

# Validação da RUSLE em solos com uso de produção pecuária ao ar livre

## RUSLE validation in soils with use in outdoor livestock production

Natália Roque<sup>1,2,3,\*</sup>, Carmo Horta<sup>1,2</sup> & António Canatário Duarte<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup> Polytechnic Institute of Castelo Branco, School of Agriculture, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

<sup>2</sup> CERNAS-IPCB Research Centre for Natural Resources, Environment and Society, Polytechnic Institute of Castelo Branco, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

<sup>3</sup> Rural/Polytechnic Institute of Castelo Branco, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

<sup>4</sup> GEOBIOTEC Research Centre GeoBioSciences, GeoTechnologies and GeoEngineering, University of Beira Interior, Rua Marquês de Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã  
(\*E-mail: nroque@ipcb.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.28644>

### RESUMO

Os sistemas de produção de suínos ao ar livre são considerados sistemas de produção mais amigos do ambiente e de maior bem-estar animal, relativamente aos sistemas de produção intensiva em ciclo completo confinado. No entanto, o comportamento dos suínos que continuamente fuçam o solo, bem como as características do clima Mediterrâneo, precipitação concentrada no Inverno e a topografia do terreno são factores que influenciam o impacto destes sistemas na erosão hídrica do solo. Este trabalho visou avaliar a adequação da Equação Universal Revista de Perda de Solo (RUSLE) na previsão das perdas de solo, aplicada a uma área com produção de suínos ao ar livre, por comparação com a perda de solo observada após 17 anos de ensaio. A aplicação da RUSLE evidenciou que o risco de erosão do solo variava de muito a extremamente severo em 96,2% da área, originando uma perda solo média de 502,4 t/ha.ano. A aplicação do modelo RUSLE conduziu ao cálculo de uma perda efectiva de solo de 609,7 t/ha.ano, o que se pode considerar uma boa adesão aos valores observados. Os resultados observados evidenciam ainda que em 3,4% da área houve sedimentação, não estando o modelo RUSLE habilitado a simular esta componente do processo.

**Palavras-chave:** equação RUSLE, erosão do solo, sistema de pecuária intensivo.

### ABSTRACT

Outdoor pig production is considered systems more environmentally friendly and with greater animal welfare, compared to intensive indoor production systems. The Mediterranean region offers good weather conditions for this type of production. However, the behavior of swine that continuously forages the soil, as well as the characteristics of the Mediterranean climate, with the precipitation concentrated in winter as well as the topography of the area are factors that influence the soil erosion in these systems. This work aimed to evaluate the adequacy of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) applied to an area with outdoor pig production, compared to the observed soil loss after 17 years of testing. The application of RUSLE showed that the risk of soil erosion varied from very to extremely severe in 96% of the area, resulting in a soil loss of 502.4 t/ha.year. The RUSLE model agreed with field data which indicated an effective soil loss of 609.7 t/ha.year. Field data also showed that in 3.4% of the area there was sedimentation, a feature that is not provided by RUSLE.

**Keywords:** RUSLE equation, soil erosion, intensive livestock system.

## INTRODUÇÃO

A região Mediterrânea apresenta boas condições climáticas para a instalação de sistemas de produção de pecuária ao ar livre, nomeadamente de produção de suínos. Este, é um sistema bem aceite pelo consumidor pois é-lhe atribuído um menor impacto ambiental e condições de maior bem-estar dos animais. Além disso, apresenta baixos custos de investimento para a sua instalação. No entanto, o comportamento dos suínos, fuçando continuamente o solo e mantendo-o nu durante todo o ano, aumentam o potencial de erosão hídrica do solo, em princípio mais profundamente do que outros sistemas praticados relatados na literatura. Além disso, os invernos chuvosos e frios na região mediterrânica favorecem a perda de solo por erosão.

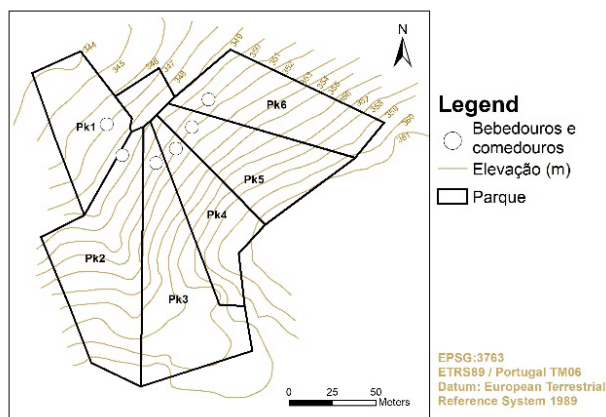
A previsão das perdas de solo por erosão hídrica do solo pela metodologia da Equação Universal Revista de Perda de Solo (RUSLE) (Renard, 1997), tem sido usado para melhorar as práticas de gestão em áreas de produção pecuária. A utilização de parâmetros da RUSLE em conjunto com o mapeamento dos riscos da erosão do solo baseada em SIG permite, além de avaliar o impacto das diferentes utilizações do solo no processo de erosão, ajudar a estabelecer práticas de gestão do solo adequadas a cada situação (Panditharathne *et al.*, 2019).

