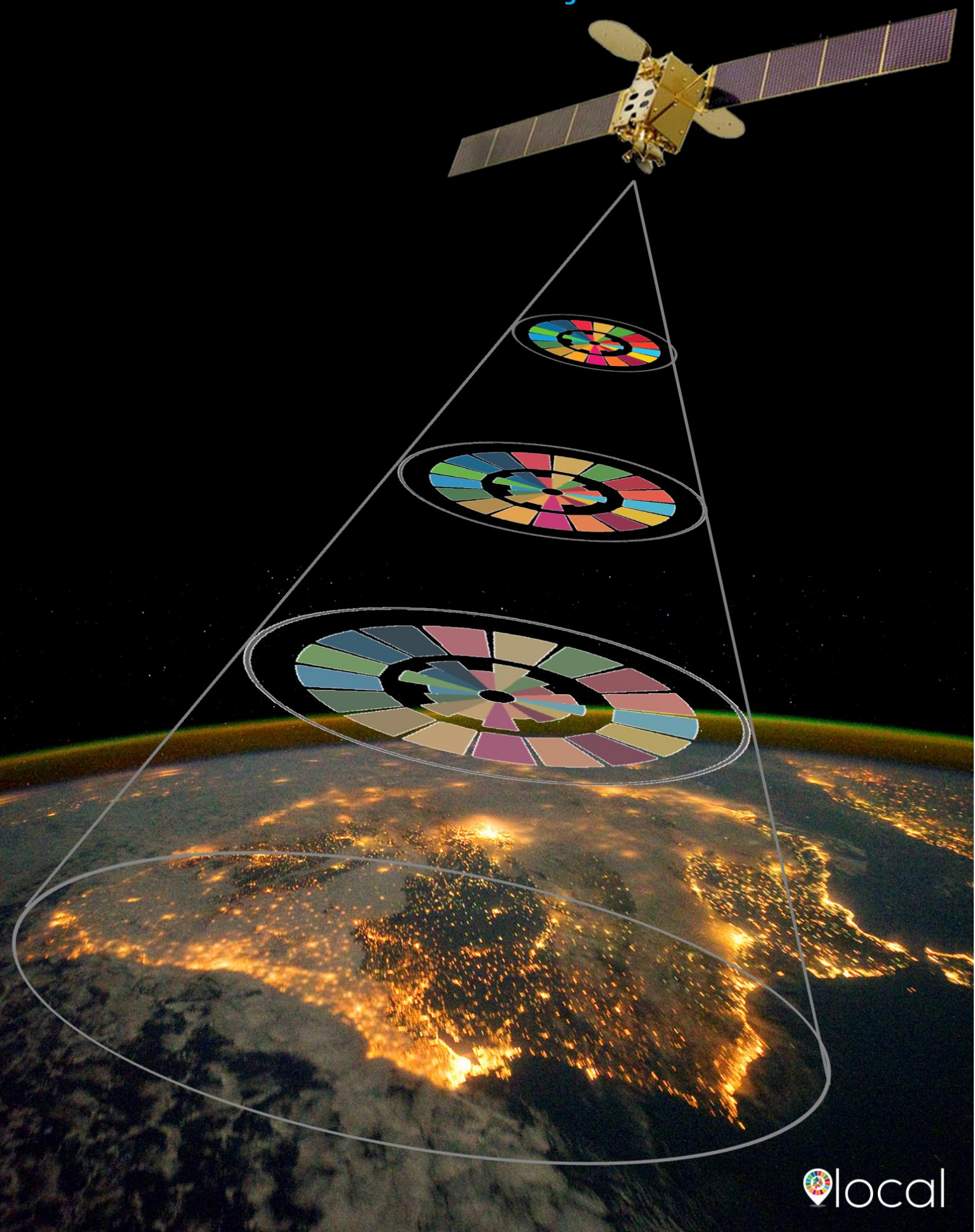


OBSERVAÇÃO DA TERRA PARA OS ODS

LOCALIZAR INFORMAÇÃO ESPACIAL



OBSERVAÇÃO DA TERRA PARA OS ODS LOCALIZAR INFORMAÇÃO ESPACIAL



**Seleção e caracterização de indicadores baseados
em Sistemas de Observação da Terra relevantes
para a Plataforma ODSlocal**

Relatório técnico

2024

Autores: Gomes, A., Avelar, D., Garrett, P., Guerreiro, A., Silva, R., Ulm, F., Vieira, P.

Revisão: Ferrão, J., Silveira, S. CB., Travassos D.

Índice

Índice de figuras	2
Índice de tabelas	2
I. Objetivos	3
II. Introdução	3
Fornecedores de informação	8
Nível global	9
Nível europeu	12
Nível nacional	13
III. Metodologia	19
Mapeamento de fontes bibliográficas e de fornecedores de informação	19
Identificação de critérios adicionais para selecionar os indicadores no âmbito dos SOT	20
Revisão bibliográfica sobre a aplicabilidade dos SOT aos ODS	21
Seleção e priorização de indicadores relevantes para a Plataforma ODSlocal	25
IV. Resultados	27
190 indicadores SOT e sua relação com Indicadores ODSlocal	27
88 indicadores SOT adicionais e complementares aos indicadores ODSlocal	28
Metas com potencial de aplicabilidade dos SOT	29
Indicadores com ocorrências bibliográficas	30
Indicadores de referência da Plataforma ODSlocal	34
24 indicadores SOT com aplicabilidade potencial pela Plataforma ODSlocal	35
10 indicadores SOT prioritários para a Plataforma ODSlocal	37
V. Caracterização dos indicadores prioritários	38
Indicador 3.9.1 Dias cuja qualidade do ar apresenta risco elevado para saúde humana	41
Indicador 6.6.1 Alteração na extensão dos ecossistemas aquáticos ao longo do tempo	48
Indicador 7.1.1 Proporção de energia elétrica renovável dado o potencial endógeno	56
Indicador 9.1.1 Proporção de população com acesso a uma estrada transitável	60
Indicador 9.4.1 Emissão de CO ₂ por unidade de valor acrescentado	63
Indicador 11.2.1 Proporção de população com acesso adequado a transportes públicos	66
Indicador 11.6.2 Nível médio anual de partículas inaláveis (ex.: PM _{2.5} e PM ₁₀) nas cidades	69
Indicador 13.1.1 Número de pessoas diretamente afetadas devido a catástrofes naturais	74
Indicador 15.2.1 Progressos para a gestão florestal sustentável	78
Indicador 15.3.1 Proporção do território com solos degradados	83
VI. Conclusões e próximos passos	89
VII. Bibliografia	91
VIII. Anexos: Fontes de dados e indicadores SOT	94

Índice de figuras

Figura 1 - Processo de seleção de novos indicadores de referência ODSlocal com base nos SOT.	17
Figura 2 - Mapeamento de fontes bibliográficas e de fornecedores de informação.	17
Figura 3 - Evolução do número de artigos científicos publicados entre 2015 e 2023 utilizando o motor de busca Google Scholar e as palavras-chave: 'sustainable development goals' e 'earth observation'.	21
Figura 4 - Passos da etapa "seleção e priorização de indicadores relevantes para o ODSlocal".	22
Figura 5 - Número de indicadores nas categorias de aplicabilidade dos SOT 'adicional' e 'complementar' por ODS.	25
Figura 6 - Distribuição do número de metas ODSlocal e do número de metas com indicadores adicionais por ODS (no eixo principal) e a percentagem de metas cobertas por indicadores adicionais por ODS (eixo secundário).	26
Figura 7 - Distribuição do número de metas ODSlocal e do número de metas com indicadores complementares por ODS (no eixo principal) e a percentagem de metas cobertas por indicadores adicionais por ODS (eixo secundário).	26
Figura 8 - Número de indicadores selecionados com base no número de ocorrências bibliográficas nas categorias de aplicabilidade dos SOT 'adicional' e 'complementar' por ODS.	29
Figura 9 - Distribuição do número de indicadores, a azul, e de metas cobertas por indicadores, a vermelho (no eixo principal) e a proporção de metas cobertas por indicadores a verde (eixo secundário).	30
Figura 10 - Distribuição do top 10 dos indicadores prioritários nas categorias de aplicabilidade dos SOT 'adicional' e 'complementar' por ODS.	32
Figura 11 – Esquema técnico de integração dos novos indicadores SOT na Plataforma ODSlocal de forma automática.	88

Índice de tabelas

Tabela 1 - Listagem de vantagens e desvantagens na utilização de SOT (NASA, 2022).	5
Tabela 2 - Conjuntos de dados chave de SOT para o Quadro de Indicadores Globais dos ODS (ESA, 2020; World Resources Institute).	9
Tabela 3 - Serviços operacionais do programa Copernicus e exemplos de relação com as metas dos ODS.	11
Tabela 4 - Família de produtos SMOS da DGT - Cartografia de base.	13
Tabela 5 - Família de produtos SMOS da DGT - Cartografia de uso e ocupação do solo	13
Tabela 6 - Família de produtos SMOS da DGT - Produtos cartográficos específicos.	15
Tabela 7 - Matriz de aplicabilidade dos SOT aos Indicadores dos ODSlocal.	22
Tabela 8 - Resumo dos resultados da matriz de aplicabilidade dos SOT aos Indicadores dos ODSlocal.	24
Tabela 9 - Seleção dos indicadores nas categorias 'adicional' e 'complementar' com base no número de ocorrências encontradas na bibliografia consultada.	27
Tabela 10 - Lista de indicadores para a aplicabilidade dos SOT no ODSlocal e pertinência para os municípios, apresentados por ordem crescente de nº total de indicadores disponíveis no portal da Plataforma ODSlocal.	31
Tabela 11 - Lista de indicadores	33

I. Objetivos

Este relatório tem como objetivo efetuar uma revisão bibliográfica e das bases de dados, identificar e qualificar as fontes de informação e criar o enquadramento para a priorização de indicadores de referência ODSlocal com base em Sistemas de Observação da Terra (SOT) que serão visualizados:

- Espacialmente, no futuro visualizador de mapas do portal ODSlocal que permitirá ter uma visão nacional da informação relevante para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS);
- Temporalmente, nas atuais páginas dedicadas à monitorização da evolução dos ODS de cada município.

II. Introdução

A Agenda 2030¹ da Organização das Nações Unidas (ONU) foi adotada em 2015 e inclui 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas associadas. O *Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goals Indicators*² (IAEG-SDG) desenvolveu o *Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and Targets*³, no qual estão incluídos 248 indicadores. Das 169 metas oficiais propostas pela ONU, nem todas, no entanto, têm aplicabilidade à escala local. Em Portugal, a equipa da Plataforma ODSlocal realizou um trabalho de seleção e adaptação destas metas para o contexto dos municípios portugueses. Deste trabalho resultou a seleção de 119 metas, das quais 25 foram adaptadas (Madeira *et al.*, 2023). Na Plataforma ODSlocal, são considerados dois grupos de indicadores⁴: os indicadores de referência, comuns a todos os municípios, e os indicadores específicos, que são exclusivos e da responsabilidade dos municípios aderentes que têm avançado com esse processo. Os indicadores de referência foram selecionados pela equipa Plataforma ODSlocal com base nos seguintes critérios: alinhamento, diacronia, desagregação, representatividade e credibilidade. A bateria de indicadores de referência cobre uma grande parte dos indicadores oficiais, sendo que ainda existem lacunas em alguns ODS que, por isso, devem ser complementados.

A utilização de SOT tem um elevado potencial de apoio à decisão, uma vez que estes sistemas providenciam dados e informações úteis para a ação e tomada de decisão (NASA, 2022; Ferreira *et al.*,

¹ <https://sdgs.un.org/2030agenda>

² <https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/>

³ [Global Indicator Framework after 2023 refinement.English.xlsx \(live.com\)](https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/global-indicator-framework-after-2023-refinement-english.xlsx)

⁴ https://odslocal.pt/perguntas-frequentes#indicadores_progresso



2020). No contexto da sustentabilidade, como é o caso da monitorização dos ODS, que exige informação em multi-escala (nacional, regional e local), os SOT são uma abordagem inovadora e precisa. Os SOT têm um papel importante uma vez que fornecem acesso a indicadores baseados em dados de observação da Terra e permitem a avaliação em múltiplas extensões e resoluções, essenciais para abordar amplamente os objetivos e metas dos ODS ao nível nacional e subnacional (Ferreira *et al.*, 2020; Cochran *et al.*, 2020), como é o caso da Plataforma ODSlocal.

O que são os Sistemas de Observação da Terra (SOT)?

Os SOT abrangem diferentes abordagens, incluindo o uso de drones, aeronaves e satélites. As imagens de satélite podem ser divididas em dois tipos, dependendo de como os sensores captam as imagens:

- sensores passivos, que recebem a radiação emitida ou refletida pela superfície terrestre;
- sensores ativos, que emitem radiação e recebem os ecos refletidos ou refratados pela superfície terrestre.

Os sensores de observação da Terra fornecem dados em quatro resoluções diferentes:

- espectral - diz respeito à capacidade de distinguir faixas de comprimentos de onda de radiação, onde diferentes bandas espectrais fornecem uma assinatura espectral para tipos específicos de cobertura do solo;
- espacial - refere-se à área que cada pixel representa na superfície; normalmente existe um compromisso entre as resoluções espectral e espacial;
- radiométrica - indica o grau de intensidades luminosas que o sensor é capaz de distinguir;
- temporal - relacionada com o tempo de revisita, nomeadamente a frequência com que os sensores atravessam uma área específica da Terra.

Os dados fornecidos pelos satélites também podem ser distinguidos pelas diferentes órbitas:

- órbita geoestacionária, que significa que os satélites rastreiam a mesma área;
- órbita baixa da Terra, que significa que os satélites rastreiam a superfície enquanto orbitam.

Fonte: (Ferreira *et al.*, 2020); (Andries *et al.*, 2018)

Os dados provenientes dos SOT têm sido referenciados como uma fonte importante para preencher os indicadores dos ODS, para reduzir os custos da monitorização tradicional de vários parâmetros ambientais e outros (por exemplo, áreas florestais e massas de água) ao longo de tempos, escalas, localizações geográficas e resoluções espaciais relevantes (Andries *et al.*, 2018).

Cochran *et al.* (2020) destacam a oportunidade que existe para desenvolver indicadores em diferentes escalas (nacionais e subnacionais) baseados em SOT, fornecendo ferramentas e informações às partes

interessadas e aos decisores locais para que possam acompanhar o progresso dos seus municípios relativamente aos ODS e influenciar a mudança no terreno. Os autores enumeram três lacunas existentes nos indicadores dos ODS que podem ser colmatadas com recurso aos dados obtidos através dos SOT: 1) indicadores espaciais multi-resolução; 2) indicadores ambientais; e 3) indicadores que cruzam dados ambientais e sociais ou económicos (Cochran *et al.*, 2020). Por exemplo, alguns estudos mostraram existir uma estimativa quase direta entre as imagens de luz noturna, obtidas a partir de sensores visíveis adequados, e a população global. Indiretamente, também podem fornecer dados relevantes para indicadores de crescimento económico, atividades socioeconómicas, pobreza, consumo de eletricidade, entre outros (Andries *et al.*, 2018).

Na Tabela 1 apresenta-se um conjunto de vantagens e desvantagens associadas à utilização de SOT.

Tabela 1 – Listagem de vantagens e desvantagens na utilização de SOT (NASA, 2022).

Vantagens	Desvantagens
Os dados estão disponíveis e são comparáveis em grandes áreas.	Em algumas situações, as medições por satélite são menos fiáveis do que a monitorização diária por sensores terrestres.
Os satélites normalmente revisitam locais com uma frequência conhecida e consistente, muitas vezes com frequência e fiabilidade superiores às que podem ser conseguidas através da monitorização terrestre.	Muitos satélites só conseguem ver a superfície.
Os satélites fornecem informações sobre locais remotos e pouco estudados.	A maioria dos sensores de satélite não consegue ver através das nuvens.
Imagens e conjuntos de dados gratuitos e acessíveis permitem a monitorização e análise a baixos custos.	As imagens de satélite dependem frequentemente da deteção de cores.
Décadas de dados arquivados permitem análises de longo prazo das mudanças ao longo do tempo.	Os fenómenos atmosféricos podem distorcer as medições.
Os fornecedores de ativos espaciais estão cada vez mais empenhados em manter a continuidade dos conjuntos de dados e produtos.	Os satélites só têm observações históricas dos anos em que estiveram em órbita.
Melhor entrega e processamento de dados	Especialistas não técnicos podem ter dificuldades em usar os produtos derivados de satélite.
	Sensores podem falhar.

Vantagens	Desvantagens
permitem observações mais próximas do tempo real. Os satélites oferecem uma grande variedade de dados em diversas resoluções. A tendência para o processamento automatizado e produtos de dados prontos para análise aumenta a acessibilidade à informação de satélite.	

Os dados e informações obtidos a partir dos SOT trazem valor acrescentado quando combinados com observações *in situ*, dados recolhidos no terreno e informação espacial, uma vez que estas fontes adicionais apoiam a calibração e validação dos dados obtidos, ajudando a reduzir a incerteza e a garantir a qualidade dos dados (NASA, 2022). Os dados disponibilizados pelos SOT apresentam uma oportunidade para complementar ou mesmo substituir os métodos tradicionais de recolha de dados ambientais e socioeconómicos, podendo fornecer dados que são espacialmente e/ou temporalmente mais ricos e menos dispendiosos de adquirir (Andries *et al.*, 2018). Diversos autores defendem que os dados provenientes dos SOT são uma forma de minimizar os custos por comparação com a aquisição e monitorização convencionais (Ferreira *et al.*, 2020).

As informações geoespaciais e a sua integração com dados estatísticos podem fornecer contribuições relevantes para a monitorização dos ODS, especificamente, a três níveis (UN-GGIM: Europe, 2019):

- contribuindo diretamente para o quadro proposto, não apenas em termos de fontes de informação, para aumentar a disponibilidade de dados e a desagregação espacial, mas também em termos de métodos e análises, para produzir indicadores resultantes da integração de informações geoespaciais e estatísticas;
- promovendo padrões e estruturas comuns aceites para garantir comparabilidade;
- incentivando a inovação e a modernização.

