



HAL
open science

Dados e indicadores para avaliar e mapear a saúde do solo

Antonio Bispo, Stefano Mocali, Fenny van Egmond, Jack Faber, Isabelle Cousin, Maria Fantappiè, Claire Chenu

► To cite this version:

Antonio Bispo, Stefano Mocali, Fenny van Egmond, Jack Faber, Isabelle Cousin, et al.. Dados e indicadores para avaliar e mapear a saúde do solo. EJP Soil: O Solo: Indicadores da sua qualidade e boas práticas agrícolas no contexto de alterações climáticas - alguns resultados recentes, EJP Soil; Instituto Nacional de Veterinária, I.P. Investigação Agrária e Veterinária, Mar 2024, Herdade Monte de Santo Isidro, Portugal. hal-04573092

HAL Id: hal-04573092

<https://hal.inrae.fr/hal-04573092>

Submitted on 13 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Dados e indicadores para avaliar e mapear a saúde do solo

António Bispo, Stéfano Mocali, Fenny van Egmond, Jack Faber,
Isabelle Cousin, Maria Fantappié and Claire Chenu

EJP SOIL WP2 e 6, SIREN, SERENA e MINOTAUR

Eu vou falar sobre:

- ❑ **Atividades no âmbito do EJP SOIL**
- ❑ **Definições: o que é a saúde do solo?**
- ❑ **Dados recomendados para avaliar a saúde/degradação do solo**
- ❑ **Dados disponíveis nos países da EU**
- ❑ **Mapeamento das propriedades e da degradação do solo**
- ❑ **Conclusões**

EJP SOIL ?

- ❑ Um **Programa Conjunto Europeu, Cofinanciado**, para a Gestão dos Solos Agrícolas que contribui para os principais desafios sociais, incluindo as alterações climáticas, a água e a segurança alimentar futura.
- ❑ O consórcio EJP SOIL é constituído por **26 parceiros de 24 países** assegurando uma grande representação de países europeus.
- ❑ O principal objetivo do EJP SOIL é desenvolver uma estrutura sustentável para uma **comunidade integrada** de investigadores e outros actores que trabalham em aspetos relacionados com a gestão do solo agrícola.



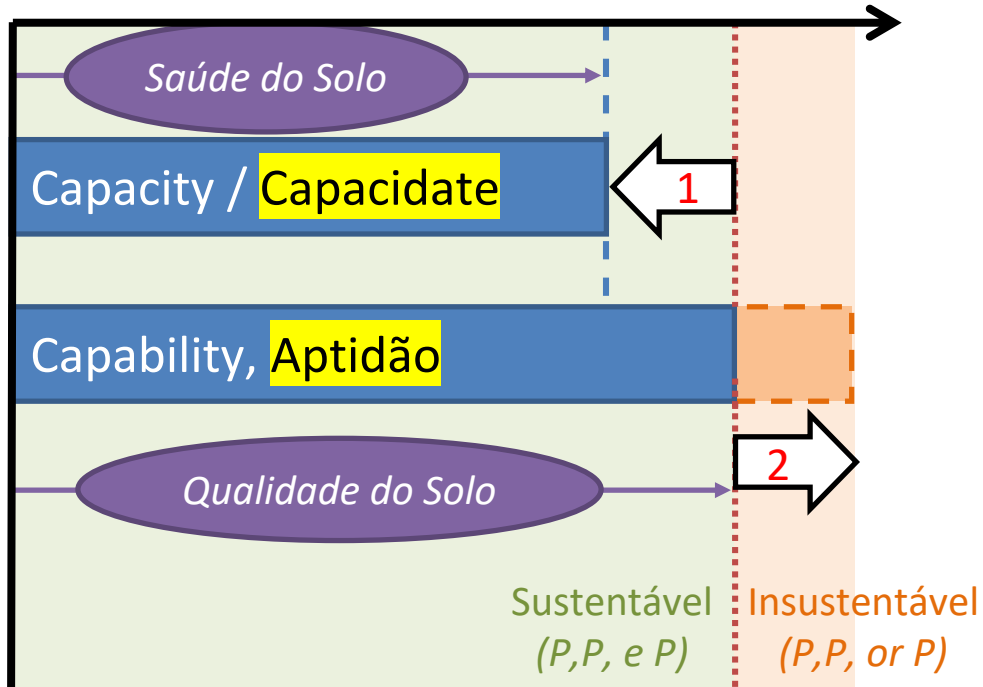
www.ejpsoil.eu

Exemplos de atividades e projetos do EJP SOIL ligados à avaliação da saúde do solo

- ❑ **WP6:** inventário dos dados/indicadores/redes de monitorização dos solos/mapas de solos existentes para a UE
- ❑ **SIREN:** definição de conceitos (incluindo saúde do solo), indicadores já implementados, seleção de indicadores (conjunto mínimo de dados para harmonização na UE)
- ❑ **SERENA:** identificar e testar, a nível nacional e da UE, um conjunto de indicadores para avaliar e mapear os serviços dos ecossistemas e as ameaças ao solo
- ❑ **MINOTAUR:** identificar indicadores biológicos para avaliar e mapear a biodiversidade do solo à escala da UE

Como vemos a saúde do solo em comparação com a qualidade do solo?

Nível de prestação de serviços dos ecossistemas



1. A atual degradação do solo, práticas de gestão, alterações climáticas, etc. limitam a prestação de SE

2. As propriedades de contexto (por exemplo, tipo de solo e uso da terra) definem o potencial.

O aumento da prestação de serviços dos ecossistemas é possível através da utilização de fertilizantes, pesticidas, lavoura intensiva e outras práticas de gestão, mas conduz a maiores compensações para outros serviços, para outras pessoas, noutros locais ou mais tarde.

