊ, J. A. M., FONGARO, C. T., RIZZO, R., & SAFANELLI, J. L. (2018). Geospatial Soil Sensing System (GEOS3): A powerful data mining procedure to retrieve soil spectral reflectance from satellite images. *Remote Sensing of Environment*, 212, 161-175. doi:10.1016/j.rse.2018.04.047.
- DIEK, S., FORNALLAZ, F., SCHAEPMAN, M. E., & de JONG, R. (2017). Barest Pixel Composite for Agricultural Areas Using Landsat Time Series. *Remote Sensing*, 9(12), 1245. doi:10.3390/rs9121245.
- ESA (European Space Agency). Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model (COP-DEM). Paris, França: ESA, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5270/ESA-c5d3d65>.
- GUISAN, A., WEISS, S.B., and WEISS, A.D. (1999). GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. *Plant Ecology* 143, 107-122.
- KUBOTA, Y., MURATA, H. & KIKUZAWA, K. (2004). Effects of topographic heterogeneity on tree species richness and stand dynamics in a subtropical forest in Okinawa Island, southern Japan. *Journal of Ecology*, 92, 230-240.
- SKENTOS, A. Topographic Position Index Based Landform Analysis of Messaria (Ikaria Island, Greece). *Acta Geographica Bulgarica*, (1), 2018, 53-64. DOI: <https://doi.org/10.18509/AGB.2018.01>
- WEISS, A.D. Topographic Position and Landforms Analysis. poster.
- WILSON, J.P. & GALLANT, J.C. (2000): *Terrain Analysis - Principles and Applications*. John Wiley & Sons, New York.