Contudo, esta integração apresenta alguns desafios, entre os quais o facto de os dados geoespaciais e estatísticos terem origem em dois domínios e comunidades diferentes, existindo diferenças conceptuais, metodológicas e técnicas que precisam de ser compreendidas no contexto do modelo de processo de produção estatística. Outro desafio está relacionado com o aumento da compreensão e conhecimento das estatísticas sobre o valor e uso da informação geoespacial, não apenas para uma maior

desagregação espacial, mas também para produzir indicadores estatísticos novos e relevantes, que capturem dimensões emergentes da realidade social e económica, e como uma forma de apoiar a modernização, flexibilidade e eficiência do modelo de processo de produção estatística. Portanto, é fundamental aumentar a colaboração entre os Institutos Nacionais de Estatística e as Agências Geoespaciais, de forma a melhorar processos e metodologias, harmonizar conceitos, definições e procedimentos, desenvolver novos indicadores estatísticos relevantes e garantir pontos de vista consistentes em fóruns internacionais (UN-GGIM: Europe, 2019).

Indicador 11.3.1. Rácio entre a taxa de consumo do solo e a taxa de crescimento da população



Em Portugal, o indicador 11.3.1 é calculado com recurso a SOT até ao nível municipal utilizando um indicador proxy baseado na Fórmula de Eficiência no Uso do Solo do Joint Research Center (JRC) (Corbane *et al.*, 2017) - Evolução da eficiência dos territórios artificializados por habitante.

Os dados de SOT utilizados referem-se à Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) nas suas versões de 2010, 2015 e 2018, utilizando-se também dados de estimativas do INE da população para os mesmos anos e a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP). O indicador considera ‘territórios artificializados’ a classe da COS de primeiro nível, excluindo as áreas em construção, que inclui áreas de escavação, estaleiros, instalações públicas e instalações industriais, infraestruturas de redes rodoviárias ou ferroviárias, barragens e diques, uma vez que estão em construção. Esta exclusão está relacionada com o potencial destas áreas reverterem para ocupações não artificiais no final da construção.

O cálculo deste indicador beneficia também das estimativas anuais da população residente, ao nível do município, produzidas pelo Instituto Nacional de Estatística. A extração da área ocupada por territórios artificializados resulta do cruzamento de duas versões consecutivas da COS (dos anos n e n_x) com a versão da CAOP para o último período de referência da COS (ano n), garantindo assim consistência geográfica. Este processo resulta em dois produtos, nos quais a geometria do polígono é calculada para determinar a área ocupada por terrenos artificiais, em ambos os momentos, utilizando a mesma base geográfica. Este indicador está disponível no portal da Plataforma ODSlocal para os municípios do continente.

Fonte: (EO4SDG, 2020b)

Fornecedores de informação

Existem diversas iniciativas internacionais dedicadas à aplicabilidade dos SOT aos ODS, como é o caso da iniciativa *Earth Observation for the Sustainable Development Goals* (EO4SDG)⁵ liderada pelo Grupo de Observações da Terra (*GEO-Group on Earth Observation*)⁶, um grupo colaborativo intergovernamental empenhado em coproduzir soluções baseadas em SOT direcionadas para os utilizadores. A iniciativa *Earth Observation for the Sustainable Development Goals* tem como propósito organizar e realizar o potencial dos SOT e da informação geoespacial para apoiar a Agenda 2030 e permitir benefícios sociais através da realização dos ODS. Contribuem para esta iniciativa a Agência Espacial Europeia (ESA⁷), a Agência Espacial Norte Americana (NASA⁸), a Agência Espacial Japonesa (JAXA⁹), a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO¹⁰), entre outras instituições. Os objetivos desta iniciativa são (EO4SDG, 2022):

- i) demonstrar como as observações da Terra, a informação geoespacial e os dados socioeconómicos e de outros tipos contribuem de forma eficaz, inovadora e mais prática para apoiar os esforços de desenvolvimento sustentável e os ODS;
- ii) aumentar competências e capacidades no uso das observações da Terra para atividades relacionadas com os ODS e com benefícios mais abrangentes;
- iii) alargar o acesso, interesse, consciencialização e compreensão do apoio das observações da Terra aos ODS e das contribuições para benefícios sociais, ambientais e económicos.

Os *data cubes* são infraestruturas de processamento dos SOT que organizam imagens de satélite em pilhas de 'blocos' geográficos consistentes e calibrados, sustentados por um banco de dados relacional pronto para manipulação rápida em ambiente de computação (ESA, 2020). Os *data cubes* podem servir as necessidades de dados e informações dos SOT (em termos de descoberta de dados, acesso, processamento e análise) para grande parte da comunidade de *stakeholders* dos ODS, abordando

⁵ <https://eo4sdg.org/>

⁶ <https://earthobservations.org/>

⁷ European Space Agency - <https://www.esa.int/>

⁸ The National Aeronautics and Space Administration - <https://www.nasa.gov/>

⁹ Japan Aerospace Exploration Agency - <https://global.jaxa.jp/>

¹⁰ Food and Agriculture Organization of the United Nations - <https://www.fao.org/>

questões globais e nacionais sobre processamento de dados (ESA, 2020). Alguns dos *data cubes* mais difundidos para processar e analisar estes dados são:

- *CEOS Data Cube*¹¹
- *Earth System Data Cube*¹²
- *Digital Earth Australia Open Data Cube (ODC)*¹³
- *Euro Data Cube*¹⁴
- *Google Earth Engine*¹⁵
- *Open Data Cube*¹⁶

Nível global

Particularizando, o *Google Earth Engine*¹⁷ é uma plataforma para análise científica e visualização de conjuntos de dados geoespaciais que contém imagens de satélite e as armazena num arquivo público de dados, incluindo imagens históricas da Terra que remontam a mais de quarenta anos. As imagens, alimentadas diariamente são então disponibilizadas para *prospecção de dados* numa escala global. O *Earth Engine* também fornece API e outras ferramentas para permitir a análise de grandes conjuntos de dados. O *Earth Engine* disponibiliza um catálogo de dados que inclui o Programa Landsat (USGS/NASA), vários conjuntos de dados MODIS e dados da constelação de satélites Sentinel, entre outros. O *Earth Engine* pode contribuir para monitorizar os ODS que incluam uma componente espacial, sendo particularmente útil para oito dos ODS que se focam em aspetos ambientais: 2, 3, 6, 7, 11, 13, 14 e 15. No catálogo do *Earth Engine* existem seis conjuntos de dados marcados com a etiqueta “SDG” (*Sustainable Development Goals*), que, como referido na Tabela 2, consistem em conjuntos de dados espaciais de áreas construídas, densidade populacional e povoamentos humanos, fornecendo informação em particular para o ODS 11 ‘Cidades e comunidades sustentáveis’:

- *GHSL: Global settlement characteristics (10 m) 2018 (P2023A)*
- *GHSL: Global building height 2018 (P2023A)*
- *GHSL: Global built-up surface 1975-2030 (P2023A)*

¹¹ <https://www.opendatacube.org/ceos>

¹² <https://www.earthsystemdatalab.net/>

¹³ <https://www.dea.ga.gov.au/>

¹⁴ <https://eurodatacube.com/>

¹⁵ <https://earthengine.google.com/>

¹⁶ <https://www.opendatacube.org/>

¹⁷ <https://developers.google.com/earth-engine/datasets>

- GHSL: Global building volume 1975-2030 (P2023A)
- GHSL: Global population surfaces 1975-2030 (P2023A)
- GHSL: Degree of Urbanization 1975-2030 (P2023A)

A ESA (2020) apresenta um conjunto de produtos-chave globais gratuitos que abrangem áreas temáticas importantes da biosfera e da sociedade, como uso do solo, produtividade vegetal, florestas, zonas húmidas, águas superficiais e povoações humanas, que podem apoiar o desenvolvimento metodológico e a medição de vários indicadores dos ODS, conforme sintetizado na Tabela 2.

Tabela 2 – Conjuntos de dados-chave de SOT para o Quadro de Indicadores Globais dos ODS (ESA, 2020; World Resources Institute).

Produto	Promotor	Variável	Metas ODS	URL	API/Catálogos
<i>Global Forest Watch (GFW) platform</i>	<i>World Resources Institute (WRI)</i>	Representa uma linha de base global de cobertura arbórea para o ano de 2000 e mostra perdas de cobertura arbórea anualmente até 2017.	15.1	Forest Monitoring, Land Use & Deforestation Trends Global Forest Watch	GFW Data API - ReDoc (globalforestwatch.org)
<i>Aqueduct</i>	<i>World Resources Institute (WRI)</i>	<i>Aqueduct Water Risk Atlas</i> : fornece informações ao nível das bacias hidrográficas sobre riscos relacionados com a água e avalia a exposição ao risco hídrico em vários locais. <i>Aqueduct Food</i> : fornece informações sobre os riscos hídricos para a agricultura e a segurança alimentar. <i>Aqueduct Floods</i> : fornece informações sobre os riscos de inundação e respetivos impactos, e avalia os custos e benefícios da proteção contra inundações.	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 13.1, 13.3	Aqueduct Data World Resources Institute (wri.org)	GitHub - wri/Aqueduct 40: Aqueduct 4.0 data and methodology
<i>Global Urban Footprint (GUF)</i>	<i>DLR's Earth Observation Centre</i>	<i>GUF 2012</i> : mapa global de áreas construídas para o ano de referência de 2012, com base em imagens do TerraSAR-X e TanDEM-X, da empresa Airbus Defense and Space.	11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.a, 11.b, 13.1, 13.3	Urban Thematic Exploitation Platform - eo science for society (esa.int)	DLR - Earth Observation Center - GUF Data and Access
<i>World Settlement Footprint (WSF)</i>	<i>DLR's Earth Observation Centre</i>	<i>WSF 2015</i> : mapa dos povoamentos humanos do mundo com uma resolução espacial de 10 metros,	11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.a,	Urban Thematic Exploitation Platform - eo	World Settlement Footprint & Evolution -

Produto	Promotor	Variável	Metas ODS	URL	API/Catálogos
		gerado a partir do processamento conjunto de imagens óticas e de radar. O WSF 2019 é o primeiro conjunto de dados global de povoamentos humanos baseado nos Sentinel 1 e 2.	11.b, 13.1, 13.3	science for society (esa.int)	awesome-gee-community-catalog
<i>Global Human Settlement Layer (GHSL)</i>	<i>European Commission's Joint Research Centre (JRC)</i>	Fornecer cobertura global dos povoamentos humanos com resolução espacial de 30 metros para quatro momentos temporais, desde 1975 até o ano de 2015. Consiste em conjuntos de dados espaciais de áreas construídas, densidade populacional e povoamentos humanos.	11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.a, 11.b, 13.1, 13.3	Global Human Settlement - GHSL Homepage - European Commission (europa.eu)	Global Human Settlement - GHSL Data and tools overview - European Commission (copernicus.eu)
<i>Global Surface Water Explorer / Surface Water Viewer</i>	<i>European Commission's Joint Research Centre (JRC) / UN Environment</i>	Cobertura global dos recursos hídricos da superfície terrestre, incluindo sua dinâmica temporal ao longo dos últimos 32 anos. Os produtos de água com resolução de 30 metros nestas ferramentas são baseados no arquivo Landsat de 1984 a 2015 e podem ter uma ampla gama de usos no quadro dos ODS, apoiando aplicações que incluem gestão de recursos hídricos, modelação climática, conservação da biodiversidade e segurança alimentar.	6.6	Global Surface Water Explorer (global-surface-water.appspot.com)	https://global-surface-water.appspot.com/download SDG 6.6.1 (sdg661.app)
<i>Climate Change Initiative (CCI) Land Cover</i>	ESA	Série temporal global de cobertura terrestre a partir de imagens de satélite com resolução espacial de 300 metros, com base no Sistema de Classificação de Cobertura Terrestre das Nações Unidas (LCCS).	15.3	Land Cover (esa.int)	https://climate.esa.int/en/projects/land-cover/
<i>Global Soil Organic Carbon map (GSOCMap)</i>		Utiliza imagens de detecção remota como fatores de previsão para mapeamento global do carbono orgânico do solo.	13.1, 15.3		https://www.foao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/glo

Produto	Promotor	Variável	Metas ODS	URL	API/Catálogos
					bal-soil-organic-carbon-map-gsocmap
<i>International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)</i>		Mapas globais de propriedades e classes de solo chamados SoilGrids com resoluções espaciais de 1 km / 250 m.	13.1, 15.3		SoilGrids — global gridded soil information ISRIC
<i>Global RAPP (Rangelands and Pasture Productivity) Map</i>		Condições de vegetação e ambientais	2.1, 2.4, 15.1, 15.3	Global Rangelands Monitoring - CSIRO	

Nível europeu

O Copernicus¹⁸ é o principal programa de observação e monitorização da Terra da União Europeia (UE), sendo servido por um conjunto dedicado de satélites (as famílias Sentinel) e por sistemas *in situ*. O Copernicus pode apoiar a monitorização dos indicadores dos ODS (Copernicus, 2018) através dos seus serviços operacionais em seis domínios temáticos que estão resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Serviços operacionais do programa Copernicus e exemplos de relação com as metas dos ODS.

Serviços Copernicus	Âmbito	Metas ODS	URL	API/Catálogos
Serviço de Monitorização da Atmosfera do Copernicus (CAM5)	Fornecer dados e informações contínuas sobre a composição da atmosfera.	3.d, 7.3	https://atmosphere.copernicus.eu/	Atmosphere Data Store (copernicus.eu) https://ads.atmosphere.copernicus.eu/api-how-to
Serviço de Monitorização do Meio Marinho do Copernicus (CMEMS)	Fornecer de forma regular e sistemática informações de referência sobre o estado físico e biogeoquímico e sobre a variabilidade e a dinâmica dos ecossistemas oceânicos e marinhos para todos os oceanos e para os mares regionais da Europa.	14.4	https://marine.copernicus.eu/	Copernicus Marine Data Store Copernicus Marine Service https://marine.copernicus.eu/news/access-data-opendap-erddap-api

¹⁸ <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services>

Serviço de Monitorização do Meio Terrestre do Copernicus (CLMS)	Presta informações geográficas sobre a ocupação do solo e suas alterações, a utilização do solo, o estado da vegetação, o ciclo da água e variáveis de energia da superfície terrestre.	2.4, 6.6, 15.1	Copernicus Land Monitoring Service	Dataset catalogue — Copernicus Land Monitoring Service https://land.copernicus.eu/en/how-to-guides/how-to-download-spatial-data/how-to-download-m2m
Serviço de Monitorização das Alterações Climáticas do Copernicus (C3S)	Providencia informações fidedignas sobre o clima passado, presente e futuro na Europa e no resto do mundo.	7.3, 13.3	https://climate.copernicus.eu/	cds.climate.copernicus.eu#!/home How to use the CDS API Copernicus Climate Data Store
Serviço Copernicus para aplicações de segurança	Visa apoiar as políticas da UE, melhorando a prevenção, preparação e resposta a crises em três áreas fundamentais: vigilância das fronteiras, vigilância marítima, e apoio à ação externa da UE.	14.4	Security Copernicus	
Serviço de Gestão de Emergências do Copernicus (EMS Copernicus)	Fornecer a todos os intervenientes envolvidos na gestão de catástrofes naturais, em situações de emergência de origem humana e em crises humanitárias, informações geoespaciais atuais e precisas derivadas de deteção remota por satélite e completadas por fontes de dados abertos ou <i>in situ</i> disponíveis.	11.4	Copernicus Emergency Management Service	https://emergency.copernicus.eu/emsdata.html

Nível nacional

A Direção-Geral do Território (DGT) tem vindo a desenvolver o Sistema de Monitorização da Ocupação do Solo (SMOS¹⁹) com o objetivo de produzir e disponibilizar informação atualizada de uso e ocupação do solo com base em tecnologias espaciais e Inteligência Artificial. O SMOS disponibiliza um conjunto de produtos inseridos em três famílias distintas²⁰: Cartografia de base (Tabela 4), Cartografia de uso e ocupação do solo (Tabela 5) e Produtos cartográficos específicos (Tabela 6), que podem ser explorados nos três visualizadores que o SMOS oferece: o viSMOS²¹, o COScid²² e o COSvgi²³.

¹⁹ <https://smos.dgterritorio.gov.pt/>

²⁰ <https://smos.dgterritorio.gov.pt/familias-de-produtos>

²¹ <https://smos.dgterritorio.gov.pt/vi-smos/>

²² <https://smos.dgterritorio.gov.pt/coscid/>

²³ <https://smos.dgterritorio.gov.pt/cosvgi/>

Tabela 4 – Família de produtos SMOS da DGT – Cartografia de base.

Produto SMOS	Ortofotomapas	Mosaicos Sentinel-2
Características e vantagens	- Cobertura sem nuvens - Muito elevado detalhe espacial - Baseada em imagens aéreas com disponibilização desde 2015 - Atualização multianual - Permite identificar e delimitar alterações territoriais	- Cobertura sem nuvens - Elevado detalhe espacial - Baseada em imagens de satélite Sentinel-2 - Atualização mensal com disponibilização desde janeiro de 2017 - Permite identificar e delimitar alterações territoriais
Principais usos, aplicações e utilizadores	Usados por diversas entidades da Administração Pública Central e Local, setor privado, universidades e centros de investigação e desenvolvimento (I&D), nomeadamente para produção de cartografia de ocupação do solo, elaboração, monitorização e avaliação de Planos e Programas Territoriais, e projetos de I&D na área do ordenamento, ambiente, agricultura e floresta.	Usados para múltiplas atividades com necessidades de visualização atualizada do território. São úteis para apoio à produção de cartografia, tomada de decisão e análise espacial em utilizações operacionais e académicas, como por exemplo, na monitorização sazonal da vegetação agrícola e florestal, identificação e delimitação de áreas ardidas e monitorização da superfície de água em albufeiras.
Modelo de dados	Raster	Raster
Dimensão do pixel	25 cm a 1 m	10 m
Frequência de atualização	Multianual	Mensal
Edições	2004 - 2006, 2007, 2010, 2012, 2015, 2018	---
Sistema de georreferenciação	ETRS89/PT-TM06	ETRS89/PT-TM06
Composição colorida	Cor verdadeira e falsa cor	Cor verdadeira e falsa cor
Dados de base	Imagens aéreas	Imagens Sentinel-2
Disponibilização e metadados	SNIG	SNIG
Visualização	viSMOS	viSMOS
Contributo para os ODS ²⁴	Metas 6.6, 11.3, 15.2, 15.3	Metas 6.6, 11.3, 15.2, 15.3

Fonte: <https://smos.dgterritorio.gov.pt/cartografia-de-base>

Tabela 5 – Família de produtos SMOS da DGT – Cartografia de uso e ocupação do solo.