*Sustentabilidade do uso da terra em termos de pessoas, planeta, lucro (P,P,P)
 “Nenhum impacto negativo no fornecimento futuro de serviços ecossistémicos e nenhum aumento de compensações”*

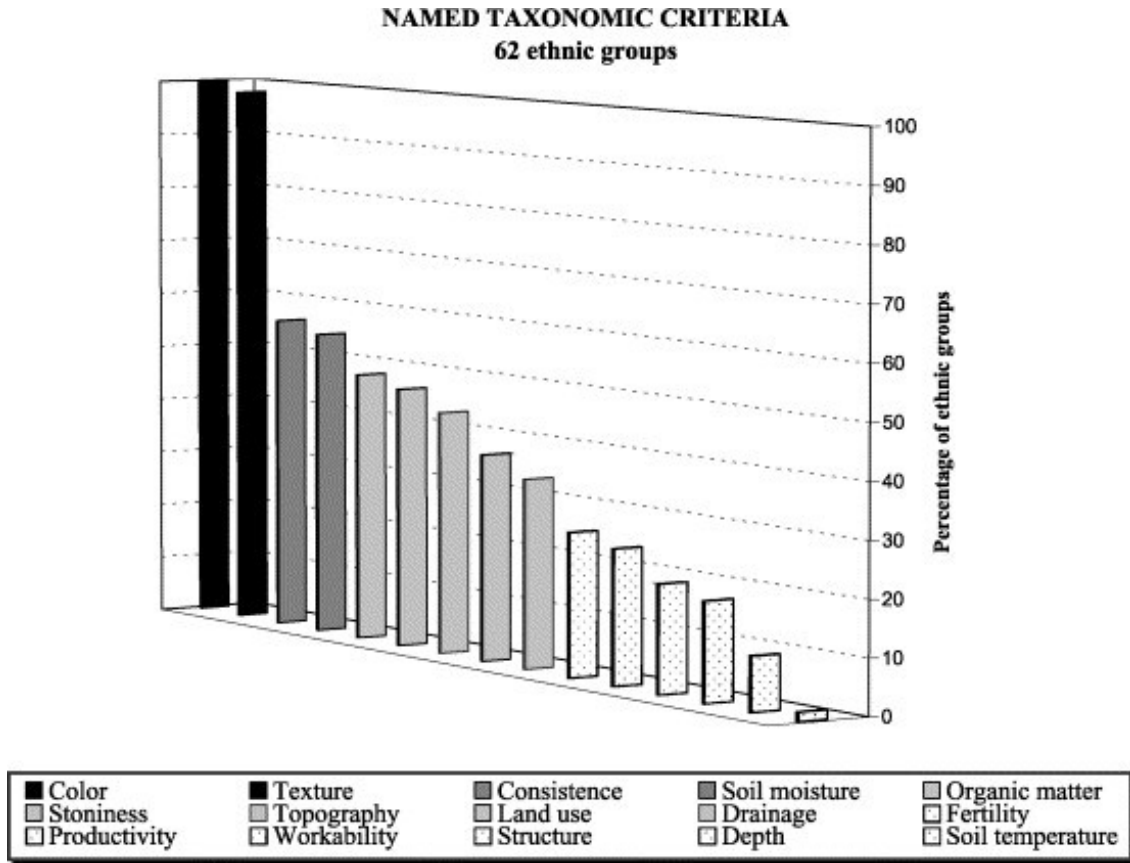
<https://ejpsoil.eu/soil-research/siren>

- Report
- Video presentation
- Policy brief

Como podemos medir a saúde do solo?

- ❑ **Tal como para os seres humanos, a saúde pode ser difícil de definir**
- ❑ **De um ponto de vista prático:**
 - ✓ **Medimos o estado do solo com indicadores**
 - ✓ **Comparamos esses indicadores com valores limite (procurando por qualquer degradação)**
 - ✓ **E se nenhuma degradação for monitorizada então supomos que o solo é saudável**
- ❑ **Identificar áreas saudáveis/não saudáveis significa identificar áreas com/sem degradação (uma vez que ainda é difícil avaliar os serviços dos ecossistemas fornecidos pelos solos)**

Indicadores do solo na literatura



Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people
N. Barrera-Bassols et J.A. Zinck, *Geoderma*, 2003