Assim, neste trabalho, testamos a adequação da RUSLE para avaliar a vulnerabilidade ao risco de erosão hídrica do solo numa área de produção de suínos ao ar livre (PSAR), como descrito em Horta *et al.* (2022). A previsão do potencial de perdas de solo pelo modelo RUSLE será comparada com a perda de solo observada nesta área sob condições edafo-climáticas mediterrânicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de produção de suínos ao ar livre situa-se na região Centro de Portugal. A PSAR tem uma área de 2,24 ha divididos em seis parques (Figura 1). A área experimental tinha em média uma carga de um animal adulto por 1,12 m<sup>2</sup>, com 18 fêmeas adultas e dois machos. Verificaram-se dois partos por porca e por ano, com uma média de cinco leitões por parto. Os leitões são vendidos após 60 dias de nascimento. Esta área não foi cultivada durante o período do ensaio. Os pontos de alimentação e os

bebedouros são fixos (Figura 1), e localizados em pontos de menor elevação dentro de cada parque. O declive da área varia entre 0,14% e 41,2 %.



**Figura 1** - Área de produção de suínos ao ar livre, cercados, comedouros, pontos de alimentação e bebedouros.

A região tem um clima do tipo mediterrânico, com uma temperatura média de 15,0°C e 735 mm de precipitação anual. Há algumas árvores típicas dos montados (*Quercus suber* L.) nos parques 2 e 3, e algumas oliveiras (*Olea europaea* L.) em toda a área.

O solo da área experimental é um Dystric Cambisol de textura franco-arenosa (argila 11,4%, limo 10,3% e areia 78,3%), ácido (pH = 5,1) e relativamente pobre em matéria orgânica (1,4%).

A RUSLE, e a sua versão anterior, USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier & Smith, 1978), calculam a perda média anual de solo através da seguinte expressão multiplicativa:

$A=R \times K \times L \times S \times C \times P$ , onde os factores assumiram os seguintes valores neste estudo: A é a perda anual de solo (ton/ha.ano), R é o factor de erosividade da precipitação (1173 MJ.mm/ha.h.ano), K é o factor de erodibilidade do solo (0,042 ton.h/MJ.mm), L é o factor do comprimento de encosta (adimensional; variável dentro da área de estudo), S é o factor do declive do terreno (adimensional; variável dentro da área de estudo), C é o factor das práticas de cultivo e cobertura do solo (0,5; adimensional), P é o factor das práticas de conservação do solo (1,0; adimensional).

A aplicação do modelo RUSLE a esta área de estudo baseou-se nas seguintes simplificações. Uma vez que se trata de uma área pequena e tem a mesma utilização do solo (regime intensivo de porcos) para o período contínuo de análise, os factores R, K, C e P assumem o mesmo valor em toda a área, e para o factor topográfico (LS), a área total é dividida em quatro sub-áreas com comprimento de encosta semelhante, e o declive do terreno é calculado pela ferramenta ArcGis 10.8 dentro de cada célula pela metodologia do modelo RUSLE.

Foi efectuado um Voo com recurso a Drone, em Fevereiro de 2022. Usou-se o software Pix4D, com o qual se caracterizou-se o SDM (*Superfície Digital Model*), e a partir desse modelo foi criado o STM (*Superfície Terrain Model*), o modelo criado por 3104 imagens com um erro Quadrático médio de (RM-Serror) de 0,029 m.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Previsão da erosão do solo através da equação RUSLE*

A simulação da erosão do solo pelo modelo RUSLE mostra que a maioria da área de estudo está incluída na classe extremamente severa (79,7 %) [35] e muito severa (16,5 %) (Quadro 1); em conjunto estas percentagens representam 96,2% da área total. A perda média de solo em toda a área é de 502,4 ton/ha.ano, o que representa um valor extremamente elevado, e uma perda média de profundidade efectiva do solo de 0,56 m no período de análise (17 anos). Na PSAR avaliada neste estudo, constata-se que a densidade de carga animal é excessiva para as condições topográficas e climáticas da região (20 adultos ao longo do ano, e uma média de 90 leitões durante dois meses por cada parição, durante dois meses do ano). Com um encabeçamento mais baixo em regime extensivo de montado, têm-se observado taxas de erosão muito inferiores e dentro do conceito de sustentabilidade (Pulido *et al.*, 2017).