²⁴ Realizado pelos autores.

Produto SMOS	Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS)	Carta de Ocupação do Solo Conjuntural (COSc)
Características e vantagens	- Cartografia mais relacionada com o uso do solo, do que com o coberto - Elevado detalhe temático - Baseada em ortofotomapas de muito grande resolução espacial - Série temporal histórica harmonizada com 5 edições desde 1995 - Permite conhecer a estrutura da paisagem	- Cartografia mais relacionada com ocupação do solo, do que com o uso - Elevado detalhe espacial - Baseada em imagens de satélite Sentinel-2 - Atualização anual - Permite conhecer dinâmicas anuais da ocupação do solo
Principais usos, aplicações e utilizadores	A COS é usada por diversas entidades da Administração Pública Central e Local, setor privado, universidades e centros de investigação e desenvolvimento (I&D), nomeadamente para a produção de cartografia da perigosidade de fogos rurais; elaboração, monitorização e avaliação de Planos e Programas Territoriais; reporte de Portugal de emissões por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito de estufa; produção de estatísticas de uso e ocupação do solo, no âmbito do Sistema Estatístico Nacional; Inspeção e auditoria nos domínios do ordenamento do território e da conservação da natureza; e projetos de I&D na área do ordenamento, ambiente, agricultura e floresta.	A COSc é usada por diversas entidades da Administração Pública Central e Local, setor privado, universidades e centros de investigação e desenvolvimento (I&D), nomeadamente para produção de cartografia conjuntural de interface de áreas edificadas, cartografia da perigosidade de fogos rurais; modelação de propagação de fogos; monitorização de faixas de gestão de combustível; monitorização de atividade agrícola; e projetos de I&D na área do ambiente, agricultura e floresta.
Modelo de dados	Vetorial	Raster
Dimensão do pixel	-	10 m
Edições	2007, 2010, 2015, 2018	2018, 2020, 2021
Unidade mínima cartográfica	1 ha	-
Distância mínima entre linhas	20 m	-
Sistema de georreferenciação	ETRS89/PT-TM06	ETRS89/PT-TM06
Nomenclatura	83 classes	15 classes
Exatidão temática	≥85%	≥80%
Dados de base	Ortofotomapas	Imagens Sentinel-2
Disponibilização e metadados	SNIG	SNIG
Visualização	viSMOS	viSMOS

Produto SMOS	Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS)	Carta de Ocupação do Solo Conjuntural (COSc)
	COScid	COScid
Contributo para os ODS ²⁵	Metas 6.6, 11.3, 15.2, 15.3	Metas 6.6, 11.3, 15.2, 15.3

Fonte: <https://smos.dgterritorio.gov.pt/cartografia-de-uso-e-ocupacao-do-solo>

Tabela 6 – Família de produtos SMOS da DGT – Produtos cartográficos específicos.

Produto SMOS	MIAEV - Mapas Intra-Anuais do Estado da Vegetação	MACAT - Mapa Anual de Culturas Agrícolas Temporárias	CAE - Carta de Áreas Edificadas	CIAE - Cartas de Interfaces de Áreas Edificadas (Estrutural e Conjuntural)
Características e vantagens	- Indicadores quantitativos da presença e vigor da vegetação - Elevado detalhe espacial - Baseada em imagens de satélite Sentinel-2 - Atualização mensal desde maio de 2022 - Permite conhecer dinâmicas mensais e interanuais da vegetação	- Identifica as culturas temporárias anuais - Elevado detalhe espacial - Baseada em imagens de satélite Sentinel-2 - Atualização anual desde 2020 - Permite conhecer dinâmicas nas áreas de culturas agrícolas anuais	- Identificação das áreas edificadas - Baseada em dados do INE e DGT - Disponível para 2018 - Formato vetorial de polígonos - Permite conhecer a distribuição do edificado no território	- Duas cartas disponíveis: estrutural e conjuntural - Classificação dos perímetros das áreas edificadas pela sua proximidade a manchas de coberto combustível - Baseadas na COS e COSc - Atualização multianual (estrutural) e anual (conjuntural) - Permite identificar interfaces de áreas edificadas potencialmente ameaçadas por fogos rurais
Principais usos, aplicações e utilizadores	Os MIAEV foram desenvolvidos para diversas entidades da Administração Pública Central e Local, setor privado, universidades e centros de investigação e desenvolvimento (I&D), nomeadamente para monitorização de fogos e cortes florestais, modelação	O MACAT é um novo produto que pode ser usado por diversas entidades da Administração Pública Central e Local, setor privado, universidades e centros de investigação e desenvolvimento (I&D), nomeadamente para controlo de políticas públicas, produção de estatísticas, e projetos	A CAE é usada por diversas entidades da Administração Pública Central e Local como informação auxiliar na produção de produtos cartográficos que assentem no perímetro edificado, nomeadamente para produção da	As CIAE são usadas por diversas entidades da Administração Pública Central e Local na monitorização das redes secundárias de faixas de gestão de combustível das áreas edificadas

²⁵ Realizado pelos autores.

Produto SMOS	MIAEV - Mapas Intra-Anuais do Estado da Vegetação	MACAT - Mapa Anual de Culturas Agrícolas Temporárias	CAE - Carta de Áreas Edificadas	CIAE - Cartas de Interfaces de Áreas Edificadas (Estrutural e Conjuntural)
	de propagação de fogos; monitorização de faixas de gestão de combustível, monitorização de atividade agrícola; e projetos de I&D na área do ambiente, agricultura e floresta.	de I&D na área do ambiente e agricultura.	cartografia de interfaces de áreas edificadas (CIAE).	
Edições	-	2020, 2021	-	-
Modelo de dados	Raster	Raster	Vetorial	Vetorial
Dimensão do pixel	10 m	10 m	-	-
Unidade mínima cartográfica	-	-	1 ha (COS) e 0.18 ha (BDER)	-
Frequência de atualização	Mensal	Anual	-	-
Sistema de georreferenciação	ETRS89/PT-TM06	ETRS89/PT-TM06	ETRS89/PT-TM06	ETRS89/PT-TM06
Nomenclatura	Índices quantitativos	>30 classes	3 classes	3 tipos de interface estrutural; 4 tipos de interface conjuntural
Dados de base	Imagens Sentinel-2	Imagens Sentinel-2	Base de Dados de Edifícios Residenciais (BDER) do INE (2011-2019) e COS 2018	COS (estrutural), COSc (conjuntural) e CAE (ambas)
Exatidão temática	-	>80%	-	-
Disponibilização e metadados	SNIG	SNIG	SNIG	SNIG
Visualização	viSMOS	viSMOS	viSMOS	viSMOS
Produtos	• Verdura da Vegetação (VV) – Vigor atual (mensal) da vegetação. • Percentil	-	-	-

Produto SMOS	MIAEV - Mapas Intra-Anuais do Estado da Vegetação	MACAT - Mapa Anual de Culturas Agrícolas Temporárias	CAE - Carta de Áreas Edificadas	CIAE - Cartas de Interfaces de Áreas Edificadas (Estrutural e Conjuntural)
	Homólogo da VV (PHVV) – Vigor atual da vegetação em comparação com o histórico homólogo. • Diferença Mensal da VV (DMVV) – Diferença entre o vigor atual da vegetação e o mês anterior.			
Contributo para os ODS ²⁶	Metas 15.2, 15.3	Meta 2.4	Meta 11.3	Meta 11.3

Fonte: <https://smos.dgterritorio.gov.pt/produtos-cartograficos-especificos>

²⁶ Realizado pelos autores.

III. Metodologia

A metodologia proposta para criar indicadores de referência ODSlocal com base nos SOT baseia-se nos quatro passos apresentados na Figura 1.

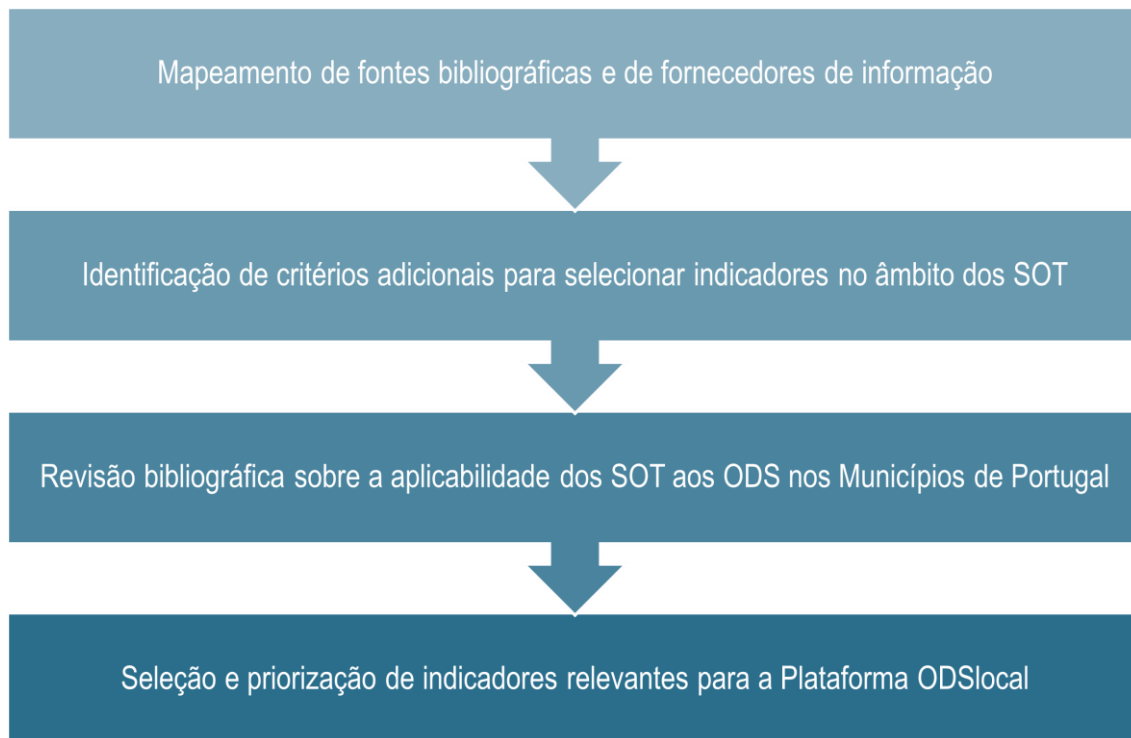


Figura 1 – Processo de seleção de novos indicadores de referência ODSlocal com base nos SOT.

Mapeamento de fontes bibliográficas e de fornecedores de informação

Partiu-se da pesquisa realizada para o Relatório de Atividades de 2023 da Plataforma ODSlocal (Plataforma ODSlocal, 2023a) (Anexos), no qual se identificaram fontes de conhecimento, de dados e de informação e infraestruturas de processamento.



Figura 2 – Mapeamento de fontes bibliográficas e de fornecedores de informação.

Identificação de critérios adicionais para selecionar os indicadores no âmbito dos SOT

Para além dos critérios já definidos para os indicadores de referência da Plataforma ODSlocal, considerou-se importante complementar a seleção com os seguintes critérios:

- Aplicabilidade dos SOT aos Indicadores ODSlocal:
 - Adicional – o indicador representa um acréscimo para as metas ODSlocal que ainda não têm quaisquer indicadores baseados em dados estatísticos convencionais;
 - Complementar – o indicador complementa as metas ODSlocal para as quais já existem indicadores baseados em dados estatísticos convencionais;
 - Sem aplicabilidade – o indicador não tem aplicabilidade SOT nem dados estatísticos convencionais nas metas ODSlocal;
 - Sem valor acrescentado – o indicador não tem aplicabilidade SOT e existem dados estatísticos convencionais nas metas ODSlocal.
- Resolução espacial²⁷ – ser o maior possível, pertinente para captar informação ao nível municipal e garantir que inclui também informações para as Regiões Autónomas;
- Âmbito temporal – com base na resolução temporal²⁸ do instrumento de observação da Terra, estar disponível (ou ser possível agregar) informação de periodicidade anual de forma contínua desde pelo menos 2015;
- Metodologia disponível e replicável – haver informação disponível sobre a metodologia de cálculo do indicador de forma a que seja replicável (robustez científica);
- Disponibilidade e adequação dos dados – os dados têm de estar disponíveis e num formato adequado à metodologia de cálculo e ao ODSlocal;
- Acessibilidade aos dados – divide-se em três subcomponentes:
 - infraestrutura de processamento;
 - API associada;
 - *download* aos dados.
- Gratuitidade – ser gratuito;
- Domínio de intervenção municipal – o indicador deve monitorizar aspetos que possam ter intervenção direta ou indireta dos municípios, para que estes consigam acompanhar o impacto das suas políticas ao longo do tempo.

²⁷ A resolução espacial é definida pelo tamanho de cada pixel numa imagem digital e pela área da superfície da Terra representada por esse pixel (NASA).

²⁸ A resolução temporal é o tempo que um satélite leva para completar uma órbita e visitar a mesma área de observação.

Revisão bibliográfica sobre a aplicabilidade dos SOT aos ODS

Nesta etapa foi realizada uma pesquisa e análise sistemática de bibliografia cinzenta publicada por instituições de referência nos temas dos ODS e SOT (por exemplo, ONU, ESA, NASA) e de artigos científicos, considerando a combinação de palavras-chave como: “objetivos de desenvolvimento sustentável”, “sistemas de observação da terra” e “indicadores”. Desta análise resultou um conjunto de nove referências bibliográficas a partir das quais se registaram os indicadores dos ODS para os quais há evidências de aplicabilidade dos SOT:

1. *European Space Agency. (2020). Earth Observation for SDG: Compendium of Earth Observation contributions to the SDG Targets and Indicators*

Neste documento, a metodologia para análise dos SOT aplicou um sistema de cores de "semáforo" aos indicadores para sinalizar a relevância dos SOT:

- Verde: indicadores dos ODS para os quais os SOT foram ou não foram identificados (à data do documento) como fonte de informação, mas que contribuíram definitivamente para o seu desenvolvimento metodológico com relativa facilidade;
- Amarelo: indicadores dos ODS para os quais os SOT não foram (à data do documento) identificadas como fonte de informação, mas onde existe potencial para fazê-lo com mais desenvolvimento metodológico;
- Vermelho: indicadores dos ODS em que os SOT não têm contribuição para a metodologia.

A metodologia é baseada em oito critérios, divididos em critérios de disponibilidade (*readiness*): 1. Maturidade das tecnologias de OT; 2. Situação da OE nas diretrizes dos indicadores; 3. Capacidade técnica necessária; 4. Disponibilidade de dados globais de OT; e, ainda, em critérios de adequação; 5. Cumprimento do calendário de reporte; 6. Sensibilidade à mudança; 7. Escalabilidade (espacial); 8. Substituibilidade de lacunas.

2. *Andries, A., Morse, S., Murphy, R. J., Lynch, J., & Woolliams, E. R. (2019). Seeing Sustainability from Space: Using Earth Observation Data to Populate the UN Sustainable Development Goal Indicators. Sustainability, 11(18), 5062*

Os autores desenvolveram uma matriz de maturidade (*Maturity Matrix Framework 2.0*) para avaliar a adequação dos dados derivados dos SOT para preencher os indicadores dos ODS, com base numa ampla consulta a especialistas em SOT, baseada em indicadores e em seis premissas:

avaliação da incerteza, direcionamento, completitude, requisito de informações não baseada em SOT, praticabilidade (*Technology Readiness Level*) e análise custo-eficácia. Os autores aplicaram a matriz a cerca de 70 publicações e recorreram a um sistema de cores para avaliar o contributo dos SOT para os indicadores dos ODS:

- Verde – os dados de SOT têm um contributo direto para apoiar o indicador dos ODS;
- Amarelo – os dados de SOT têm um contributo parcial para apoiar o indicador dos ODS;
- Vermelho – os dados de SOT têm um contributo fraco para apoiar o indicador dos ODS;
- Cinzento – não existem provas na bibliografia acerca do contributo dos SOT para o indicador dos ODS.

3. Cochran, F., Daniel, J., Jackson, L., & Neale, A. (2020). *Earth observation-based ecosystem services indicators for national and subnational reporting of the sustainable development goals. Remote Sensing of Environment*, 244

O [EnviroAtlas](#), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, disponibiliza uma coleção de mapas interativos baseados em dados ambientais e socioeconómicos relevantes para os ODS. O *EnviroAtlas* mapeia indicadores de serviços ecossistémicos à escala nacional, regional e local que podem contribuir para as metas estabelecidas em vários objetivos, como o ODS 6, o ODS 11 e o ODS 15. São identificados exemplos de indicadores do *EnviroAtlas* que fornecem uma forma de visualizar as desigualdades espaciais, ajudando a preencher lacunas nos indicadores ambientais e integrando dados socioeconómicos e ambientais para os ODS. Embora o *EnviroAtlas* tenha sido criado para os Estados Unidos, os métodos para a criação de indicadores são transferíveis e o código-fonte é aberto.

4. *Freshwater Ecosystems Explorer*

O *Freshwater Ecosystems Explorer* é uma plataforma de dados gratuita que fornece dados geoespaciais precisos, atualizados e de alta resolução, que retratam alterações em ecossistemas de água doce ao longo do tempo. Os dados apresentados nesta plataforma destinam-se a impulsionar ações para proteger e restaurar os ecossistemas de água doce e a permitir que os países acompanhem o progresso no sentido da consecução da Meta 6.6 dos ODS.

5. Estoque, R. C. (2020). *A Review of the Sustainability Concept and the State of SDG Monitoring Using Remote Sensing. Remote Sensing*, 12(11), 1770

O autor atualiza a situação da disponibilidade de dados baseados em SOT para a lista de indicadores apresentada pela iniciativa *EO4SDG – Earth Observation for Sustainable Development Goals*²⁹, classificando os dados como disponíveis ou não disponíveis para um conjunto de indicadores dos ODS. A disponibilidade de dados baseia-se na base de dados de indicadores globais dos ODS em abril de 2020³⁰.