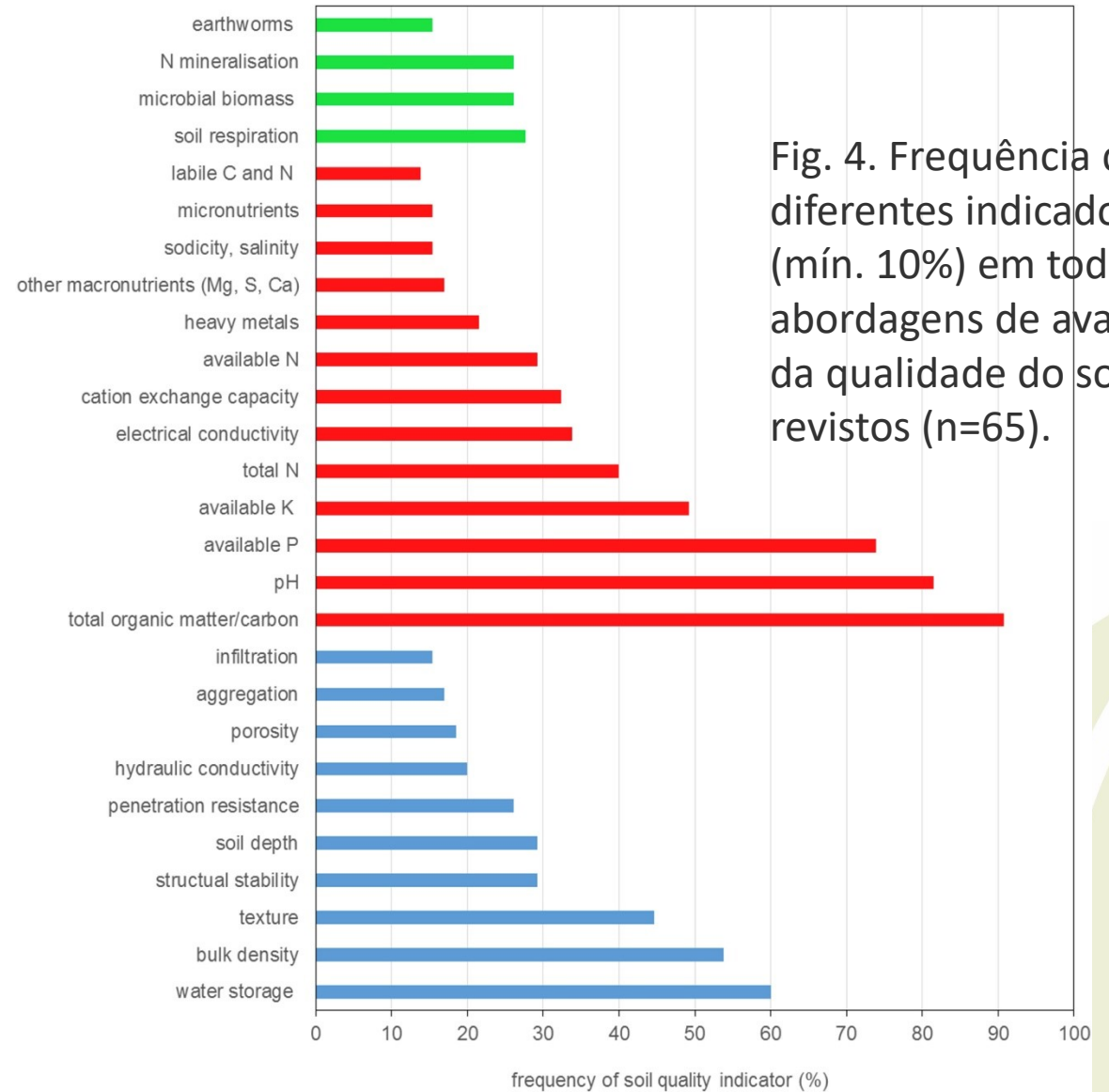
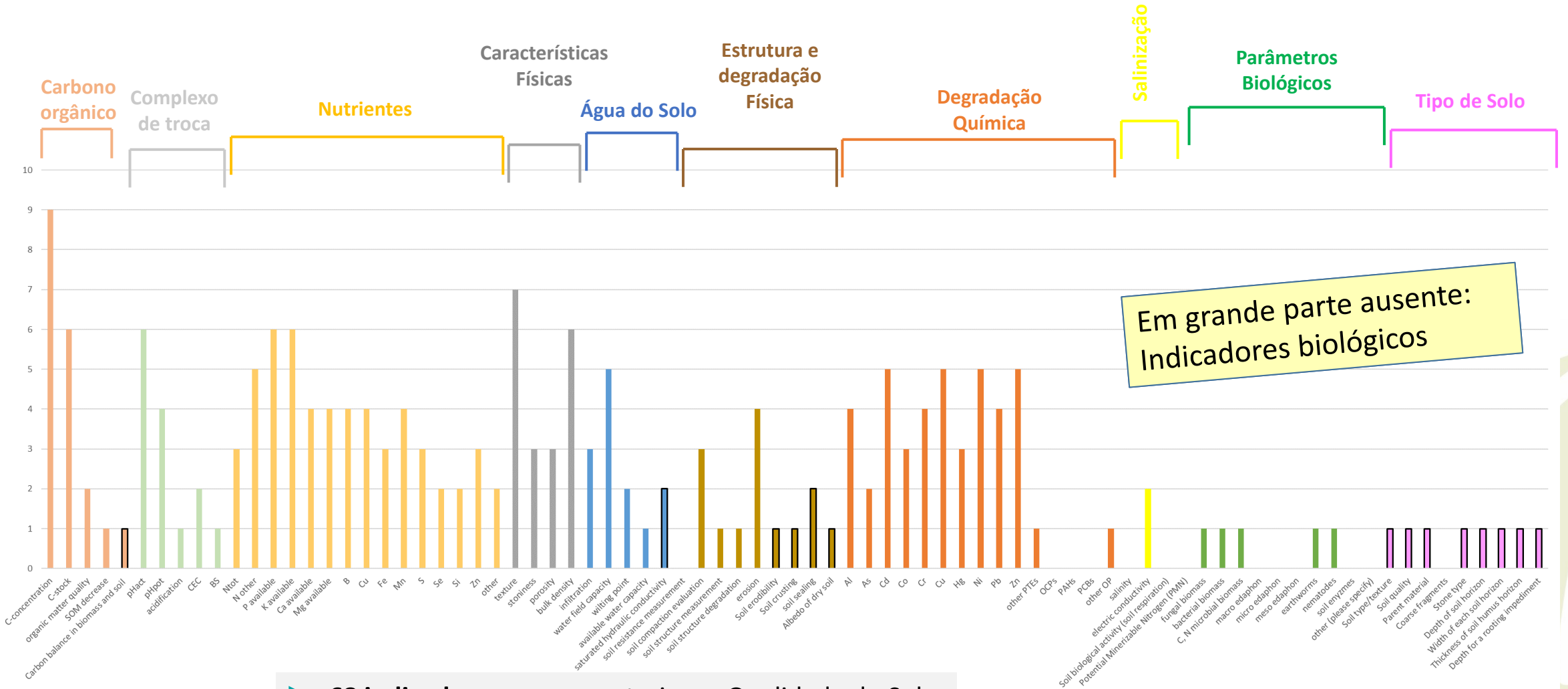


Fig. 4. Frequência de diferentes indicadores (mín. 10%) em todas as abordagens de avaliação da qualidade do solo revistos (n=65).

Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., De Goede, R., ... & Brussaard, L. (2018). Soil quality—A critical review. *Soil biology and biochemistry*, 120, 105-125.

Indicadores usados nos Estados Membros



- ▶ **68 indicadores** para caracterizar a Qualidade do Solo
- ▶ **Top 3** : [C], textura, [N] [P] [Bd]
- ▶ **Indicadores Biológicos** ainda raramente utilizados
- ▶ **Poluentes orgânicos** não utilizados

Indicadores recomendados na UE e política global

| ST/SEs | indicador | N de documentos | Exemplos de documentos |
|---|--|-----------------|--|
| Perda de Carbono orgânico no solo (SOC) | Stock de SOC | 9 | SDG13, SDG 15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Biodiv. Strat., Soil Strat., Forest Strat. |
| | Concentração de SOC | 7 | SDG13, SDG 15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Biodiv. Strat., Soil Strat., Forest Strat. |
| Erosão do solo | Perda de solo pelo vento/ erosão pela água | 6 | UNCCD, SDG 15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Biodiv. Strat., Forest Strat. |
| Perda de diversidade | Densidade de ocorrência de minhocas | 6 | SDG2, SDG15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Biodiv. Strat., Soil Strat., Forest Strat. |
| | Índices de biodiversidade | 6 | SDG2, SDG15, FAO-ITPS: SSM, Forest Strat. |
| | Valores de biomassa microbiana | 6 | SDG2, SDG15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Forest Strat. |
| Controlo da poluição ambiental | Concentração de poluentes | 8 | SDG15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Farm2Fork, Biodiv. Strat., Soil Strat., |
| GHG e regulação climática/ sequestro de C | Emissões de Gases com Efeito Estufa (GHG) | 10 | SDG13, SDG15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Farm2Fork, EU Climate Law, Soil Strat., Forest Strat. |
| | Sequestro potencial de C | 7 | SDG15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Farm2Fork, Biodiv. Strat., EU Climate Law, Forest Strat. |
| Habitat para a biodiversidade | Diversidade/riqueza | 6 | SDG15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Soil Strat., Forest Strat. |
| Controlo da erosão | Taxas de erosão do solo | 6 | SDG13, SDG15, FAO-ITPS: SSM, EU Mission, Biodiv. Strat., Forest St |

