

# INVESTIGACIÓN APLICADA A LA GESTIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, PARA FINES DE PLANIFICACIÓN URBANA. CASO PILOTO: “EROSIÓN EN LA CIUDAD DE SÃO CARLOS”

*Research applied to geological-geotechnical risk management, for urban planning purposes. Pilot case: “Erosion in the city of São Carlos”*

## **Ileana Carolina Osorio Acosta**

Engenheira Geóloga, Mestre em Engenharia Urbana pelo Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR  
orcid: [0000-0001-7254-1322](https://orcid.org/0000-0001-7254-1322)  
icoa12@gmail.com

## **Orientadora**

### **Denise Balestrero Menezes**

Professora Doutora do Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Univ. Fed. de São Carlos  
orcid: [0000-0003-2962-3028](https://orcid.org/0000-0003-2962-3028)  
denisebm@ufscar.br

## **RESUMEN**

La necesidad de profundizar el análisis de los procesos geológicos de origen combinadas, en áreas urbanizadas, exige la revisión constante de las metodologías a ser utilizadas. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo la construcción de una propuesta metodológica de inserción de datos geotécnicos de subsuelo en la elaboración de una carta de susceptibilidad a procesos erosivos lineares, en una microcuenca de la ciudad de São Carlos- SP, como herramienta fundamental en la gestión de riesgos urbanos.

Inicialmente, se realizó una evaluación evolutiva de las metodologías de cartas de susceptibilidad y riesgo por erosión y deslizamientos ya existentes en el estado de São Paulo, siendo identificados tres grandes grupos: cartas geotécnicas, cartas de susceptibilidad y mapas de riesgos. Dentro de los grupos cartográficos de riesgo y susceptibilidad, fueron resaltados los trabajos que abarcaron procesos erosivos en sus resultados, por ser estos procesos el punto central de nuestro trabajo de investigación. Este levantamiento favoreció la elección del análisis multicriterio en el desarrollo de nuestra propuesta metodológica.

En la secuencia, se procedió a la caracterización del medio físico de la microcuenca del río Mineirinho, en la ciudad de São Carlos- SP, mediante la selección de variables topográficas, antrópicas y geotécnicas consideradas importantes en el desarrollo de procesos erosivos. Fueron escogidas: la pendiente, la curvatura de las laderas, la cobertura y uso de la tierra, la variación vertical de las texturas de los materiales inconsolidados, así como los parámetros geotécnicos de resistencia a la penetración, cohesión, ángulo de fricción interna y densidad o masa específica para cada material, por considerarlos relevantes en el contexto de esta investigación. Para la evaluación de las características geotécnicas de los materiales superficiales existentes en la cuenca estudiada, fueron realizados ensayos de laboratorio (granulometría, densidad, caracterización) e in situ de la resistencia a la penetración. Para este ensayo fue utilizado el penetrómetro de impacto de STOLF. El levantamiento de datos fue completado con la colecta de datos preexistentes de perforaciones geotécnicas, pozos y ensayos de trabajos previos realizados en la región de estudio, constituyendo el primer esfuerzo para la creación de un banco de datos geológico-geotécnico en el Departamento de Ingeniería Civil (DECiv) de la Universidad Federal de São Carlos (UFSCar).

Finalmente, fue generada la carta de susceptibilidad a la erosión en escala 1:15.000 de la microcuenca del río Mineirinho, con detalle (escala 1:2.000) en una región en la que actualmente se están desarrollando procesos erosivos. Se obtuvo como resultado el predominio de la clase de “susceptibilidad alta”, delimitando correctamente las áreas más degradadas, lo que confirma la influencia de las características de los factores condicionantes evaluados (Topográficos, texturales, geotécnicos y antrópicos) en la potencialización de procesos erosivos.

**Palabras Clave:** Caracterización Geotécnica; correlaciones empíricas; erosión lineal.

## **ABSTRACT**

The need to deepen the analysis of geological processes, of combined origin (natural-anthropogenic), in urbanized areas requires a constant review of the methodologies to be

Data da Submissão:  
03junho2022  
Data da Publicação:  
10junho2022

used. In this sense, the present research had as objective the construction of a methodological proposal of insertion of geotechnical data of subsoil in the elaboration of a map of susceptibilities to linear erosive processes, in a microbasin of the city of São Carlos-SP, like a fundamental tool in risk management in urban areas.

Initially, the evolutionary assessment of the susceptibility and risk maps for erosion and landslide already existing in the state of São Paulo was carried out, and three major groups were identified: geotechnical maps, susceptibility maps and risk mapping. Within the cartographic groups of risk and susceptibility, the studies that included erosive features in their results were highlighted, since erosive processes are the central point of our research work. This survey favored the choice of multicriteria analysis in the development of our methodological proposal.

Then, the characterization of the physical environment, the watershed of the Mineirinho river, proceeded through the selection of topographic, anthropic variables and soil attributes (subsoil) considered important in the development of erosive processes. Being chosen: the slope, the curvature of the slopes, the coverage and use of the soil, the vertical variation of the textures of the unconsolidated materials, as well as the geotechnical parameters of resistance to penetration, cohesion, friction angle and specific mass for each material, for consider them relevant in the context of this research. For the evaluation of the geotechnical characteristics of the superficial materials occurring in the studied basin, laboratory and in situ tests of resistance to penetration were carried out, using the STOLF impact penetrometer, as well as the collection and use of pre-existing data from drilling and wells carried out in the study region; constituting the first effort to create a geological-geotechnical database in the UFSCar DECiv.

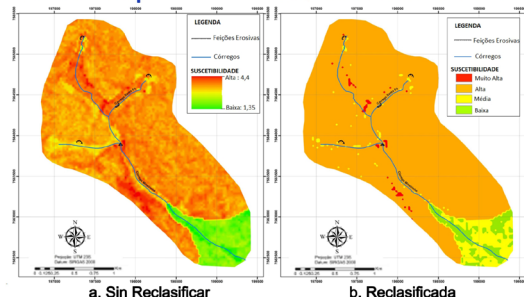
Finally, the 1: 15.000 scale erosion susceptibility map was generated in the Mineirinho river watershed in the city of São Carlos-SP, with detail (1: 2.000 scale) in a region that is currently developing erosion; resulting in the predominance of the "high susceptibility" class, correctly delimiting the most degraded areas, which confirms the influence of evaluated conditioning factors (topographic, textural, geotechnical and anthropogenic) in the potentiation of erosive features.

**Keywords:** Empirical correlations; geotechnical characterization; linear erosion.

## INVESTIGACIÓN APLICADA A LA GESTIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, PARA FINES DE PLANIFICACIÓN URBANA. CASO PILOTO: "EROSIÓN EN LA CIUDAD DE SÃO CARLOS"



### Carta de Susceptibilidad a la erosión, microcuenca río Mineirinho.



#### Conclusión

Esta investigación ofrece una contribución para fortalecer el alcance de la geología urbana a partir del uso de datos del subsuelo preexistentes (perforaciones geotécnicas, pozos, etc.), como fuente de información, no sólo para compensar la muy frecuente inexistencia de afloramientos en el contexto urbano, sino con el propósito de promover la apropiación del patrimonio técnico muy disperso en ciudades en crecimiento. Dentro de ese enfoque, esta disertación reveló las posibilidades que ofrecen los datos del subsuelo como herramienta en la evaluación de la generación de procesos geológicos en áreas urbanas, como en el caso de las erosiones en la microcuenca del río Mineirinho.

Osorio, 2022