6. **Kavvada, A., Metternicht, G., Kerblat, F., Mudau, N., Haldorson, M., Laldaparsad, S., Friedl, L., Held, A., & Chuvieco, E. (2020). *Towards delivering on the Sustainable Development Goals using Earth observations. Remote Sensing of Environment, 247***

Os autores sintetizam as metas e os indicadores dos ODS que podem ser total ou parcialmente derivados de dados de SOT, levando em conta diversos aspetos como a faixa do espectro considerada, a resolução espacial, a resolução espectral, a resolução temporal, a resolução radiométrica e a extensão da série temporal, entre outros.

7. **Paganini, M., Petiteville, I., Ward, S., Dyke, G., Steventon, M., Harry, J., & Kerblat, F. (2018). *Satellite Earth Observations in Support of the Sustainable Development Goals Special 2018 Edition***

Através de uma coleção de artigos e respetiva análise, os autores enumeram diversas formas a partir das quais os dados dos SOT contribuem para alcançar os ODS, desde a monitorização de indicadores ambientais até à facilitação da resposta a desastres e promoção do progresso socioeconómico, identificando os indicadores dos ODS que podem ser apoiados por SOT.

8. **CSIRO. *Satellite Imagery and Geospatial Data Task Team report. Online: UN Statistics Division; 2017***

São identificados os indicadores dos ODS que podem ter uma medida direta ou um apoio indireto dos SOT partindo da lista de indicadores apresentada pela iniciativa *EO4SDG – Earth Observation for Sustainable Development Goals*¹⁴.

²⁹ <https://eo4sd.esa.int/>

³⁰ <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>

9. United Nations Office for Outer Space Affairs. (2018). European Global Navigation Satellite System and Copernicus: Supporting the Sustainable Development Goals – Building Blocks Towards the 2030 Agenda.

O Copernicus e o Galileo – *European Global Navigation Satellite System*³¹ (EGNSS) apoiam o cumprimento dos ODS, tanto de forma independente como de forma sinérgica, esta última contribuindo tanto para a monitorização como para o cumprimento de algumas das metas. Nesta abordagem, os ODS foram divididos em dois grupos, consoante o nível de contribuição destas aplicações para a sua concretização e monitorização: nível de contribuição significativo, que inclui os ODS que mais beneficiam da utilização destas aplicações; e nível de contribuição limitada, que se refere aos ODS que, embora tenham sido positivamente impactados por estas aplicações, a sua utilização não foi considerada crucial para o seu cumprimento. No âmbito deste trabalho foram assinaladas as metas cujo nível de contribuição do Copernicus para a sua monitorização foi considerado significativo.

Os temas dos ODS e SOT têm vindo a ser cada vez mais estudados e, a título ilustrativo, é evidente na Figura 3 a evolução do número de artigos científicos publicados entre 2015 e 2023 utilizando o motor de busca *Google Scholar*³² e as palavras-chave: “sustainable development goals” e “earth observation”.

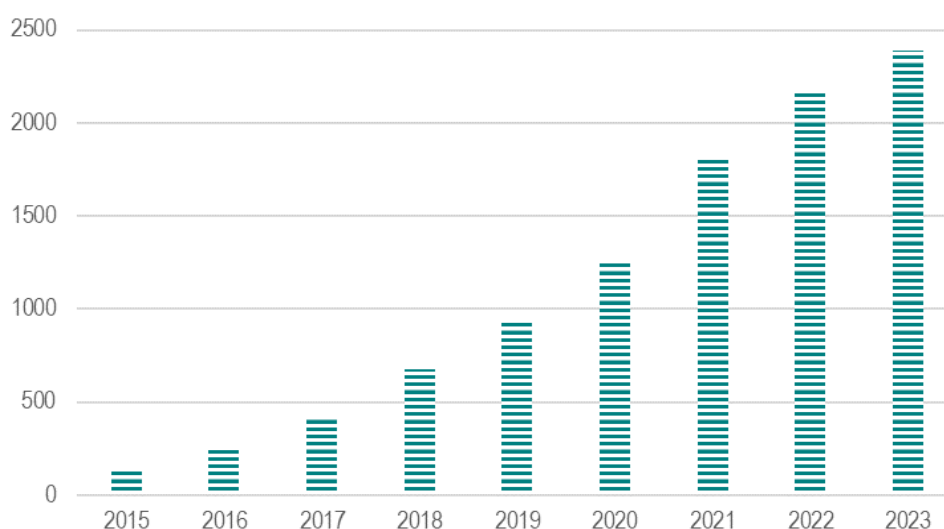


Figura 3 – Evolução do número de artigos científicos publicados entre 2015 e 2023 utilizando o motor de busca *Google Scholar* e as palavras-chave: ‘sustainable development goals’ e ‘earth observation’.

³¹ <https://galileognss.eu/>

³² <https://scholar.google.com/>

Seleção e priorização de indicadores relevantes para a Plataforma ODSlocal

Nesta etapa seguiram-se os passos descritos na Figura 4.

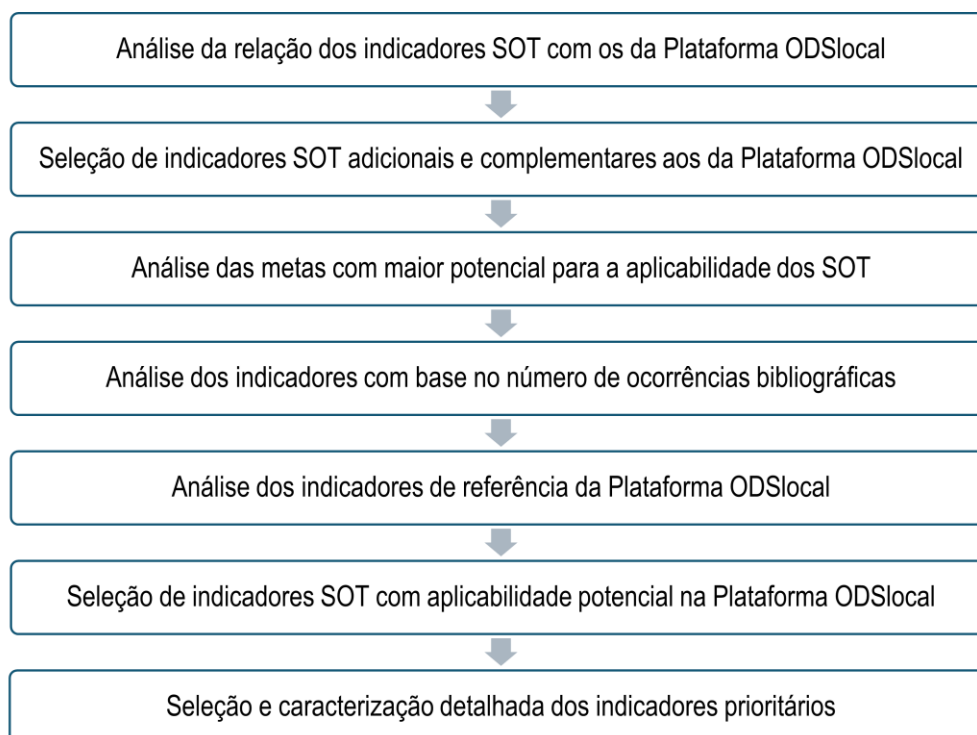


Figura 4 – Passos da etapa “seleção e priorização de indicadores relevantes para a Plataforma ODSlocal”.

Na matriz de aplicabilidade dos SOT aos Indicadores da Plataforma ODSlocal confrontaram-se os resultados da revisão das nove referências bibliográficas da etapa anterior com a existência (/ausência) de indicadores associados às metas ODSlocal. Dos 248 indicadores do ‘*Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and Targets*’³³ foram considerados os 190 correspondentes às 119 metas ODSlocal, bem como os 143 indicadores de referência disponíveis na Plataforma ODSlocal em abril de 2024, atribuindo-se quatro categorias à aplicabilidade dos SOT ao ODSlocal, como explicitado na Tabela 7.

³³ [Global Indicator Framework after 2023 refinement.English.xlsx \(live.com\)](https://live.com/Global-Indicator-Framework-after-2023-refinement.English.xlsx)

Tabela 7 – Matriz de aplicabilidade dos SOT aos Indicadores dos ODSlocal.

		N.º de ocorrências na bibliografia da aplicabilidade dos SOT aos Indicadores dos ODS	Ausência/Existência de Indicadores associados às metas da Plataforma ODSlocal	Aplicabilidade dos SOT aos Indicadores da Plataforma ODSlocal
Meta ODS _x	Indicador x.1	≥ 1	Ausência	Adicional
Meta ODS _y	Indicador y.1	≥ 1	Existência	Complementar
Meta ODS _w	Indicador w.1	= 0	Ausência	Sem aplicabilidade
Meta ODS _z	Indicador z.1	= 0	Existência	Sem valor acrescentado

Uma vez distribuídos os indicadores por estas quatro categorias, consideraram-se como mais relevantes os indicadores inseridos nas categorias ‘adicional’ e ‘complementar’ e, entre estes, analisaram-se os ODS e as metas com maior potencial para a aplicabilidade dos SOT.

Seguiu-se a seleção dos indicadores baseados em SOT relevantes para a Plataforma ODSlocal dentro destas categorias, aplicando-se um critério relativo ao número de ocorrências na bibliografia consultada sobre a aplicabilidade dos SOT: indicadores em que pelo menos quatro das nove referências bibliográficas analisadas referem a aplicabilidade dos SOT. A listagem de indicadores prioritários para a aplicabilidade dos SOT na Plataforma ODSlocal teve como base o critério relacionado com a pertinência para os municípios e a diversidade de *inputs* para serem criadas ferramentas para o portal ODSlocal no âmbito dos SOT. Numa fase seguinte, os indicadores classificados como prioritários serão caracterizados em detalhe.

IV. Resultados

Nesta secção apresentam-se em detalhe os resultados de cada um dos passos da etapa relativa à “Seleção e priorização de indicadores relevantes para a Plataforma ODSlocal” (Figura 4).

190

190 indicadores SOT e sua relação com Indicadores ODSlocal

Os resultados da construção da matriz a partir dos 190 indicadores para seleção dos indicadores baseados em SOT relevantes para a Plataforma ODSlocal (Tabela 7) encontram-se resumidos na Tabela 8.

Tabela 8 - Resumo dos resultados da matriz de aplicabilidade dos SOT aos Indicadores dos ODSlocal.

Categorias de aplicabilidade dos SOT aos Indicadores da Plataforma ODSlocal	Número de indicadores
Adicional	47
Complementar	41
Sem aplicabilidade	54
Sem valor acrescentado	48

Uma vez distribuídos os indicadores por estas quatro categorias, consideraram-se como mais relevantes para os passos seguintes os 88 indicadores inseridos nas categorias ‘adicional’ e ‘complementar’.

88 indicadores SOT adicionais e complementares aos indicadores ODSlocal

Na Figura 5 pode ver-se a distribuição dos 88 indicadores das categorias 'adicional' e 'complementar' por ODS.

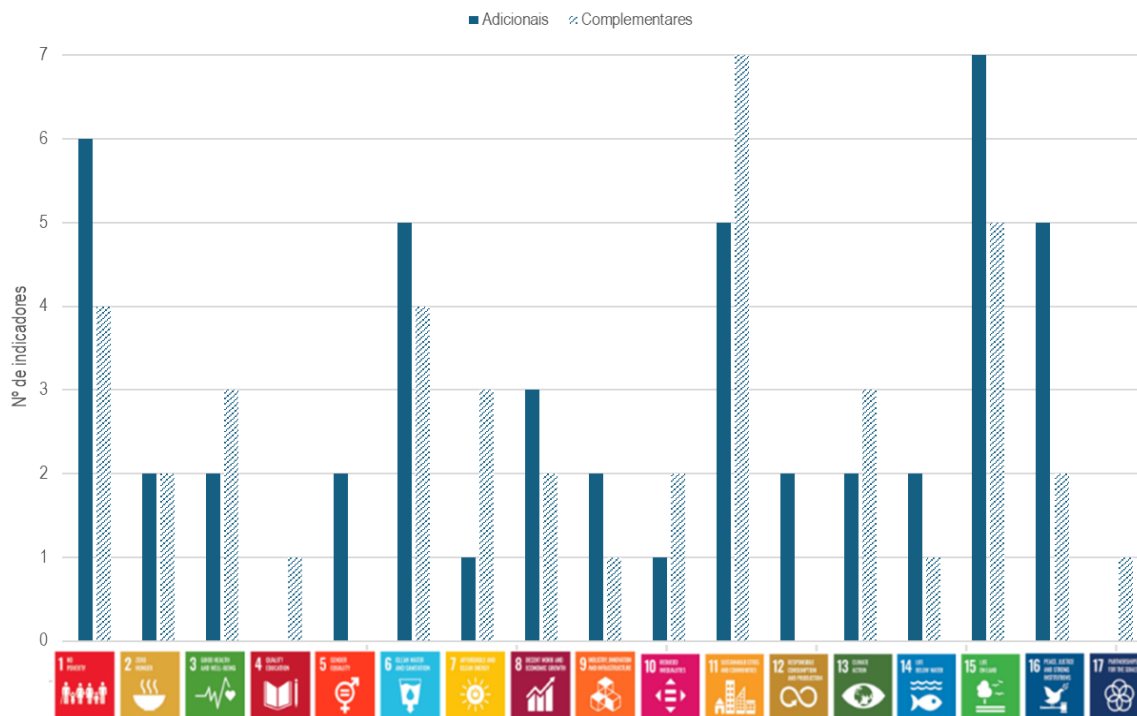


Figura 5 – Número de indicadores nas categorias de aplicabilidade dos SOT 'adicional' e 'complementar' por ODS.

Nesta Figura observa-se que os ODS com maior potencial para a aplicabilidade dos SOT na categoria dos indicadores adicionais são: ODS 1 'Erradicar a Pobreza', ODS 6 'Água Potável e Saneamento', ODS 11 'Cidades e Comunidades Sustentáveis', ODS 15 'Proteger a Vida Terrestre' e ODS 16 'Paz, Justiça e Instituições Eficazes'. O ODS 4 'Educação de Qualidade' e o ODS 17 'Parcerias para a Implementação dos Objetivos' não têm indicadores nesta categoria.

Na categoria dos indicadores complementares destacam-se: ODS 1 'Erradicar a Pobreza', ODS 6 'Água Potável e Saneamento', ODS 11 'Cidades e Comunidades Sustentáveis' e ODS 15 'Proteger a Vida Terrestre'.

Salientam-se os ODS 11 'Cidades e Comunidades Sustentáveis' e 15 'Proteger a Vida Terrestre' como os que têm um maior número de indicadores para aplicabilidade dos SOT em ambas as categorias.

Metas com potencial de aplicabilidade dos SOT

Fazendo o mesmo exercício para as metas dos indicadores da Plataforma ODSlocal, apresenta-se na Figura 6 e na Figura 7, respetivamente, a distribuição das categorias de aplicabilidade dos SOT ‘adicional’ e ‘complementar’ às metas ODSlocal. Cada uma das categorias cobre 32% das metas ODSlocal.

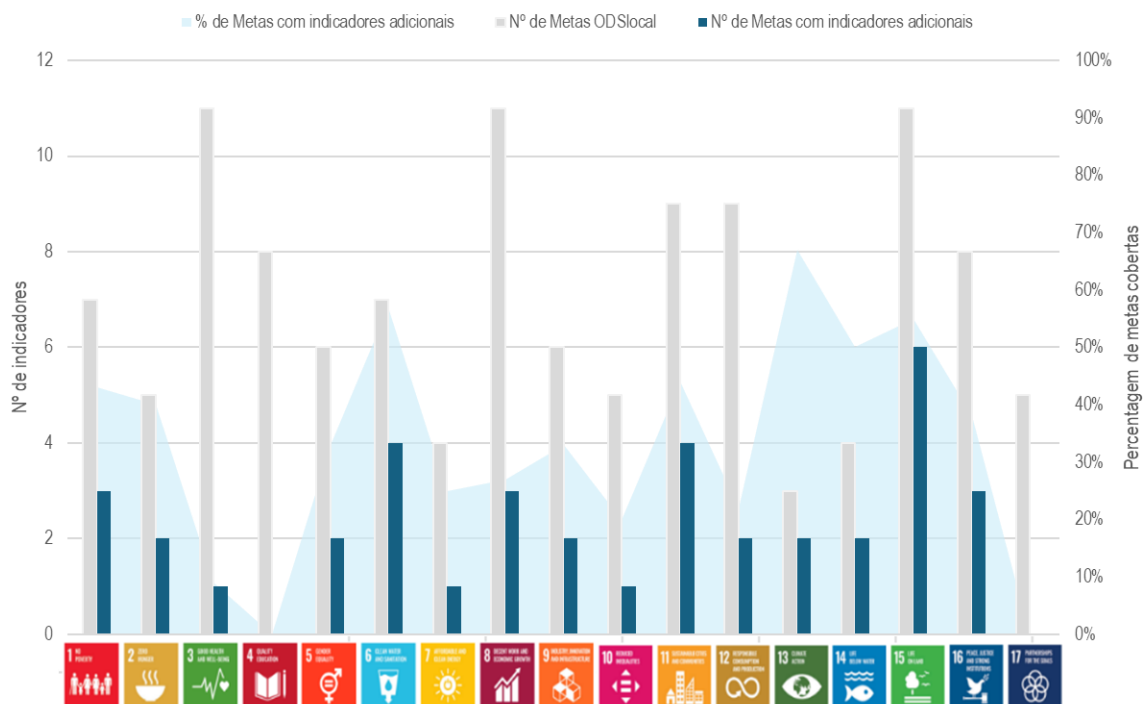


Figura 6 – Distribuição do número de metas ODSlocal e do número de metas com indicadores adicionais por ODS (eixo principal) e percentagem de metas cobertas por indicadores adicionais por ODS (eixo secundário).