Lista do “conjunto de dados mínimo” para a monitorização harmonizada da Qualidade do Solo (SQ) em toda a Europa

Critério:

- Relevante para a política da EU
- >50% EM
- >30% Literatura ciência
- Aplicados em projetos da UE

Dados da biodiversidade

- Estruturais
- Funcionais

> MINOTAUR

| Indicador de política | Indicador da Qualidade do Solo |
|-------------------------|---|
| Condição Física do Solo | Textura, Porosidade, Densidade aparente |
| Fertilidade do Solo | Concentração de C N Total P K pH |
| Avaliação da Erosão | Baseada em cálculo |
| Salinidade | Condutividade elétrica |
| Contaminação | Metais pesados micro elementos |
| Outros contaminantess | <i>Recomendado para ser incluído num primeiro nível *</i> |
| Biodiversidade do Solo | |
| Regulação da água | |

Com base na nossa estratégia de seleção, observamos omissões significativas em relação aos indicadores de biodiversidade do solo, contaminação orgânica e regulação/filtragem da água. Como os dados sobre as condições do solo nestas áreas são exigidos pelas políticas e pelas partes interessadas e os métodos (padronizados e também novos) estão cientificamente disponíveis, recomendamos incluir também indicadores relevantes neste conjunto de dados mínimo de primeiro nível. Com base no nosso inventário e análises, ainda é impossível selecionar qualquer um sem fazer escolhas subjetivas, o que queríamos evitar.

| Nível de prioridade | Indicadores recomendados | | Breve descrição | Metodologia | Custo estimado/amostra (amostragem não incluída) | Sensibilidade aos processos de degradação |
|--|--------------------------------|---------------------------------|---|--|--|--|
| <div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 5px; transform: rotate(-2deg); display: inline-block;">Prioridade Alta</div> Nível I | Indicadores funcionais | Biomassa microbiana C | Quantidade de biomassa microbiana por grama de solo | ISO 14240-1:1997 ISO 14240-2:1997 | 20-30€ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Declínio do Teor de Carbono Orgânico no Solo (SOC) 2. Desertificação 3. Erosão 4. Impermeabilização do Solo e urbanização 5. Poluição e salinização 6. Compactação |
| | | Respiração microbiana | Produção de CO ₂ por quantidade de solo | ISO 16072:2002 | 20-30€ | |
| | | Atividade enzimática | Medição de diversas atividades de hidrólise no solo | ISO 20130:2018 ISO/TS 22939:2019 | 20-80€ | |
| | Indicadores estruturais | Macrofauna (minhocas) | Diversidade funcional e estrutural | ISO 23611-1:2018 | 30-140€ | |
| | | Mesofauna | Diversidade funcional e estrutural | ISO 23611-2:2006 QBS-ar (Parisi et al., 2005) | 75-140€ | |
| | | Nemátodos | Diversidade funcional e estrutural | ISO 23611-4:2006 | 30-40€ | |
| | | Microbiota (bactérias e fungos) | Diversidade estrutural do microbiota do solo | DNA metabarcoding (ISO 11063:2020) and Plassart et al., 2012 | 75-100€ (para cada alvo) | |

Todos os indicadores do nível I devem ser padronizados, comprovados cientificamente e com boa relação custo-benefício

Proposta de sistema de indicadores biológicos de dois níveis: Nível I

| Nível de prioridade | Indicadores recomendados | Breve descrição | Metodologia | Custo estimado/amostra (amostragem não incluída) | Sensibilidade aos processos de degradação | |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|--|---|--|
| Nível I I | Indicadores funcionais | Biomassa microbiana C | Quantidade de biomassa microbiana por grama de solo | ISO 14240-1:1997 ISO 14240-2:1997 | 20-30€ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Declínio do Teor de Carbono Orgânico no Solo (SOC) 2. Desertificação 3. Erosão 4. Impermeabilização do Solo e urbanização 5. Poluição e Salinização 6. Compactação |
| | | Respiração microbiana | Produção de CO2 por quantidade de solo | ISO 16072:2002 | 20-30€ | |
| | | Atividade enzimática | Medição de diversas atividades de hidrólise no solo | ISO 20130:2018 ISO/TS 22939:2019 | 20-80€ | |
| | Indicadores estruturais | Macrofauna (minhocas) | Diversidade funcional e estrutural | ISO 23611-1:2018 | 30-140€ | |
| | | Mesofauna | Diversidade funcional e estrutural | ISO 23611-2:2006 QBS-ar (Parisi et al., 2005) | 75-140€ | |
| | | Nemátodos | Diversidade funcional e estrutural | ISO 23611-4:2006 | 30-40€ | |
| | | Microbiota (bactérias e fungos) | Diversidade estrutural do microbiota do solo | DNA metabarcoding (ISO 11063:2020) and Plassart et al., 2012 | 75-100€ (for each target) | |

Recomendados para a Lei de Monitorização do Solo (SML)