### *Erosão do solo observada no campo*

A perda de solo observada na área de estudo foi avaliada comparando a diferença entre as altitudes de dois Modelos Digitais de Elevação (DEMs), um

relativo à topografia de 17 anos atrás e o outro relativo à topografia do presente (fevereiro de 2022). Observou-se que a maioria da área (68,5%) apresenta uma perda de profundidade efectiva entre 0,5 e 0,99 m, mas existem áreas com perda extrema de profundidade efectiva (1,99 -2,25 m; 0,2%) e outras em que ocorre sedimentação (0,0 - 1,2 m; 2,0%).

Quanto à perda de solo observada na PSAR verifica-se que é também muito elevada, situando-se 95,4% da área total nas classes de risco de erosão muito e extremamente severo (Quadro 1). A modelação digital do terreno, permitiu também visualizar além da perda de solo, zonas onde, em 3,4% da área, ocorre sedimentação.

**Quadro 1** - Previsão da perda de solo obtida pelo modelo RUSLE, perda de solo observada e classes de risco de erosão (Irvem *et al.*, 2007) na OPP

Erosão do Solo (t/ha.ano)	RUSLE Area (%)	Área (%) Observada em OPP	Classes de risco de erosão
<5	0,2	0,1	Muito baixo
5 – 12	0,2	0	Baixa
12 – 50	0,6	0,5	Moderado
50 – 100	2,8	0,6	Grave
100 – 200	16,5	1,7	Muito severo
>200	79,7	93,7	Extremamente severo

Estas zonas de sedimentação, estão localizadas perto da cabeceira das linhas de água, com um pequeno volume de escoamento superficial. A perda média de solo observada em toda a área é de 609,7 ton/ha.ano, o que representa um valor extremamente elevado, e uma perda média de profundidade efectiva do solo de 0,68 m no período de análise (17 anos).

**Quadro 2** - Sedimentação observada na OPP

Sedimentação do solo (ton/ha.ano)	Area (%) Observada na OPP
<5	0,1
5 – 12	0,4
12 – 50	0,5
50 – 100	0,5
100 – 200	0,7
>200	1,2

## CONCLUSÕES

Comparando a taxa de erosão, observada e simulada, podemos inferir que o modelo RUSLE pode ser utilizado para prever a perda média de solo em áreas de sistemas de produção de suínos ao ar livre. Observou-se que o sistema de produção avaliado apresentava uma carga animal excessiva, podendo ser, nestas condições, considerado um sistema de produção intensivo, com práticas

fortemente degradativas do solo e das massas de água a jusante.

## AGRADECIMENTOS

Esta investigação foi financiada pelo CERNAS-IP-CB [UIDB/00681/2020] apoiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Horta, C.; Roque, N.; Batista, M.; Duarte, A.C. (2022) - Multi-Risk Assessment to Evaluate the Environmental Impact of Outdoor Pig Production Areas: A Case Study. *Agronomy* vol. 12, art. 1898. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081898>
- Irvem, A.; Topaloğlu, F. & Uygur, V. (2007) - Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey. *Journal of Hydrology*, vol. 336, n. 1–2, p. 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.12.009>
- Panditharathne, D.L.D.; Abeysingha, N.S.; Nirmanee, K.G.S. & Mallawatantri, A. (2019) - Application of revised universal soil loss equation (Rusle) model to assess soil erosion in “kalu Ganga” River Basin in Sri Lanka. *Applied and Environmental Soil Science*, vol. 2019, art. 4037379. <https://doi.org/10.1155/2019/4037379>
- Pulido, M.; Schnabel, S.; Contador, J.F.L.; Lozano-Parra, J. & Gómez-Gutiérrez, Á. (2017) - Selecting indicators for assessing soil quality and degradation in rangelands of Extremadura (SW Spain). *Ecological Indicators*, vol. 74, p. 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.016>
- Renard, K.G. (1997) - *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. United States Government Printing.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978) - *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning* (Issue 537). Department of Agriculture, Science and Education Administration.