Os ODS com maior número de metas cobertas por indicadores adicionais são: ODS 6 ‘Água Potável e Saneamento’, ODS 13 ‘Ação Climática’, ODS 14 ‘Proteger a Vida Marinha’ e ODS 15 ‘Proteger a Vida Terrestre’. Os ODS com menor número de metas cobertas por indicadores adicionais são: ODS 3 ‘Saúde de Qualidade’, ODS 7 ‘Energias Renováveis e Acessíveis’, ODS 8 ‘Trabalho Digno e Crescimento Económico’, ODS 10 ‘Reduzir as Desigualdades’ e ODS 12 ‘Produção e Consumo Sustentáveis’.

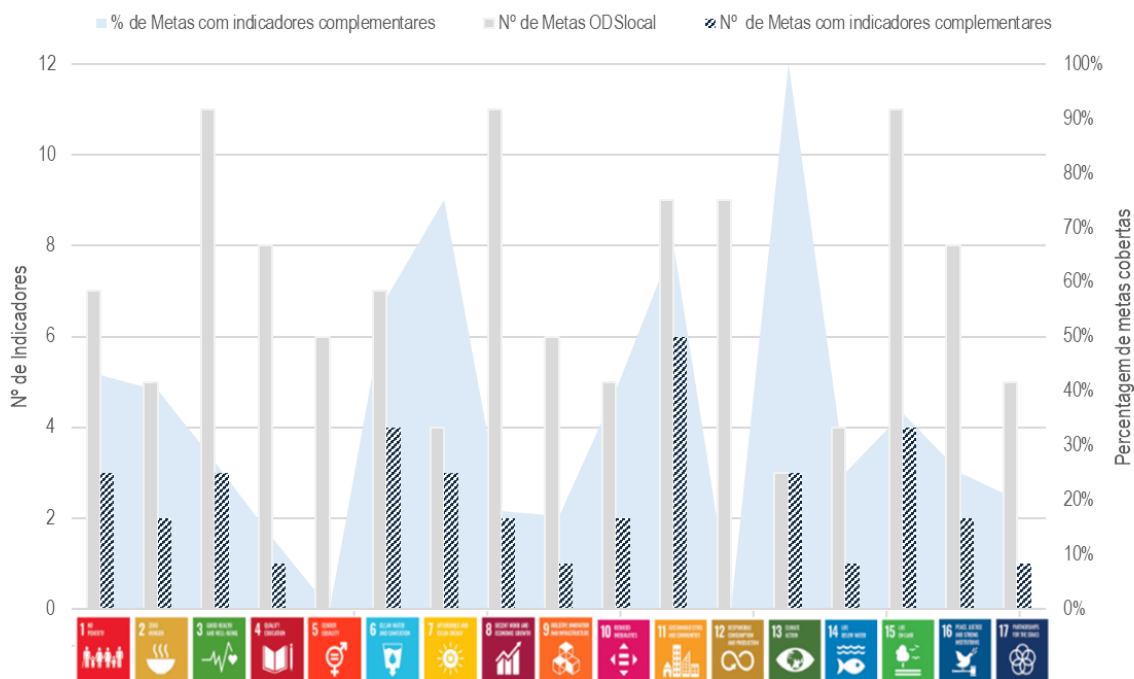


Figura 7– Distribuição do número de metas ODSlocal e do número de metas com indicadores complementares por ODS (eixo principal) e percentagem de metas cobertas por indicadores adicionais por ODS (eixo secundário).

Os indicadores complementares cobrem o maior número de metas nos ODS 6 ‘Água Potável e Saneamento’, ODS 7 ‘Energias Renováveis e Acessíveis’, ODS 11 ‘Cidades e Comunidades Sustentáveis’ e ODS 13 ‘Ação Climática’. Entre os ODS com menor número de metas cobertas por indicadores complementares estão os ODS 4 ‘Educação de Qualidade’, ODS 8 ‘Trabalho Digno e Crescimento Económico’, ODS 9 ‘Indústria, Inovação e Infraestruturas’, ODS 14 ‘Proteger a Vida Marinha’, ODS 16 ‘Paz, Justiça e Instituições Eficazes’ e ODS 17 ‘Parcerias para a Implementação dos Objetivos’.

Indicadores com ocorrências bibliográficas

Com base no critério do número de ocorrências na bibliografia consultada sobre a aplicabilidade dos SOT ao conjunto dos indicadores das categorias ‘adicional’ e ‘complementar’, selecionaram-se 24 indicadores (Tabela 9) ([ver tabela completa](#)).

Tabela 9 – Seleção dos indicadores nas categorias ‘adicional’ e ‘complementar’ com base no número de ocorrências encontradas na bibliografia consultada.

Indicadores ODS	Indicadores ODSlocal	N.º de ocorrências bibliográficas
6.6.1 Alteração na extensão dos ecossistemas aquáticos ao longo do		8

Indicadores ODS	Indicadores ODSlocal	N.º de ocorrências bibliográficas
tempo		
11.6.2. Nível médio anual de partículas inaláveis (ex.: PM2.5 e PM10) nas cidades (população ponderada)		7
15.2.1. Progressos para a gestão florestal sustentável	15.2 Taxa de superfície florestal ardida (%) 15.2 Sapadores florestais por 10 km2 de área florestal (n.º) 15.2 Área com aptidão integrada para sobreiro e azinheira, ocupada por sistemas agroflorestais de sobreiro e azinheira (%)	7
15.3.1. Proporção do território com solos degradados	15.3 Territórios artificializados per capita (m2/hab.) 15.3 Proporção da superfície agrícola candidata a apoios para medidas de conservação do solo (%) 15.3 Solos de elevado valor pedológico e ecológico com usos não artificializados (%)	7
6.3.1 Proporção do fluxo de águas residuais domésticas e industriais tratada com segurança	6.3 Proporção de alojamentos servidos por tratamento de águas residuais (%)	6
9.4.1 Emissão de CO2 por unidade de valor acrescentado		6
2.4.1 Proporção da Superfície Agrícola Utilizada (SAU) afeta a práticas agrícolas produtivas e sustentáveis	2.4 Proporção da superfície agrícola candidata a apoios para manutenção de agricultura biológica (%) 2.4 Proporção da superfície agrícola candidata a apoios para manutenção em zonas desfavorecidas (%)	6
3.9.1 Taxa de mortalidade atribuída a poluição ambiente e doméstica do ar	3.9 Óbitos por doenças do aparelho respiratório, por 100 000 habitantes (n.º)	6
13.1.1. Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas devido a catástrofes por 100 mil habitantes	13.1 Proporção de superfície das áreas classificadas (%) 13.1 Área edificada na Zona Costeira - 500 m (%)	6
15.1.1. Proporção do território que é área florestal	15.1 Proporção de superfície das áreas classificadas (%)	6
14.5.1. Cobertura de áreas marinhas protegidas relativamente às áreas marinhas		5
6.4.2 Nível de stress hídrico: proporção das descargas de água doce no total dos recursos de água doce disponíveis		5
15.4.1. Sítios importantes para a biodiversidade de montanha cobertos por áreas protegidas		5
15.4.2 (a) Índice do coberto vegetal nas regiões de montanha; e (b) Proporção de terras montanhosas degradadas		5
6.3.2 Proporção de massas de água com boa qualidade ambiental	6.3 Proporção da área das massas de água superficiais com estado global "bom e superior" (%)	5

Indicadores ODS	Indicadores ODSlocal	N.º de ocorrências bibliográficas
7.1.1 Percentagem da população com acesso à eletricidade	7.1 Pacto dos Autarcas (vertente - pobreza energética)	5
11.1.1. Proporção de população residente em áreas urbanas que vive em alojamentos não clássicos ou em alojamentos com falta de condições de habitação	11.1 Rácio entre valores de arrendamento de habitação e rendimento (%) 11.1 Valor mediano das vendas por m2 de alojamentos familiares nos últimos 12 meses (€)	5
11.7.1. Proporção de espaço aberto para uso público de todos nas cidades, por sexo, grupo etário e população com incapacidade	11.7 Proporção de Solo Urbano não artificializado (%) 11.7 Proporção de espaços verdes em solo urbano (%)	5
5.a.1 (a) Proporção da população agrícola proprietária ou com direitos de posse das terras agrícolas, por sexo; e (b) Proporção de mulheres entre os proprietários ou detentores de direitos de posse das terras agrícolas, por forma de exploração das terras agrícolas		4
6.5.1 Grau de gestão integrada de recursos hídricos		4
11.2.1. Proporção de população com acesso adequado a transportes públicos, por sexo, grupo etário e população com incapacidade		4
6.4.1 Alteração da eficiência no uso da água	6.4 Proporção da superfície agrícola candidata a apoios para uso eficiente da água na agricultura (%)	4
9.1.1 Proporção de população residente em áreas rurais que vive num raio de 2 km de acesso a uma estrada transitável em todas as estações do ano	9.1 Proporção de participação comunitária em projetos cofinanciados no total de receitas de capital das câmaras municipais (%)	4
14.1.1 (a) Índice de eutrofização das águas costeiras; e (b) Índice de densidade de resíduos plásticos flutuantes	14.1 Proporção de águas balneares costeiras e de transição/estuarinas com qualidade "Excelente" ou "Boa" (%) 14.1 Proporção de águas balneares costeiras e de transição/estuarinas com qualidade "Má" (%) 14.1 Plástico recolhido (t) por 10.000 habitantes 14.1 Proporção de alojamentos servidos por tratamento de águas residuais (%)	4

Destes 24 indicadores, 10 estão na categoria 'adicional' e 14 na categoria 'complementar'. Na Figura 8 é possível visualizar estes indicadores por ODS.

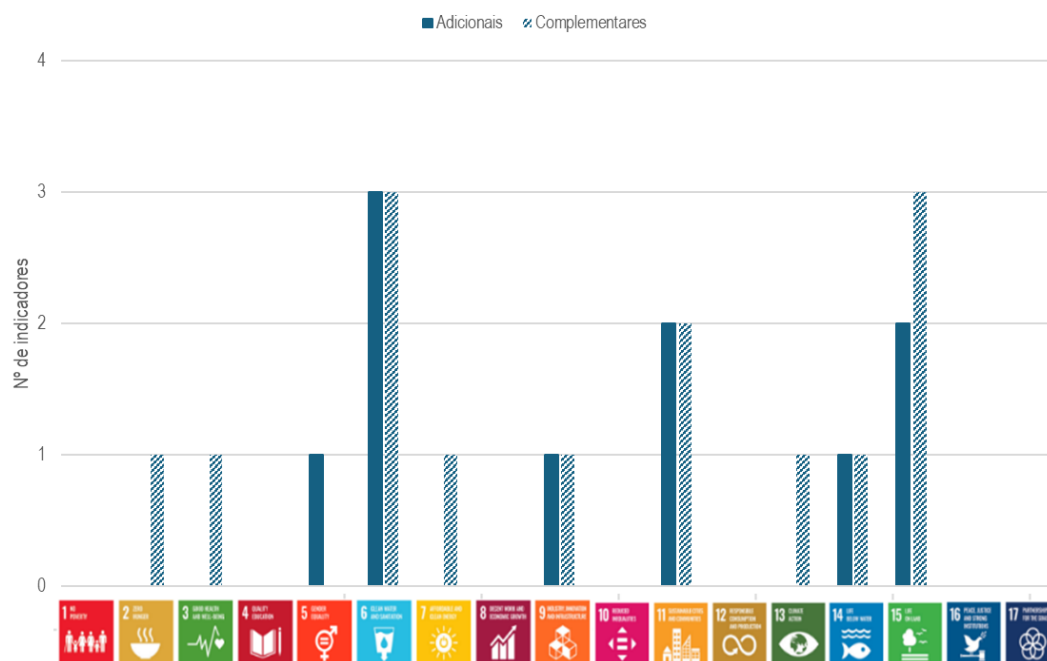


Figura 8 – Número de indicadores selecionados com base no número de ocorrências bibliográficas nas categorias de aplicabilidade dos SOT ‘adicional’ e ‘complementar’ por ODS.

Analisando o número de indicadores selecionados com base no número de ocorrências bibliográficas nas categorias de aplicabilidade dos SOT ‘adicional’ e ‘complementar’ por ODS da Figura 8, constata-se que:

- os ODS 6 ‘Água Potável e Saneamento’, ODS 11 ‘Cidades e Comunidades Sustentáveis’ e ODS 15 ‘Proteger a Vida Terrestre’ são os ODS com maior número de indicadores prioritários em ambas as categorias de aplicabilidade dos SOT;
- o ODS 5 ‘Igualdade de Género’ contém apenas indicadores prioritários da categoria ‘adicional’;
- os ODS 2 ‘Erradicar a Fome’, ODS 3 ‘Saúde de Qualidade’, ODS 7 ‘Energias Renováveis e Acessíveis’ e ODS 13 ‘Ação Climática’ contêm apenas indicadores prioritários da categoria ‘complementar’;
- os ODS 9 ‘Indústria, Inovação e Infraestruturas’ e ODS 14 ‘Proteger a Vida Marinha’ contêm um indicador prioritário em cada categoria;
- Sete dos 17 ODS não contêm quaisquer dos indicadores prioritários: ODS 1 ‘Erradicar a Pobreza’, ODS 4 ‘Educação de Qualidade’, ODS 8 ‘Trabalho Digno e Crescimento Económico’, ODS 10 ‘Reduzir as Desigualdades’, ODS 12 ‘Produção e Consumo Sustentáveis’, ODS 16 ‘Paz, Justiça e Instituições Eficazes’ e ODS 17 ‘Parcerias para a Implementação dos Objetivos’.

Indicadores de referência da Plataforma ODSlocal

Para o exercício de priorização dos indicadores há também que considerar o panorama da distribuição dos indicadores de referência existentes na Plataforma ODSlocal para cada ODS. No relatório de análise dos indicadores de referência realizado pela Plataforma ODSlocal em 2023 (Plataforma ODSlocal, 2023b), foram destacados os seguintes aspetos (ver Figura 9):

- os ODS 3 'Saúde de Qualidade' e ODS 11 'Cidades e Comunidades Sustentáveis' têm o maior número de indicadores;
- o ODS 14 'Proteger a Vida Marinha' tem o menor número de indicadores;
- os ODS 3 'Saúde de Qualidade', ODS 4 'Educação de Qualidade' e ODS 11 'Cidades e Comunidades Sustentáveis' são os que apresentam um maior número de metas cobertas por indicadores;
- os ODS 14 'Proteger a Vida Marinha' e ODS 12 'Produção e Consumo Sustentáveis' são aqueles que têm menor número de metas cobertas por indicadores;
- os ODS 7 'Energias Renováveis' e ODS 13 'Ação Climática' têm todas as metas cobertas por indicadores;
- os ODS 14 'Proteger a vida marinha' e ODS 12 'Produção e Consumo sustentáveis' apresentam menor proporção de metas cobertas por indicadores.

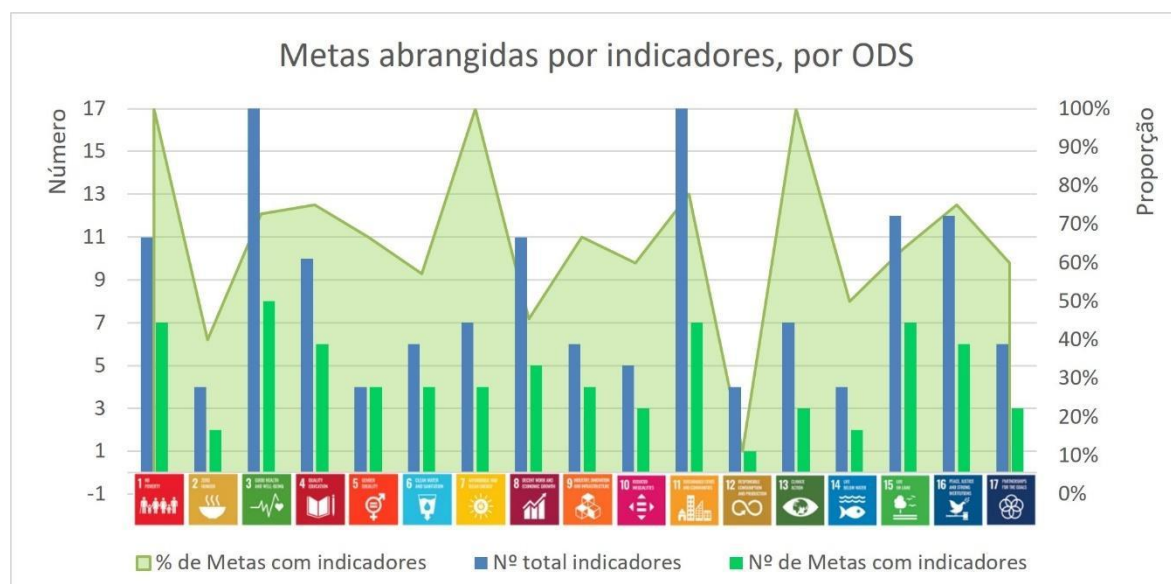


Figura 9 – Distribuição do número de indicadores, a azul, e de metas cobertas por indicadores, a vermelho (no eixo principal) e a proporção de metas cobertas por indicadores a verde (eixo secundário).
 Fonte: (Plataforma ODSlocal, 2024)

Desta análise destaca-se a carência de indicadores para os ODS 12 'Produção e Consumo Sustentáveis' e ODS 14 'Proteger a Vida Marinha'. Apenas para o ODS 14 foram pré-selecionados dois indicadores relativamente à aplicabilidade dos SOT.

24 indicadores SOT com aplicabilidade potencial pela Plataforma ODSlocal

As etapas anteriores culminaram na seleção de 24 indicadores, para cuja priorização se aplicou o critério relacionado com a pertinência para os municípios como apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Lista de indicadores para a aplicabilidade dos SOT no ODSlocal e pertinência para os municípios, apresentados por ordem crescente de n.º total de indicadores disponíveis no portal da Plataforma ODSlocal.