Nível I I

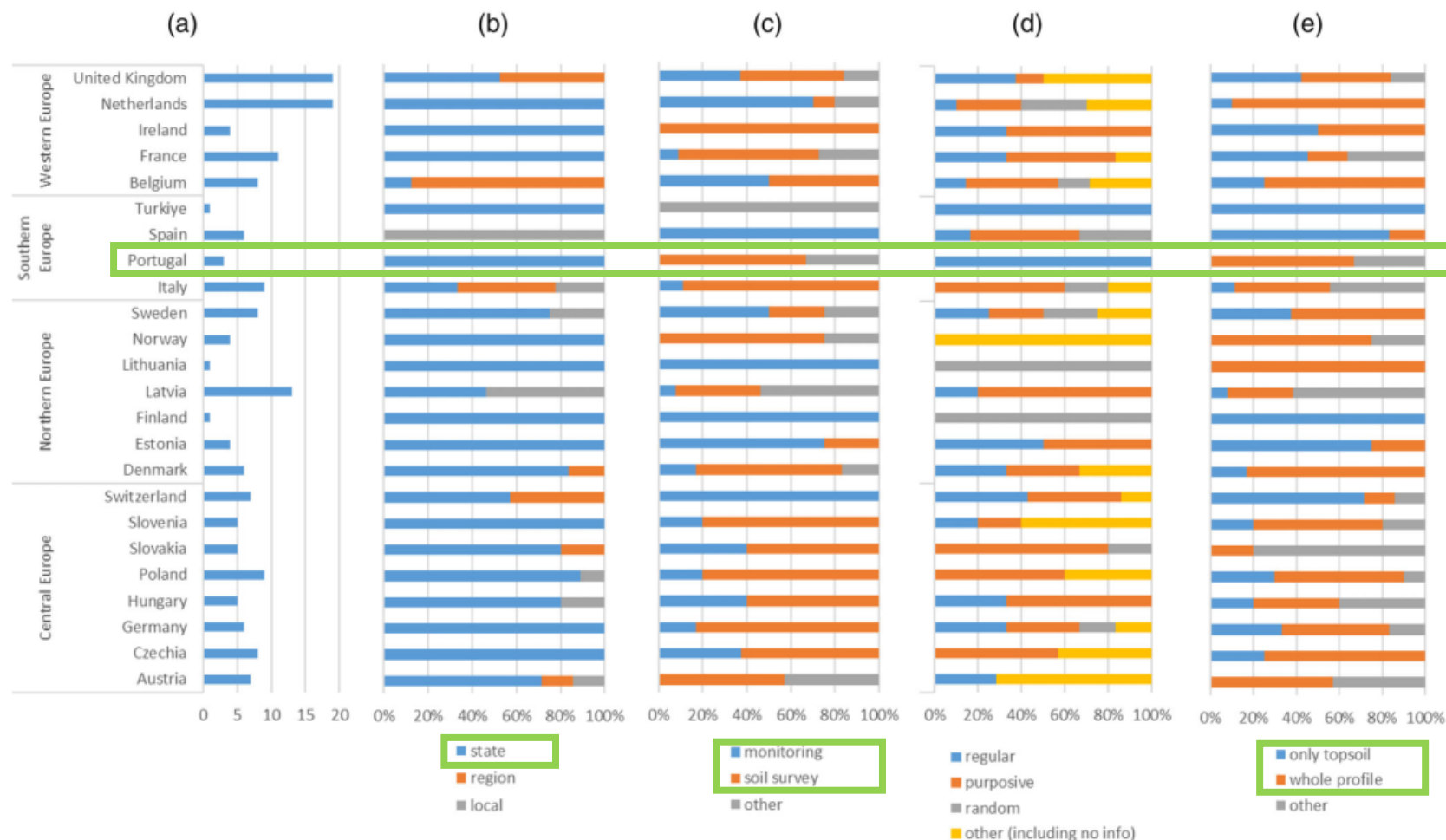


FIGURE 2 Characteristics of the soil databases identified in each participating European country. (a) Number of soil databases identified; (b) scale covered by the identified soil databases; (c) type of survey; (d) type of sampling scheme; (e) sampling depth. Note that not all existing databases were reported by the different countries. Germany for example only reported national databases on agricultural soils.

- Dados recolhidos principalmente a nível nacional
- Dados de programas nacionais de reconhecimento dos solos/mapeamento e monitorização
- A frequência da colheita depende do EM
- Dados sobre solo superficial e subsolo

Cornu, S., Keesstra, S., Bispo, A., Fantappie, M., van Egmond, F., Smreczak, B., ... & Chenu, C. (2023). National soil data in EU countries, where do we stand?. *European Journal of Soil Science*, 74(4), e13398

Propriedades do Solo disponíveis

- ❑ **Propriedades perenes normalmente disponíveis (ex., profundidade do solo, textura, CaCO₃...)**
- ❑ **Propriedades disponíveis ligadas à fertilidade química do solo (ex., macro/micronutrientes, SOC)**
- ❑ **Parâmetros físicos (ex., infiltração, capacidade de retenção de água) e biológicos menos disponíveis**

Cornu, S., Keesstra, S., Bispo, A., Fantappie, M., van Egmond, F., Smreczak, B., ... & Chenu, C. (2023). National soil data in EU countries, where do we stand?. *European Journal of Soil Science*, 74(4), e13398