Indicadores ODS	Categorias de aplicabilidade	Pertinência para a Plataforma ODSlocal
14.5.1. Cobertura de áreas marinhas protegidas relativamente às áreas marinhas	Adicional	Não
14.1.1 (a) Índice de eutrofização das águas costeiras e (b) índice de densidade de resíduos plásticos flutuantes	Complementar	Não
2.4.1 Proporção da Superfície Agrícola Utilizada (SAU) afeta a práticas agrícolas produtivas e sustentáveis	Complementar	Talvez
5.a.1 (a) Proporção da população agrícola proprietária ou com direitos de posse das terras agrícolas, por sexo; e (b) proporção de mulheres entre os proprietários ou detentores de direitos de posse das terras agrícolas, por forma de exploração das terras agrícolas	Adicional	Não
6.6.1 Alteração na extensão dos ecossistemas aquáticos ao longo do tempo	Adicional	Sim
6.3.1 Proporção do fluxo de águas residuais domésticas e industriais tratada com segurança	Complementar	Não
6.4.2 Nível de stress hídrico: proporção das descargas de água doce no total dos recursos de água doce disponíveis	Adicional	Talvez
6.3.2 Proporção de massas de água com boa qualidade ambiental	Complementar	Talvez
6.5.1 Grau de gestão integrada de recursos hídricos	Adicional	Talvez
6.4.1 Alteração da eficiência no uso da água	Complementar	Talvez
9.1.1 Proporção de população residente em áreas rurais que vive num raio de 2 km de acesso a uma estrada transitável em todas as estações do ano	Complementar	Sim
9.4.1 Emissão de CO ₂ por unidade de valor acrescentado	Adicional	Sim
13.1.1. Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas devido a catástrofes por 100 mil habitantes	Complementar	Sim
7.1.1 Percentagem da população com acesso à eletricidade	Complementar	Sim
15.1.1. Proporção do território que é área florestal	Complementar	Talvez
15.2.1. Progressos para a gestão florestal sustentável	Complementar	Sim

15.3.1. Proporção do território com solos degradados	Complementar	Sim
15.4.1. Sítios importantes para a biodiversidade de montanha cobertos por áreas protegidas	Adicional	Não
15.4.2 (a) Índice do coberto vegetal nas regiões de montanha e (b) proporção de terras montanhosas degradadas	Adicional	Não
11.6.2. Nível médio anual de partículas inaláveis (ex.: PM _{2.5} e PM ₁₀) nas cidades (população ponderada)	Adicional	Sim
11.1.1. Proporção de população residente em áreas urbanas que vive em alojamentos não clássicos ou em alojamentos com falta de condições de habitação	Complementar	Talvez
11.2.1. Proporção de população com acesso adequado a transportes públicos, por sexo, grupo etário e população com incapacidade	Adicional	Sim
11.7.1. Proporção de espaço aberto para uso público de todos nas cidades, por sexo, grupo etário e população com incapacidade	Complementar	Não
3.9.1 Taxa de mortalidade atribuída a poluição ambiente e doméstica do ar	Complementar	Sim

10 indicadores SOT prioritários para a Plataforma ODSlocal

Os indicadores prioritários são os 10 indicadores que resultaram da análise da pertinência para os municípios ODSlocal, dos quais quatro incluem-se na categoria 'adicional' e seis na categoria 'complementar'. Na Figura 10 apresenta-se a distribuição dos 10 primeiros indicadores prioritários nas categorias de aplicabilidade dos SOT 'adicional' e 'complementar' por ODS.

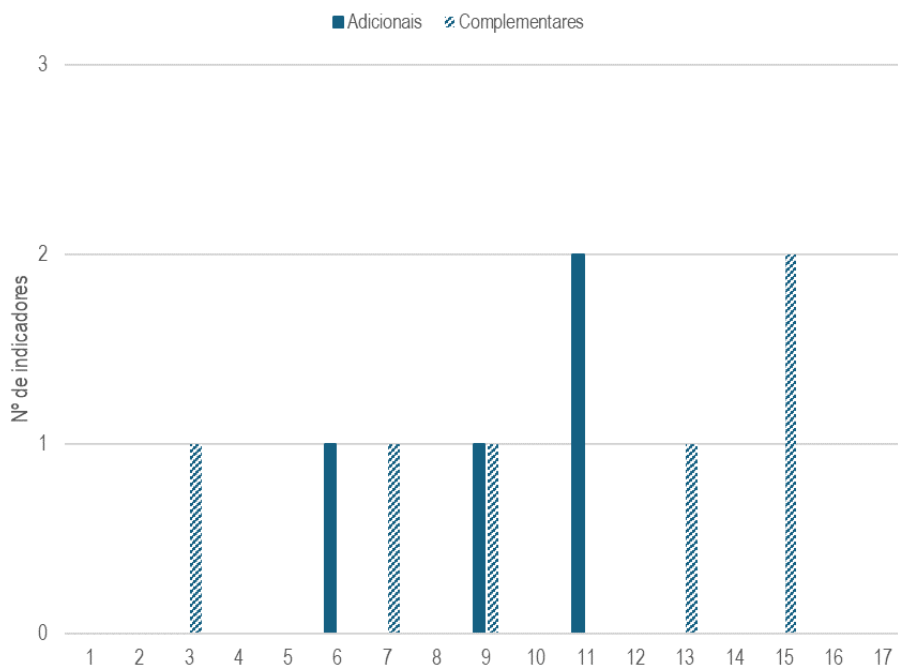


Figura 10 – Distribuição dos 10 primeiros indicadores prioritários nas categorias de aplicabilidade dos SOT 'adicional' e 'complementar' por ODS.

Para além da questão da pertinência, este conjunto de indicadores apresenta também uma base diversa de *inputs*, o que representa um desafio técnico e, por isso, uma mais-valia para testar as ferramentas que estão a ser criadas no portal ODSlocal no âmbito da primeira fase de integração dos SOT.

V. Caracterização dos indicadores prioritários

Os indicadores selecionados como prioritários são aqueles que potencialmente integrarão o portal da Plataforma ODSlocal na primeira fase e, por isso, foram caracterizados com base na pesquisa já efetuada e também numa pesquisa direcionada para exemplos de aplicação e para os fornecedores de informação nacionais, com foco no nível municipal. A caracterização deu-se através do preenchimento de uma ficha técnica para cada indicador ou subindicador. As fichas técnicas têm como objetivo apoiar e facilitar a implementação dos indicadores no servidor de mapas do portal ODSlocal.

Dado que a integração dos indicadores no portal ODSlocal normalmente não é direta, uma vez que os dados das fontes de informação nem sempre têm a resolução espacial e temporal pretendida ou têm ainda de ser trabalhados seguindo a metodologia de referência, seguiu-se o procedimento do *Inter-Agency and Expert Group on SDG Indicators*³⁴ (IAEG-SDG), que definiu um sistema de classificação de indicadores de três níveis quanto à disponibilidade de dados e ao estabelecimento de uma metodologia (UN-GGIM: Europe, 2019):

- Nível I: um primeiro nível de indicadores, para os quais existe uma metodologia estabelecida e os dados já estão amplamente disponíveis;
- Nível II: um segundo nível, para os quais uma metodologia foi estabelecida, mas para os quais os dados não estão facilmente disponíveis;
- Nível III: um terceiro nível, para os quais ainda não foi desenvolvida uma metodologia internacionalmente acordada.

A classificação mais recente, de dezembro de 2023³⁵, contém 157 indicadores de Nível I, 66 indicadores de Nível II e oito indicadores que possuem vários níveis, uma vez que as diferentes componentes do indicador são classificadas em níveis distintos.

Os dados de SOT para indicadores e metas dos ODS são classificados em quatro categorias de acordo com suas contribuições para as metas: indicadores disponíveis (quando disponíveis na *Global SDG Indicators Database*³⁶), indicadores diretos, indicadores indiretos e indicadores irrelevantes. Considera-se que existe uma relação direta quando os dados de SOT podem ser usados para calcular ou contribuir diretamente para metas relevantes dos ODS. Por outro lado, há uma relação indireta quando os dados de SOT não podem ser utilizados diretamente, mas podem auxiliar o cálculo (Song e Wu, 2021).

³⁴ <https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/>

³⁵ <https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/tier-classification/>

³⁶ <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>

Contudo, para seis dos indicadores, durante o exercício de caracterização que exigiu um maior aprofundamento da sua operacionalidade e um estudo detalhado da informação, chegou-se à conclusão de que os dados de SOT disponíveis ainda não permitem aplicar o indicador ao contexto e à escala de trabalho da Plataforma ODSlocal. Nestes casos, e sempre que possível, foram propostos novos indicadores.

Tabela 11 – Lista dos indicadores caracterizados.

Nome	Notas
3.9.1 Taxa de mortalidade atribuída a poluição ambiente e doméstica do ar	Proposto novo indicador: Número de dias por ano em que a qualidade do ar representou um risco para a saúde da população
6.6.1 Alteração na extensão dos ecossistemas aquáticos ao longo do tempo	Incluído subindicador 1 – Dinâmica da extensão espacial dos ecossistemas aquáticos
7.1.1 Percentagem da população com acesso à eletricidade	Excluído: adequado para Países em Desenvolvimento Proposto novo indicador para meta 7.2: Contributo do município com recursos renováveis na produção de energia elétrica (solar fotovoltaica e eólica <i>onshore</i>).
9.1.1 Proporção de população residente em áreas rurais que vive num raio de 2 km de acesso a uma estrada transitável em todas as estações do ano	Excluído: adequado para Países em Desenvolvimento
9.4.1 Emissão de CO ₂ por unidade de valor acrescentado	Excluído: fora do âmbito espacial
11.2.1. Proporção de população com acesso adequado a transportes públicos, por sexo, grupo etário e população com incapacidade	Excluído: necessidade de várias etapas
11.6.2. Nível médio anual de partículas inaláveis (ex.: PM _{2.5} e PM ₁₀) nas cidades (população ponderada)	Incluído
13.1.1. Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas devido a catástrofes por 100 mil habitantes	Excluído: fora do âmbito espacial. Ponderar adaptar o indicador E-risk – por exemplo, Risco de morbilidade e mortalidade devido a temperatura extrema;
15.2.1. Progressos para a gestão florestal sustentável	Incluído
15.3.1. Proporção do território com solos degradados	Incluído

3 SAÚDE DE QUALIDADE



META 3-9  REDUÇÃO DE DOENÇAS E MORTES DEVIDO A QUÍMICOS PERIGOSOS E A POLUIÇÃO	FICHA TÉCNICA Indicador 3.9.1 Dias cuja qualidade do ar apresenta risco elevado para saúde humana Indicador original: Taxa de mortalidade atribuída a poluição ambiente e doméstica do ar
---	--

Descrição sumária do indicador 3.9.1 Taxa de mortalidade atribuída a poluição ambiente e doméstica do ar

A taxa de mortalidade atribuída aos efeitos conjuntos da poluição ambiente e doméstica do ar pode ser expressa como **taxa de mortalidade ou taxa de mortalidade padronizada por idade**.

Este indicador avalia a mortalidade resultante da exposição à poluição do ar ambiente (exterior) e à poluição do ar doméstica (interior) provenientes de combustíveis poluentes utilizados para cozinhar e/ou aquecimento. Entre os poluentes atmosféricos, as partículas finas (PM_{2.5} e PM₁₀) têm o maior efeito na saúde humana (UNSD, 2023a).

Evidências de estudos epidemiológicos demonstraram que a exposição à poluição atmosférica está ligada, entre outras, às cinco causas subjacentes de morte consideradas neste indicador (UNSD, 2023a):

- Infecções agudas das vias respiratórias inferiores (estimadas em todas as faixas etárias; ³⁷CID-10: J09-J22, P23, U04);
- Doenças cerebrovasculares (AVC) em adultos (estimados acima de 25 anos; CID-10: I60-I69);
- Doenças isquémicas do coração (DIC) em adultos (estimados acima de 25 anos; CID-10: I20-I25);
- Doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) em adultos (estimada acima de 25 anos; CID-10: J40-J44); e
- Cancro de pulmão em adultos (estimados acima de 25 anos; CID-10: C33-C34).

Embora os SOT não estejam ainda incluídos na metodologia deste indicador, existe potencial para serem utilizados a par com os métodos atuais. Os SOT podem servir para monitorizar os níveis de qualidade do ar fornecendo dados das concentrações de poluentes atmosféricos como PM_{2.5} e PM₁₀. Estes dados podem ser correlacionados com dados estatísticos sobre a saúde humana e mortalidade, ajudando a monitorizar o progresso na redução do número de mortes e de doenças causadas pela poluição do ar (ESA, 2020).

ESA (2020) refere a utilização de dados de SOT para obter estimativas de concentração de PM_{2.5} e, em seguida, a utilização de funções de concentração-resposta desenvolvidas anteriormente para calcular os riscos relativos de associações entre PM_{2.5} e quatro causas de mortalidade: todas as causas, doença cardiopulmonar, cancro de pulmão e doença cardíaca isquémica.

A dispersão de aerossóis varia espacial e temporalmente, podendo, portanto, apresentar padrões locais e regionais dependendo da sua origem. A capacidade de a monitorização baseada em estações terrestres capturar distribuições de PM em grande escala (regionais, globais) é limitada. No entanto, os satélites podem detetar esta variabilidade espacial tanto na alta atmosfera como em regiões amplas. A escolha dos parâmetros do modelo influencia as estimativas iniciais (ESA, 2020).

³⁷ [Classificação Internacional de Doenças da Organização Mundial de Saúde](#)

Unidades

Mortes por 100 000 habitantes

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Complementar	Nível I	Indicadores indiretos

Metodologia

A metodologia que aqui se descreve é baseada na metodologia publicada pela *United Nations Statistical Division* ([UNSD, 2023a](#)).

A **mortalidade atribuída** é calculada combinando informação sobre:

- o risco aumentado (ou relativo) de uma doença resultante da exposição, e
- a extensão da exposição na população (neste caso, concentração média anual de PM_{2.5} a que a população está exposta, no caso da poluição do ar ambiente, e percentagem da população que depende principalmente de combustíveis poluentes para cozinhar, no caso da poluição do ar doméstica).

A **Fração Atribuível à População (FAP)** (*Population Attributable Fraction*) é a fração da doença observada numa determinada população que pode ser atribuída à exposição (componente ar ambiente e doméstica).

Aplicando a FAP à Carga Global de Doença (*Global Burden Disease - GBD*) obtém-se o número total de mortes resultantes da exposição a esse fator de risco específico (neste caso, poluição ambiente e doméstica do ar). Para estimar os efeitos combinados de risco calcula-se a **FAP conjunta**.

$$FAP_{conjunta} = 1 - \text{Produto} (1 - FAP_i),$$

em que FAP_i é a FAP de fatores de risco individuais, tendo sido as componentes da poluição do ar ambiente e doméstica avaliadas separadamente.

A exposição à poluição do ar ambiente corresponde ao Indicador 11.6.2 (ou modeladas de acordo com as referências em UNSD (2023c). A exposição à poluição do ar doméstica corresponde ao indicador 7.1.2 ‘Percentagem da população com acesso primário a combustíveis e tecnologias limpas’.

As funções integradas de exposição-resposta (*integrated exposure-response functions*) usadas foram as desenvolvidas pelo GBD (2010 e 2013) e atualizadas usando evidências epidemiológicas recentes para as cinco causas subjacentes de morte consideradas neste indicador.

A percentagem de população exposta a um fator de risco específico (poluição do ar ambiente por PM_{2.5}) foi fornecida por país e por incremento de 1 µg/m³; os riscos relativos foram calculados para cada incremento de PM_{2.5} com base nas IER; a concentração contrafactual selecionada foi entre 2,4 e 5,9 µg/m³.

A FAP (do país) para cada uma das cinco causas subjacentes de morte consideradas neste indicador foi calculada com base na fórmula:

$$PAF = \frac{\sum(P_i(RR-1))}{(\sum(RR-1)+1)}, \text{ em que RR é o risco relativo}$$

Os cálculos para a poluição doméstica do ar são semelhantes.

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
MODIS MISR Sentinel 5P	Sim

Modelo de dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
MODIS - MCD19A2.061: Terra & Aqua MAIAC Land Aerosol Optical Depth Daily <i>Common Data Language (CDL) Format</i>	1 km	Dados diários desde 2000
MODIS Aerosol Product Level 1 <i>Hierarchical Data Format (HDF)</i>	3 km e 10 km	Dados diários desde 2000
MISR <i>NetCDF-4 format</i>	275 metros em todos os ângulos	Regularidade desde 1999
Sentinel 5P (<i>TROPOspheric Monitoring Instrument - TROPOMI</i>)	5,5 km × 3,5 km e uma faixa de cerca de 2 600 km	Dados diários desde 2018

Acessibilidade aos dados
• infraestrutura de processamento • API associada • <i>download</i> aos dados MODIS - MCD19A2.061: Terra & Aqua MAIAC Land Aerosol Optical Depth Daily MODIS MODIS Aerosol Product Level 1 Giovanni (nasa.gov) Earthdata Developer Portal Earthdata (nasa.gov) Global Annual PM2.5 Grids from MODIS, MISR and SeaWiFS Aerosol Optical Depth (AOD) with GWR, v1: Satellite-Derived Environmental Indicators SEDAC (columbia.edu) MISR Level 3 Data Browser Sentinel-5P OFFL AER AI: Offline UV Aerosol Index Sentinel-5P Documents Library

Notas

O indicador 3.9.1. contempla a qualidade do ar exterior (poluição ambiente do ar) e a qualidade do ar interior (poluição doméstica do ar), associadas respetivamente aos indicadores 11.6.2 ‘Nível médio anual de partículas inaláveis (ex: com diâmetro inferior a 2.5 µm e 10 µm) nas cidades (população ponderada)’ e 7.1.2 ‘Percentagem da população com acesso primário a combustíveis e tecnologias limpas’. No contexto nacional, e tendo em conta que o valor reportado a nível nacional para o indicador 7.1.2 é superior a 95% desde 2010 (INE, 2023), considerou-se não ser relevante incluir esta componente no cálculo do indicador ODSlocal, considerando-se a apenas a componente da qualidade do ar exterior.

Para o cálculo do indicador 3.9.1., para além dos dados de SOT são necessários dados relativos a: (A) exposição à poluição ambiente (Indicador 11.6.2); (B) função exposição-resposta (modelados pela OMS com dados de estudos epidemiológicos sobre partículas e mortalidade); e (C) Carga Global de Doença (baseados nas Estimativas Globais de Saúde da OMS).

Para calcular o indicador para os municípios de Portugal, é necessário considerar dados a esta escala:

(A)	(B) & (C)
QualAr (apambiente.pt) https://www.iqair.com/world-air-quality	Short-term effect of fine particulate matter (PM_{2.5}) and ozone on daily mortality in Lisbon, Portugal - PubMed (nih.gov) Atmospheric pollution and mortality in Portugal: Quantitative assessment of the environmental burden of disease using the AirQ+ model - ScienceDirect Full article: Health impact assessment of air pollution in Lisbon, Portugal (tandfonline.com) Quantitative analysis of air pollution and mortality in Portugal: Current trends and links following proposed biological pathways - ScienceDirect Mortality burden of cardiovascular disease attributable to ambient PM_{2.5} exposure in Portugal, 2011 to 2021 BMC Public Health Full Text (biomedcentral.com) Air pollution: A public health approach for Portugal - ScienceDirect A CCDR Alentejo tem um projeto em que utiliza SOT para a observação da qualidade do ar - Projeto SOQAA – Sistema de Observação da Qualidade do Ar do Alentejo « Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo, I.P. (ccdr-a.gov.pt) Vigilância mortalidade Óbitos por algumas causas de morte a nível municipal (%)

Indicador proposto: Número de dias por ano em que a qualidade do ar representou um risco para a saúde da população

O indicador proposto ‘Número de dias por ano em que a qualidade do ar representou um risco para a saúde da população’ pretende acompanhar a frequência com que a saúde da população está em risco devido à poluição por PM_{2.5} e PM₁₀ com base nos objetivos de qualidade do ar para PM_{2.5} e

Indicador proposto: Número de dias por ano em que a qualidade do ar representou um risco para a saúde da população

PM₁₀. Estes estão definidos e fixados no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro³⁸, de forma “a evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos para a saúde humana e para o ambiente”.

Os ‘Valores-limite’ são níveis fixados “com base em conhecimentos científicos com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir num prazo determinado e que, quando atingido, não deve ser excedido”. De acordo com a legislação portuguesa, os objetivos de qualidade do ar para PM_{2.5} e PM₁₀ são:

Poluente	Concentração	Período	Natureza legal	N.º de excedências permitidas por ano
PM _{2.5}	20 µg/m³	1 ano	Valor-limite	n.a.
PM ₁₀	40 µg/m³	1 ano	Valor-limite	n.a.
PM ₁₀	50 µg/m³	24 horas	Valor-limite	35

O índice QUALAR³⁹ permite, de uma forma fácil e compreensível, o conhecimento do estado da qualidade do ar e, face aos seus resultados, adequar comportamentos e ações no sentido da proteção da saúde humana, especialmente dos grupos mais sensíveis da população. Este índice é calculado diariamente com base nos dados obtidos nas estações de qualidade do ar e num conjunto de critérios⁴⁰, sendo atribuída uma de cinco classes com definidas em função das concentrações de poluentes registadas em µg/m³:

Classificação	PM10	PM2.5
Muito Bom	0-20	0-10
Bom	21-35	11-20
Médio	36-50	21-25
Fraco	51-100	26-50
Mau	101-1200	51-800

A cada classe estão associados conselhos para a saúde humana adequados à vulnerabilidade da população:

³⁸ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/47-2017-106982550>

³⁹ <https://qualar.apambiente.pt/>

⁴⁰ <https://qualar.apambiente.pt/node/metodo-calculo-indices>

Indicador proposto: Número de dias por ano em que a qualidade do ar representou um risco para a saúde da população

MAU

Todos os adultos devem evitar esforços físicos ao ar livre. Os grupos sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) deverão permanecer em casa com as janelas fechadas e utilizando de preferência sistemas apropriados de circulação/refrigeração do ar.

FRACO

As pessoas sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) devem evitar atividades físicas intensas ao ar livre. Os doentes do foro respiratório e cardiovascular devem ainda respeitar escrupulosamente os tratamentos médicos em curso ou recorrer a cuidados médicos extra, em caso de agravamento de sintomas. A população em geral deve evitar a exposição a outros factores de risco, tais como o fumo do tabaco e a exposição a produtos irritantes contendo solventes na sua composição.

MÉDIO

As pessoas muito sensíveis, nomeadamente crianças e idosos com doenças respiratórias, devem limitar as atividades ao ar livre.

BOM

Nenhuns.

MUITO BOM

Nenhuns.

6

ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



META 6-6  PROTEGER E RESTAURAR ECOSISTEMAS RELACIONADOS COM A ÁGUA	FICHA TÉCNICA Indicador 6.6.1 Alteração na extensão dos ecossistemas aquáticos ao longo do tempo Subindicador 1 - Dinâmica da extensão espacial dos ecossistemas aquáticos
---	--

Descrição sumária do indicador

O Indicador 6.6.1 “Alteração na extensão dos ecossistemas aquáticos ao longo do tempo” é composto por cinco subindicadores:

- Subindicador 1 – dinâmica da extensão espacial dos ecossistemas aquáticos
- Subindicador 2 – qualidade da água de lagos e massas de água artificial
- Subindicador 3 – quantidade de água (descarregada) nos rios e estuários
- Subindicador 4 – qualidade da água importada do indicador 6.3.2
- Subindicador 5 – quantidade de água subterrânea nos aquíferos

O indicador é multifacetado, capturando dados sobre diferentes tipos de ecossistemas de água doce. Para medir a alteração na extensão destes ecossistemas, o indicador considera alterações na área espacial, na qualidade e na quantidade de água, tendo em conta: alteração na área/extensão espacial de água doce (km²) (%); alteração na qualidade da água doce (%); alteração na quantidade de água doce (milhões de metros cúbicos por ano). O indicador utiliza SOT para monitorizar globalmente diferentes tipos de ecossistemas de água doce, estando disponíveis séries de dados de observação da Terra sobre áreas de superfície com águas permanentes, águas sazonais, reservatórios, zonas húmidas e mangais; bem como dados sobre a qualidade da água, utilizando o estado trófico e a turbidez das massas de água (UNSD, 2023b). No contexto do indicador 6.6.1, a água permanente é definida como a água que é observável durante todo o ano, e a água sazonal é definida como a água observada durante menos de 12 meses do ano (UNEP, 2021).

Segundo ESA (2020), os subindicadores 1 e 2 são os mais apropriados para uma metodologia baseada em SOT. Para calcular o subindicador 1 são importantes três produtos derivados dos SOT: uso e cobertura do solo, massas de água e área efetiva de zonas húmidas. Para o subindicador 2, os métodos baseados em SOT concentram-se em detetar clorofila a e sólidos suspensos totais dentro de lagos e massas de água artificiais. Para o subindicador 3 existem duas abordagens baseadas em SOT para medir o caudal: estimativas diretas através do mapeamento da inundação pela classificação de imagens de satélite e/ou estimativa do nível da água por altimetria de satélite; e modelação, que envolve uma variedade de dados de SOT, incluindo estimativas de cobertura de neve e evapotranspiração para entender a capacidade potencial de caudal de um rio numa dada variedade de terrenos e parâmetros meteorológicos. O subindicador 4 está associado ao indicador 6.3.2, e os dados baseados em SOT podem ser utilizados para identificar *hotspots*, como lagos eutrofizados, nos quais os parâmetros de qualidade da água deverão ser amostrados. No caso do subindicador 5, embora metodologias baseadas em SOT sejam apontados como relevantes para o seu cálculo, é referido que estas ainda não são suficientemente robustas para serem aplicadas (ESA, 2020). Contudo, os satélites GRACE (*Gravity Recovery And Climate Experiment*), um projeto conjunto da agência americana NASA e da agência alemã DLR, são um dos instrumentos de SOT mais importantes para a hidrologia terrestre e análise do ciclo da água, sendo a única fonte de informação para a Mudança Total no Armazenamento de Água (sigla inglesa TWSC - *Total Water Storage Anomalies*), que inclui o armazenamento de águas subterrâneas, a componente mais

Descrição sumária do indicador

desconhecida (Pellet *et al.*, 2024). Todavia, a utilização destes dados tem grandes limitações devido à resolução espacial de 200 km e à resolução temporal mensal, havendo vários estudos focados no seu *downscaling* para ultrapassar estes constrangimentos (Pellet *et al.*, 2024).

Em Portugal, a nível nacional, para a constituição de indicadores para a monitorização global do indicador 6.6.1 é utilizado o subindicador ‘**taxa de variação da superfície das águas abertas**⁴¹ (%)’ com recurso a dados de SOT. O Instituto Nacional de Estatística (INE) disponibiliza a taxa de variação para o período de referência 2010-2018 para NUTS 3.

Este subindicador é calculado com base na COS considerando a classe (9) ‘Massas de água superficiais’, e a extração da área ocupada por águas abertas resulta do cruzamento de duas versões consecutivas da COS (ano *n* e ano *n-x*) com a versão da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) do último período de referência da COS (ano *n*), garantindo assim a consistência geográfica. Este processo resulta em dois produtos, sobre os quais é calculada uma geometria poligonal para determinar a área ocupada por águas abertas, em ambos os momentos, utilizando a mesma base geográfica (EO4SDG, 2020a). Através do [viSMOS](#) visualizam-se os municípios selecionando a CAOP e a COS 1995, 2007, 2010, 2015 e 2018.

A COSc está disponível para os anos de 2018, 2020, 2021, 2022 e 2023, mas as classes (15 classes) não são exatamente iguais às da COS (83 classes), uma vez que esta fornece informação mais relacionada com o uso do solo e a primeira informação está mais relacionada com a ocupação do solo.

Unidades

Porcentagem (%)

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Adicional	Nível I	Indicadores disponíveis

Metodologia

O cálculo é baseado na seguinte fórmula, de acordo com metodologia publicada pela *United Nations Statistical Division* ([UNSD, 2023b](#)):

⁴¹ Superfície de água desobstruída por vegetação aquática e que é composta por ecossistemas naturais como rios, lagos, lagoas e estuários, assim como elementos artificiais, como reservatórios de barragens, canais artificiais, reservatórios de represas ou açudes, lagos e lagoas interiores artificiais.

Metodologia

$$\frac{\text{superfície de águas abertas ano } n - \text{superfície de águas abertas ano } n-x}{\text{superfície de águas abertas ano } n-x} \times 100$$

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT

- COS 2010, 2015, 2018
- COSc 2018, 2020, 2021, 2022 e 2023

Gratuidade

Sim

Modelo de dados

Raster

Resolução espacial

Nível municipal – Continente

Âmbito temporal

2010, 2015, 2018, 2020, 2021, 2022 e 2023

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
- API associada
- *download* aos dados
 - COS 2018
<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/metadata/b498e89c-1093-4793-ad22-63516062891b>
 - COS 2015
<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/metadata/94dab05c-513d-4a40-b9e3-9ddd775f8543>
 - COS 2010
<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/metadata/e581be49-7202-4160-9190-d07a43c6e8a6>
 - CAOP 2023 Continente
https://geo2.dgterritorio.gov.pt/caop/CAOP_Continente_2023-shp.zip

Notas

O Instituto Nacional de Estatística (INE) disponibiliza o subindicador ‘taxa de variação da superfície das águas abertas’⁴² (%) para o período de referência 2010-2018 para NUTS 3 com base na classe (9) ‘Massas de água superficiais’ da COS. Tendo em conta a existência de um protocolo de colaboração institucional da Plataforma ODSlocal com o INE, poderia ser relevante perceber: i) se existe esta informação desagregada ao nível municipal; ii) como a se é possível completar este subindicador com informação da COS da classe relativa às ‘Zonas Húmidas’ (8), recorrendo a metodologias de cálculo semelhantes.

Estão disponíveis outros exemplos da utilização de SOT para monitorizar o indicador 6.6.1. A plataforma *Freshwater ecosystem explorer*⁴³ disponibiliza séries temporais de dados do *Global Surface Water dataset*⁴⁴ entre 1984 e 2019 no formato *Shapefile* para os níveis administrativos GAUL 2 (que corresponde ao nível municipal em Portugal⁴⁵) e para bacias hidrográficas de nível 6 (*HydroBASIN*, level 6) e, no formato *GeoTiff* a nível nacional, para o nível administrativo GAUL 0. Em Portugal Continental, para os níveis das bacias hidrográficas *HydroBASIN* 6, 7 e 8 é possível visualizar o estado dos subindicadores, embora nem sempre haja informação disponível para todas as bacias. O estado de cumprimento a nível nacional do indicador 6.6.1 é traduzido num sistema de cores semáforo e a pontuação é baseada na avaliação das mudanças nos subindicadores e no princípio *One Out, All Out* (10AO), isto é, se um dos subindicadores estiver em declínio, a pontuação nacional resumida seria considerada em declínio, e em forte declínio se houver dois ou mais subindicadores em declínio. Se nenhum subindicador estiver a diminuir, aplica-se a seguinte escala: estável, quando todos os subindicadores não estão a diminuir nem a melhorar; a melhorar, quando um ou dois subindicadores estão a melhorar; e a melhorar muito, quando há mais de dois subindicadores a melhorar¹⁹.

Para definir o referencial/*baseline* para a meta do indicador consultar [Country \(or area\) | SDG 6 Data](#)

⁴² Superfície de água desobstruída por vegetação aquática e que é composta por ecossistemas naturais como rios, lagos, lagoas e estuários, assim como elementos artificiais, como reservatórios de barragens, canais artificiais, reservatórios de represas ou açudes, lagos e lagoas interiores artificiais.

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009851&contexto=bd&selTab=tab2

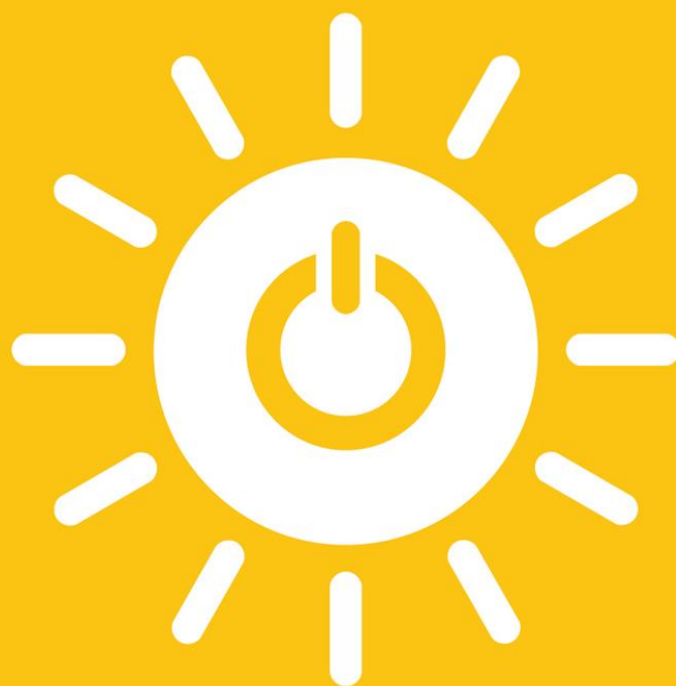
⁴³ <https://map.sdg661.app/>

⁴⁴ <https://global-surface-water.appspot.com/#>

⁴⁵ [GAUL Code list \(Global - Admin 2\) - gaul adm2 - "FAO catalog"](#)

7

ENERGIAS RENOVÁVEIS E ACESSÍVEIS



META7.1  ACESSO UNIVERSAL AOS SERVIÇOS MODERNOS DE ENERGIA	FICHA TÉCNICA Indicador 7.1.1 Percentagem da população com acesso a eletricidade
--	--

Descrição sumária do indicador

Neste indicador o acesso a eletricidade refere-se à percentagem da população na área considerada (país, região e contexto global) que tem acesso a fontes consistentes de eletricidade. O acesso a eletricidade aborda questões críticas importantes em todas as dimensões do desenvolvimento sustentável. A meta tem uma vasta gama de impactos sociais e económicos, incluindo a facilitação do desenvolvimento de atividades geradoras de rendimento e a redução da carga das tarefas domésticas. No âmbito da meta global de igualdade de acesso a energia, o indicador 7.1.1 centra-se especificamente no acesso à eletricidade disponível para a população global. Para obter uma imagem clara, as taxas de acesso só são consideradas se a fonte primária de iluminação for o fornecedor local de eletricidade, sistemas solares, mini-redes e sistemas autónomos. Fontes como geradores, velas, baterias, etc., não são consideradas devido às suas limitadas capacidades de trabalho e porque geralmente são mantidas como fontes de reserva para iluminação (UNSD, 2024a).

A recolha regular de dados de SOT garante a disponibilidade de dados a longo prazo para monitorizar povoamentos rurais, nomeadamente dados de luminosidade noturna, que podem identificar variações diárias em níveis de luz suficientemente baixos para detetar luzes artificiais à noite em áreas remotas e rurais. Os produtos de iluminação noturna são usados há mais de 50 anos com uma vasta gama de propósitos, inclusive para mapear a distribuição das atividades económicas e os níveis de pobreza e para gerar mapas de emissões de CO₂ (ESA, 2020).

Unidades

Percentagem (%)

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Complementar	Nível 1	Indicadores disponíveis

Metodologia

A estimativa de valores deste indicador é baseada em inquéritos e numa abordagem de modelação não paramétrica multinível - desenvolvida pela Organização Mundial de Saúde para estimar a utilização de combustíveis limpos – que foi adaptada para prever o acesso a eletricidade e utilizada para preencher dados em falta para o período a partir de 1990. Onde há dados disponíveis, as estimativas de acesso são ponderadas pela população ([UNSD, 2024a](#)).

Os dados de SOT usando irradiância solar, meteorologia, aglomerados urbanos e luzes noturnas podem permitir a monitorização sistemática do acesso a eletricidade, complementando os inquéritos de âmbito nacional. Os dados de SOT são globais e estão disponíveis gratuitamente também em alta resolução espacial e numa ampla faixa de deteção radiométrica, podendo ser utilizados para relatar a proporção da população com acesso a eletricidade. Os dados de luminosidade noturna são particularmente úteis para detetar luzes artificiais à noite em áreas remotas e rurais (ESA, 2020).