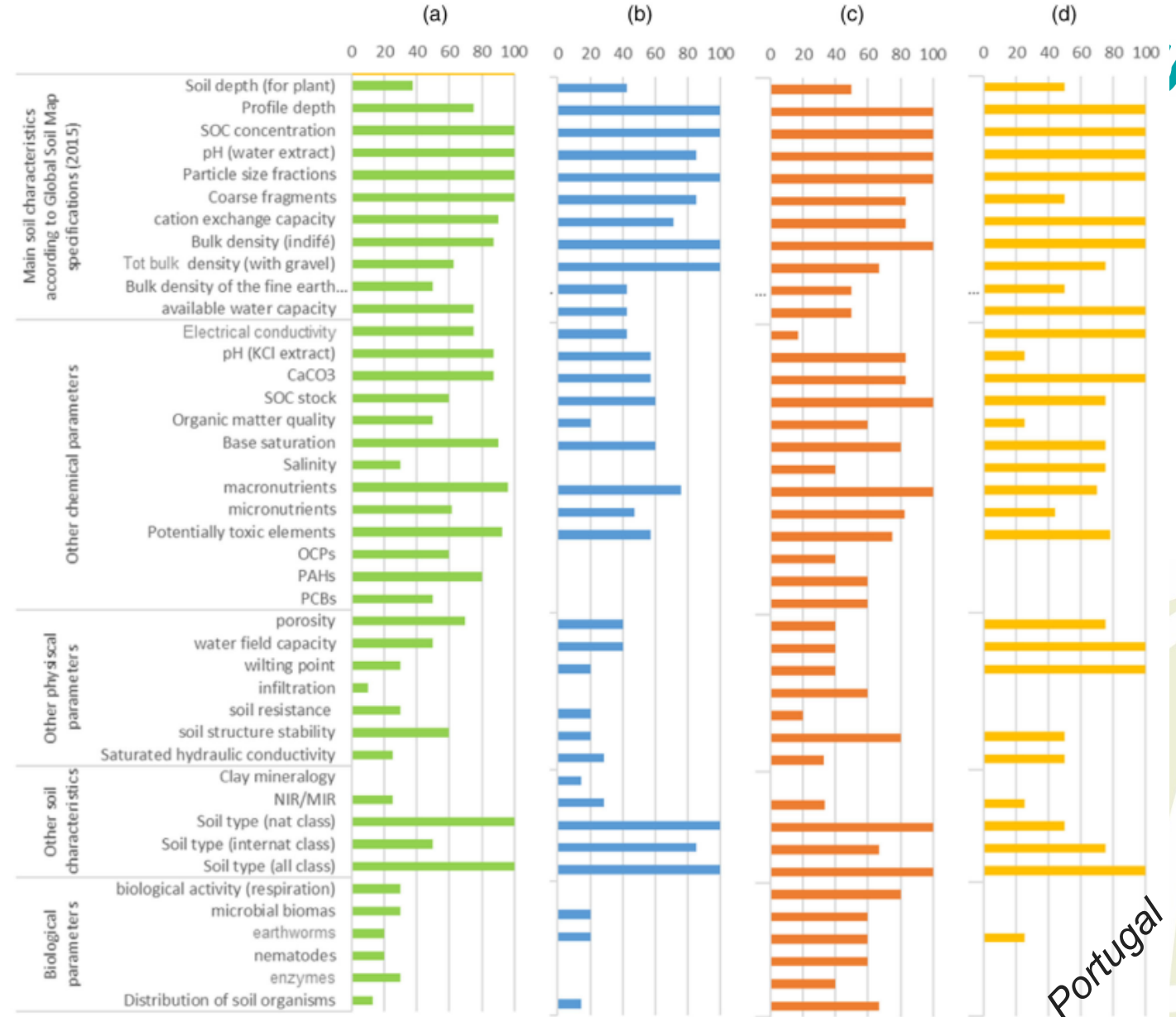


FIGURE 6 Percentage of countries participating to EJP SOIL in the different geographical zones ((a) Central Europe; (b) Northern Europe; (c) Western Europe; and (d) Southern Europe including Türkiye) that includes the different soil parameters in the soil databases they reported in this study. Note that some countries reported only national homogenized soil databases, while other reported local soil databases as long-term experiments.

Portugal

Zoom nos Sistemas de Monitorização do Solo (SMS)

• Questionário do EJP SOIL

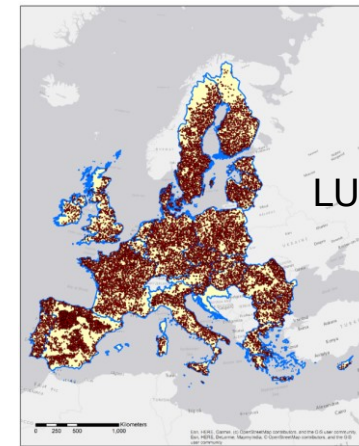
- 20 países responderam de 24
- Turquia e Portugal não têm SMS
- Poucos países têm vários sistemas de monitorização (e.g. geridos à escala regional, agricultura vs floresta, monitorização de oligoelementos vs parâmetros agrícolas)
- Os primeiros programas de monitorização começaram na década de 80, terminando com diferentes campanhas de amostragem (muita informação disponível)
- E o reconhecimento LUCAS da camada superficial do Solo

• Mas é difícil comparar e usar os dados em conjunto...

- Estratégias de amostragem diferentes,
- Métodos analíticos diferentes



Monitoring in MS



LUCAS Top Soil

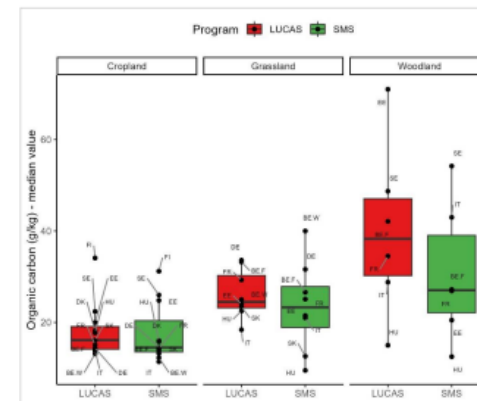


Figure 1. Comparison of measured soil Organic Carbon content between the LUCAS and national Soil Monitoring System (SMS) campaigns depending on land cover for ten countries (BE: Belgium with BE.F: Flanders and BE.W: Wallonia; DE: Germany; DK: Denmark; EE: Estonia; FI: Finland; FR: France; HU: Hungary; IT: Italy; SE: Sweden; and SK: Slovakia)

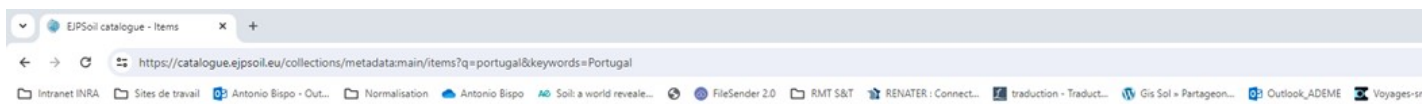
EJP SOIL Policy Brief
SOIL MONITORING SYSTEMS
 Challenges / recommendations towards harmonization

INTRODUCTION
 Soil is a key resource for food and environmental protection. To ensure its health and productivity, it is essential to monitor its quality and health. Soil monitoring systems (SMS) are essential tools for this purpose. However, the lack of harmonized SMS across EU member states hinders the effective use of soil data for policy-making and research. This policy brief aims to identify the challenges and provide recommendations for harmonizing SMS across the EU.

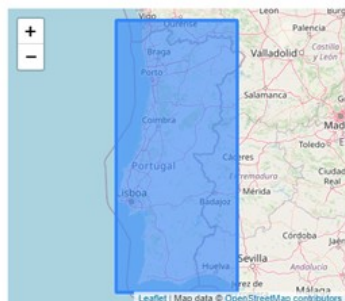
CHALLENGES
 The main challenges identified are:
 • Differences in sampling strategies, designs and protocols make soil data difficult to compare across countries and with LUCAS data.
 • Inconsistent data collection methods and procedures across countries make it difficult to combine data from different SMS.
 • Limited availability of soil monitoring data for policy-making and research.
 • Lack of harmonized SMS across EU member states hinders the effective use of soil data for policy-making and research.

RECOMMENDATIONS
 To address these challenges, the following recommendations are proposed:
 • Develop a common framework for SMS across the EU, including common objectives, sampling strategies, and data management protocols.
 • Encourage the use of LUCAS as a reference SMS for soil monitoring across the EU.
 • Promote the development of harmonized SMS for specific land cover types and regions.
 • Enhance data sharing and interoperability between different SMS.
 • Support the development of soil monitoring capacity in EU member states.

Dados disponíveis à escala da UE – por ex. para Portugal



Home / Collections / EJPSoil catalogue / Items JSON | About | Contact



- Country
- > Portugal
- EJP Soil
- > AGROECoseqC
- > CLIMASOMA
- > CarboSeq
- > EJP Soil
- > EnergyLink
- > INSURE

| Title | Type | Date |
|---|---------|------------|
| INFOSOLO - Soil Profile Data for Portugal The INFOSOLO legacy database is the first effort to develop a soil information system in Portugal, suitable to compile soil data produced in the country, and to support stakeholders and land managers in decision-making. The current version includes..... | dataset | 2024/03/11 |
| ICP Forests level I plots in Portugal 1) Soil profile sampling. And, also, 2) Sampling at fixed depths, 3 pits until 80 cm and 2 small pits until 20 cm depth located in the 4 cardinal points of each plot. Composite soil sample of 12-14 subsamples per depth; for Bulk density, only, 5..... | dataset | 2024/03/06 |
| SIR - Irrigation Information System ... | dataset | 2024/03/11 |
| COS 2018, 2018 Land Use and Soil Occupation Map for Portugal (Carta de Uso e Ocupação do Solo para 2018) COS was made in 1995 and has been updated several times. COS is a mapping of polygons, representing units of occupation/use of the homogeneous soil. Land occupation/use unit means any area of terrain greater than or equal to the defined minimum..... | dataset | 2024/03/11 |
| PROPSOLO soil hydraulic properties of portuguese soils soil profile sampling... | dataset | 2024/03/11 |

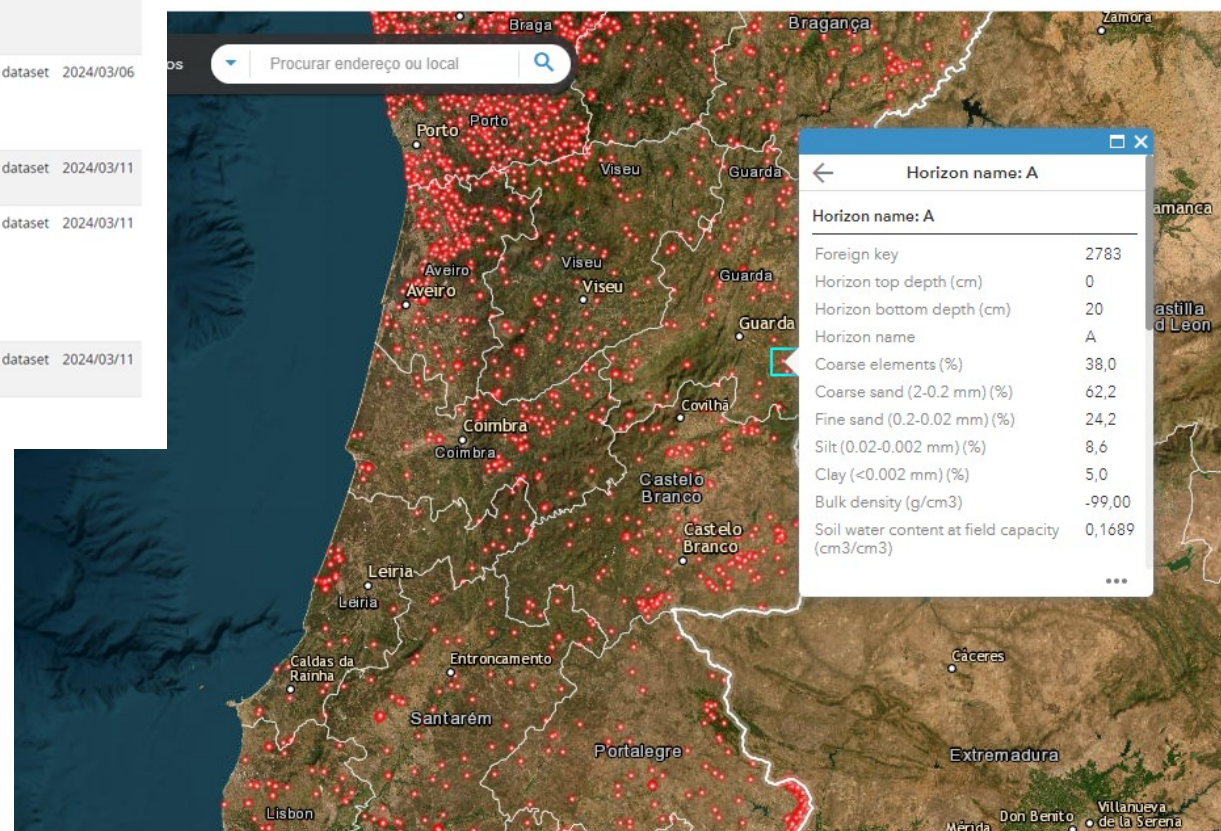
Showing 5 of 5 results. [Prev](#) [Next](#)

Table 1. Institutions responsible for the data included in INFOSOLO.

| Institutions | Number of soil profiles | Frequency (%) |
|--|-------------------------|---------------|
| Direcção Geral de Agricultura e do Desenvolvimento Rural | 733 | 21.2 |
| Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte | 1233 | 35.6 |
| Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas | 103 | 3.0 |
| Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária | 622 | 18.0 |
| Instituto Superior de Agronomia | 79 | 2.3 |
| Joint Research Centre | 465 | 13.4 |
| Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo | 4 | 0.1 |
| Universidade de Évora | 30 | 0.9 |
| Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro | 192 | 5.5 |

Ramos, T. B., Horta, A., Gonçalves, M. C., Pires, F. P., Duffy, D., & Martins, J. C. (2017). The INFOSOLO database as a first step towards the development of a soil information system in Portugal. *Catena*, 158, 390-412.

viewer/index.html?id=17574ca60800415dace9a6369ac53208



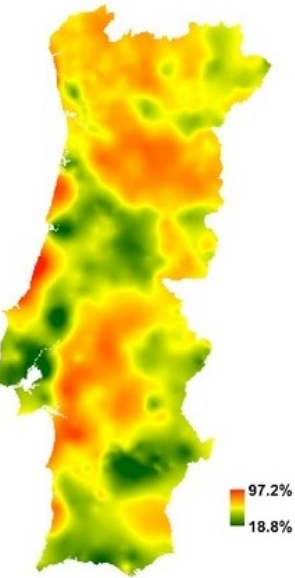
<https://portalgeo.inia.pt/portal/apps/webappviewer/index.html?id=17574ca60800415dace9a6369ac53208>

Mapeamento das propriedades e degradações do solo

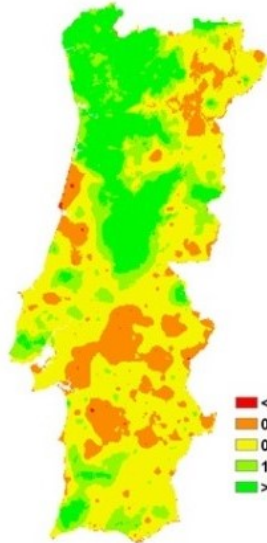
Propriedades do Solo

% Sand

% OC



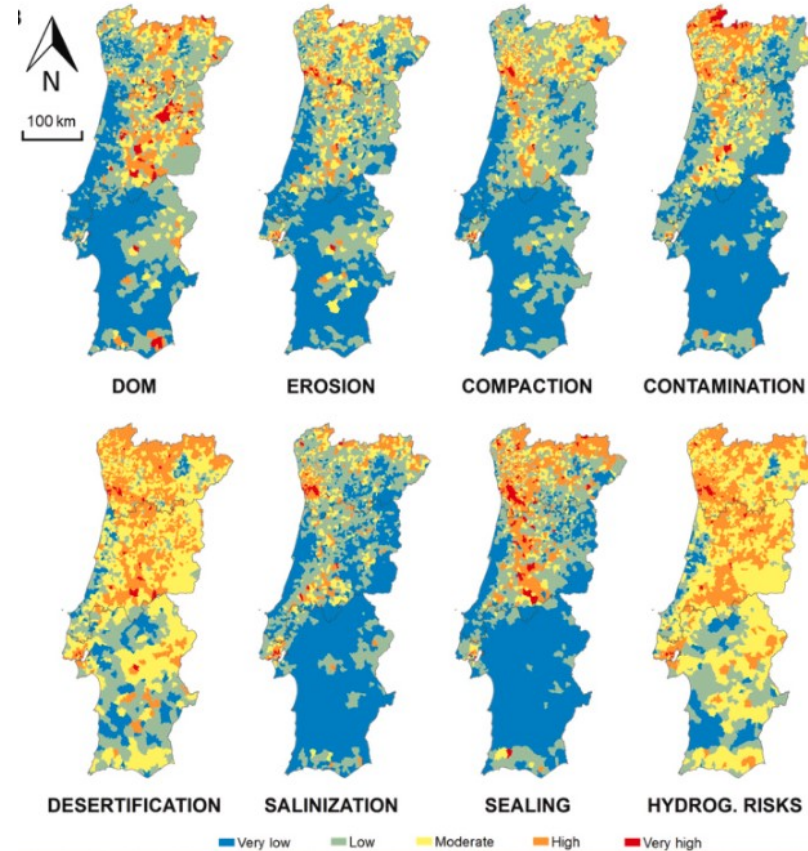
97.2%
18.8%



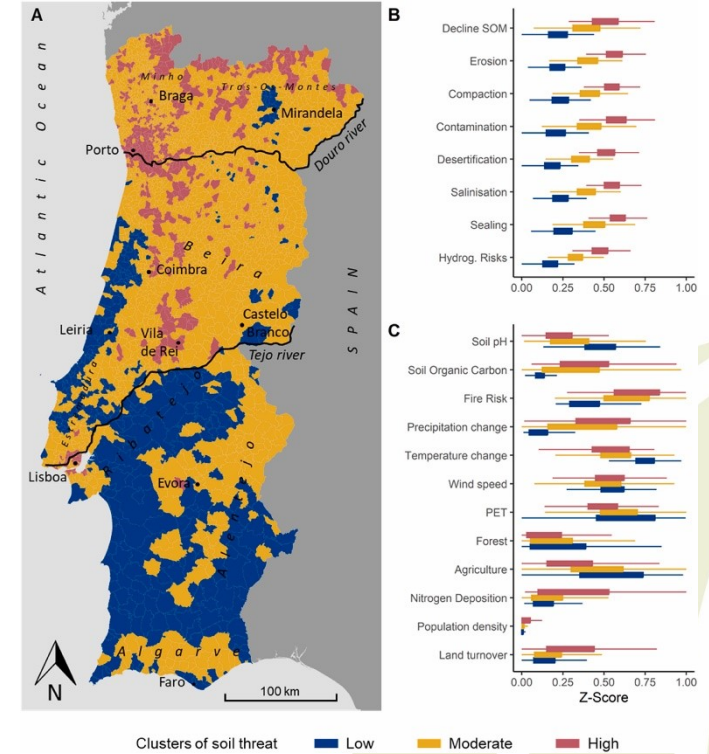
< 0.3
0.31 - 0.9
0.91 - 1.7
1.8 - 2.6
> 2.7

<https://portalgeo.iniav.pt/portal/apps/webappviewer/index.html?id=17574ca60800415dace9a6369ac53208>

Degradação do Solo



Degradações do Solo acumuladas



Conclusões

- ❑ **Os dados sobre as propriedades básicas do solo estão disponíveis a nível nacional e da UE** (note que combinar dados nacionais e do UE-LUCAS não é fácil)
- ❑ **A avaliação e o mapeamento das ameaças ao solo são viáveis**
- ❑ **Trabalhar na avaliação da saúde do solo** (ou seja, medir os serviços dos ecossistemas fornecidos pelos solos) **é mais complexo**
 - ❑ Requer a medição de **novos dados** (e.g. parâmetros biológicos, indicadores funcionais como a infiltração da água no solo)
 - ❑ Foi feita uma **proposta para um “conjunto de dados mínimo”** (incluído na SML)
 - ❑ A **implementação de sistemas de monitorização** do solo é fundamental para tornar possível detetar mudanças e identificar tendências