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
Excluído: Adequado apenas para Países em Desenvolvimento	Sim

Modelo dos dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
-	-	-

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
- API associada
- *download* aos dados

[NASA's Black Marble night-time lights product suite \(VNP46\)](#)

[NOAA VIIRS Night Lights Annual Composites](#)

[POWER](#)

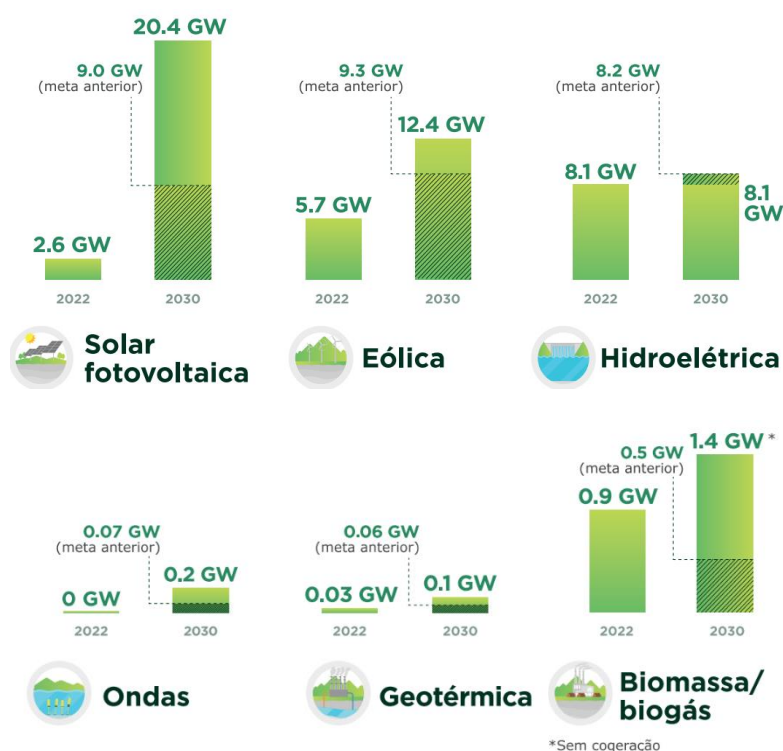
Notas

-

 META 7-2 AUMENTAR AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL	FICHA TÉCNICA Indicador proposto: Indicador 7.1.1 Proporção de energia elétrica renovável dado o potencial endógeno (solar fotovoltaica centralizada e descentralizada e eólica <i>onshore</i>)
--	--

Descrição sumária do indicador

A transição energética e o Roteiro Nacional para a Neutralidade Carbónica 2050⁴⁶ preconizam a descarbonização do sistema energético nacional, aumentando a potência instalada renovável. As principais metas do Plano de Energia e Clima⁴⁷ para 2030 são:



O Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) publicou em 2023 o estudo técnico “Estimativa de potenciais técnicos de energia renovável em Portugal: eólico, solar fotovoltaico, solar concentrado, biomassa e oceanos” (Simões *et al.*, 2023). O potencial técnico de energia renovável apresentado no estudo “representa a geração de energia tecnicamente viável ou alcançável a partir de uma tecnologia específica” e inclui a capacidade total instalada no país à data da elaboração do estudo, havendo para a maioria dos casos informação com desagregação

⁴⁶ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RNC2050_PT-22-09-2019.pdf

⁴⁷ <https://www.adene.pt/wp-content/uploads/2023/08/Infografia-PNEC-2030-v10.pdf>

espacial à escala do concelho” (Simões *et al.*, 2023). Este estudo refere “incerteza no mapeamento de áreas disponíveis para instalação de tecnologias renováveis, devido a limitações cartográficas (resolução, tipos de classes de ocupação e uso do solo, etc.), desatualização da carta de ocupação e uso do solo, que data de 2018, bem como desatualização/falta de abrangência nacional de outras variáveis mapeadas (ex. património arqueológico, REN e RAN) (Simões *et al.*, 2023).

Este indicador pretende acompanhar a potência instalada de energias renováveis nos municípios, tendo em conta este potencial técnico de energia renovável (solar fotovoltaica centralizada e descentralizada e eólica *onshore*) nos municípios.

Unidades

Porcentagem (%)

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Complementar	Nível 1	Indicador direto

Metodologia

Tendo por base o estudo técnico “Estimativa de potenciais técnicos de energia renovável em Portugal: eólico, solar fotovoltaico, solar concentrado, biomassa e oceanos” (Simões *et al.*, 2023), apresentar um indicador relativo à proporção da área disponível (para concretizar este potencial técnico para solar fotovoltaico e eólico *onshore*)/área total do município. Este indicador tem como intuito avaliar a contribuição do município para o aumento das ER no *mix* energético nacional numa escala de 0 a 1: contribui muito, médio ou pouco.

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
Mapas estudo técnico “Estimativa de potenciais técnicos de energia renovável em Portugal: eólico, solar fotovoltaico, solar concentrado, biomassa e oceanos” (Simões <i>et al.</i> , 2023) COS 2018 Mapa Fotovoltaico	Sim

Modelo dos dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
------------------	--------------------	-----------------

Shapefile	Município	2023
-----------	-----------	------

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
- API associada
- *download* aos dados

COS 2018

<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/metadata/b498e89c-1093-4793-ad22-63516062891b>

Notas

Sendo Sofia Simões (LNEG) membro do Conselho Científico da Plataforma ODSlocal e autora principal deste estudo técnico, seria interessante abordá-la para perceber se faz sentido criar este ou outros indicadores no âmbito deste estudo.

O indicador poderá não cumprir o critério da “Representatividade”, uma vez que haverá municípios que poderão não apresentar potencial técnico de energia renovável. O objetivo é que o indicador pondere “o que existe face ao máximo possível que poderá existir”.

9

INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURAS



META9-1  DESENVOLVER INFRAESTRUTURAS SUSTENTÁVEIS, RESILIENTES E INCLUSIVAS	FICHA TÉCNICA Indicador 9.1.1 Proporção de população com acesso a uma estrada transitável Original: Proporção de população residente em áreas rurais que vive num raio de 2 km de acesso a uma estrada transitável em todas as estações do ano
---	--

Descrição sumária do indicador

O indicador 9.1.1 (também conhecido por Índice de Acesso Rural - RAI - *Rural Access Index*) é medido combinando três conjuntos de dados geoespaciais: 1) distribuição da população, 2) localização das estradas e 3) transitabilidade das estradas. A utilização de dados espaciais apresenta diversas vantagens, ajudando a garantir a consistência entre os países uma vez que o nível de resolução espacial é sempre o mesmo, independentemente do tamanho do país ou das fronteiras subnacionais, e trata-se de uma norma de conectividade (2 km de distância de uma estrada) aplicada de forma única e inequívoca a todos os países (UNSD, 2020).

As imagens de SOT têm sido amplamente utilizadas com sucesso para extrair a localização e, em alguns casos, o estado das estradas, utilizando diferentes técnicas (por exemplo, classificação supervisionada e não supervisionada, redes neurais e morfologia matemática) (ESA, 2020).

Os planos para o desenvolvimento de infraestruturas resilientes às alterações climáticas podem ser gerados utilizando a localização de estradas e dados espaciais sobre topografia, cobertura do solo, padrões de precipitação e cenários de alterações climáticas. As infraestruturas localizadas em áreas propensas a desastres naturais podem ser monitorizadas de forma eficiente através de imagens de SOT (ESA, 2020).

Unidades

-

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Complementar	Nível 2	Indicadores diretos

Metodologia

A metodologia descrita é a apresentada pela *United Nations Statistical Division* (UNSD, 2020).

Metodologia

O indicador é calculado sobrepondo três conjuntos de dados geoespaciais básicos: 1) distribuição da população, 2) localização das estradas e 3) transitabilidade das estradas. O Índice de Acesso Rural (RAI - *Rural Access Index*) é calculado como a população rural dentro de uma zona tampão de 2 km de uma boa estrada dividida pela população rural total do país. Primeiro, a distribuição espacial da população rural precisa de ser determinada, o que envolve a obtenção do conjunto de dados populacionais do país, seja de fontes nacionais ou de conjuntos de dados globais.

Em seguida, a rede rodoviária deve ser fundida com avaliações das condições das estradas, quer em termos de *International Roughness Index* ⁴⁸(IRI), se disponível, quer de avaliação visual. As estradas cuja qualidade não cumpra o limiar do RAI (não proporcionando acesso “em todas as estações”) devem ser excluídas. Em geral, o RAI adota um limite para as condições das estradas que é normalmente definido como um IRI inferior a 6 metros/km para estradas pavimentadas e um IRI inferior a 13 metros/km para estradas não pavimentadas. Se o IRI não estiver disponível, poderão ser utilizadas avaliações alternativas das condições das estradas, se comparáveis. Se os dados sobre as condições das estradas não estiverem disponíveis, então podem ser definidos fatores de acessibilidade para identificar as estradas com maior risco de serem intransitáveis. Deve ser gerada uma zona tampão de 2 km em torno da rede rodoviária que cumpra a condição limite ou de risco mais elevado. As áreas urbanas devem ser removidas tanto dos dados rodoviários como dos dados populacionais. Finalmente, a população rural que vive dentro da zona tampão de 2 km deve ser calculada. O RAI final é determinado dividindo esta parcela da população rural pela população rural total.

Devido à sua natureza de indicador derivado geoespacialmente, o RAI pode ser calculado a níveis subnacionais até ao nível de granularidade dos conjuntos de dados subjacentes. Embora o Banco Mundial apenas reporte resultados a nível nacional para monitorização dos ODS, os resultados subnacionais podem ser calculados para uso nacional.

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
Excluído: Adequado apenas para Países em Desenvolvimento	Sim

Modelo de dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
Landsat Raster GeoTIFF files	30 m	Landsat 1 foi lançado em 1972 e o mais recente Landsat 9 em 2021
Sentinel 1, 2 e 3	Sentinel 1 - 10, 25 ou 40 m Sentinel 2 - 10, 20 ou 60 m Sentinel 3 - 300m	Sentinel 1 - desde 2014 até ao presente Sentinel 2 - desde 2015 até ao presente

⁴⁸ <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/inspecao-diagnostico-rodoviario>

		Sentinel 3 - desde 2016 até ao presente
GHSL: Global built-up surface 1975-2030 (P2023A) Raster	100 m	1975 a 2030 em intervalos de 5 anos

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
 - API associada
[Sentinel Hub Catalog API](#)
 - *download* aos dados
[Landsat](#)
[OpenStreetMap](#)
[GHSL: Global built-up surface 1975-2030 \(P2023A\)](#)
- Ortofotomapas - [Visualizador SMOS \(dgterritorio.gov.pt\)](#)
Carta Oficial de Estradas de Portugal Continental

Notas

-

META9-4  REABILITAR TODAS AS INDÚSTRIAS E INFRAESTRUTURAS PARA TORNÁ-LAS SUSTENTÁVEIS	FICHA TÉCNICA Indicador 9.4.1 Emissão de CO₂ por unidade de valor acrescentado
---	---

Descrição sumária do indicador

As emissões de CO₂ por unidade de valor acrescentado são um indicador calculado como a razão entre as emissões de CO₂ provenientes da queima de combustíveis e o valor agregado das atividades económicas associadas. O indicador pode ser calculado para toda a economia (emissões totais de CO₂/PIB) ou para setores específicos (UNSD, 2024b).

Os SOT não são atualmente discutidos na metodologia diretrizes para o indicador, mas há uma ampla disponibilidade destes produtos que poderiam complementar métodos atuais.

Unidades

- Emissões de CO₂ provenientes da combustão de combustível: milhões de toneladas
- Emissões de CO₂ por unidade de Paridade de Poder de Compra (PPC) do Produto Interno Bruto (PIB): quilogramas de CO₂ por PPC constante em USD de 2017
- Emissões de CO₂ das indústrias transformadoras por unidade de MVA: quilogramas de CO₂ por USD constante de 2015

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Adicional	Nível 1	Indicador disponível

Metodologia

As emissões de CO₂ provenientes da combustão de combustíveis são estimadas com base no consumo de energia e nas Diretrizes do IPCC de 2006 sobre Inventários Nacionais de GEE. A intensidade total da economia é definida como a razão entre as emissões totais de CO₂ provenientes da combustão de combustíveis por unidade de PIB. Para efeitos de comparação internacional, o PIB é medido em termos constantes de PPC e o indicador é expresso em quilogramas de CO₂ por

Metodologia

PPC constante em dólares de 2017 para a série atual. A intensidade setorial é definida como a emissão de CO₂ da indústria transformadora (em unidades de medida física, como toneladas) dividida pelo valor acrescentado da indústria transformadora (MVA *manufacturing value added*) em dólares constantes de 2015 (UNSD, 2024b).

O INE disponibiliza dados ao nível nacional para este indicador desde 2017:

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009210&contexto=bd&selTab=tab2

$$CO_2 \text{ emission per unit of value added} = \frac{CO_2 \text{ emission from manufacturing (kg)}}{\text{(Manufacturing value added (constant 2010 USD))}}$$

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT

Excluído: Fora do âmbito espacial

Gratuidade

Sim

Modelo de dados

-

Resolução espacial

-

Âmbito temporal

-

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
- API associada
- *download* aos dados
 - [Gases Observing Satellite \(GOSAT\)](#)
 - [Carbon Observatory-2 \(OCO-2\)](#)
 - [Sentinel 5-P](#)

11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



META 11.2  SISTEMAS DE TRANSPORTE ACESSÍVEIS E SUSTENTÁVEIS	FICHA TÉCNICA Indicador 11.2.1 Proporção de população com acesso adequado a transportes públicos Original: Proporção de população com acesso adequado a transportes públicos, por sexo, grupo etário e população com incapacidade
---	---

Descrição sumária do indicador

O indicador 11.2.1 é monitorizado através da proporção da população que tem acesso conveniente a transporte público. O acesso a transportes públicos é considerado conveniente quando uma paragem é acessível a pé ao longo da rede viária de 500 m de um ponto de referência, como uma casa, escola, local de trabalho, mercado, etc. (por exemplo, autocarro) e/ou 1 km até um sistema de alta capacidade (por exemplo, comboio). Critérios adicionais para definir o transporte público conveniente são (UNSD, 2021):

- Transportes públicos acessíveis a todos os clientes com necessidades especiais, incluindo portadores de deficiência física, visual e/ou auditiva, bem como portadores de deficiência temporária, idosos, crianças e outras pessoas em situação de vulnerabilidade.
- Transporte público com serviço frequente durante os horários de pico.
- As paragens proporcionam um ambiente de estação seguro e confortável.

Indicadores relacionados

Indicador 11.3.1: Rácio entre a taxa de consumo de terra e a taxa de crescimento populacional

Indicador 11.7.1: Percentagem média da área construída das cidades que é espaço aberto para uso público para todos, por sexo, idade e pessoas com deficiência

Indicador 9.1.1: Proporção da população rural que vive num raio de 2 km de uma estrada aberta durante todas as estações

Unidades

Percentagem (%)

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Adicional	Nível 1	Indicador direto

Metodologia

O método para estimar a proporção da população que tem acesso conveniente a transporte público baseia-se em cinco etapas (indicador principal) ([UNSD, 2021](#)):

- Delimitação da área urbana/ou cidade que servirá de âmbito na análise espacial;
- Inventário das paragens de transporte público da cidade ou área de serviço;
- Análise de rede baseada na rede viária para medir a distância percorrível de 500 m e/ou 1 km até à paragem de transporte mais próxima (“área de serviço”);
- Estimativa da população dentro da distância percorrível até ao transporte público; e
- Estimativa da proporção da população com acesso conveniente na população total da cidade.

$$\text{Share of population with convenient access to Public transport (\%)} = 100 \times \frac{\text{Total population within the merged service areas for low and (or) high capacity public transport stops}}{\text{City Population}}$$

A metodologia do indicador utiliza atualmente os SOT em relação ao planeamento urbano, porém há espaço para que seja ainda utilizados na identificação do transporte rodoviário. Todas as estradas sazonais podem ser identificadas a partir de imagens de satélite com base em recursos como geometria, fotometria, topologia, função e textura - uma combinação de métodos, incluindo a digitalização devem ser usados (ESA, 2020).

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT

- Excluído: exige várias etapas de elevada complexidade nem sempre claras.

Gratuidade

Sim

Modelo de dados

-

Resolução espacial

-

Âmbito temporal

-

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
[Landsat](#)
[Sentinel data \(1,2 and 3\)](#)
- API associada
- download aos dados
[Pleiades](#)
<https://www.maxar.com>
[The Global Urban Footprint \(GUF\) / World Settlement Footprint](#)
[The Global Human Settlement Layer \(GHSL\)](#)

Acessibilidade aos dados

[The GEO Human Planet initiative](#)
[OpenStreetMap](#)

[Registo Nacional de Dados Geográficos - Direção-Geral do Território \(dgterritorio.gov.pt\)](#)

Notas

-

META11-6  REDUZIR O IMPACTE AMBIENTAL NEGATIVO NAS CIDADES	FICHA TÉCNICA Indicador 11.6.2 Nível médio anual de partículas inaláveis (ex.: PM_{2.5} e PM₁₀) nas cidades Original: Nível médio anual de partículas inaláveis (ex.: com diâmetro inferior a 2,5 µm e 10 µm) nas cidades (população ponderada)
--	--

Descrição sumária do indicador

A poluição do ar é originada por diversos poluentes, entre os quais as partículas que conseguem penetrar profundamente no trato respiratório e, por isso, constituem um risco para a saúde, aumentando a mortalidade por infeções e doenças respiratórias, cancro de pulmão e doenças cardiovasculares (UNSD, 2023c).

A concentração média anual de partículas finas em suspensão com diâmetros inferiores a 2,5 micrómetros (PM_{2.5}) é uma medida comum de poluição do ar. Trata-se de uma média ponderada pela população urbana num país e é expressa em microgramas por metro cúbico [µg/m³] (UNSD, 2023c).

Os dados derivados dos SOT permitem obter dados sobre o ambiente urbano como, por exemplo, a dimensão da população urbana e a concentração de PM_{2.5}. Para este indicador a concentração média urbana anual de PM_{2.5} é estimada recorrendo a dados de satélite e à base de dados de qualidade do ar ambiente (externo) para a calibração dos dados de satélite (ESA, 2022).

Os modelos (por exemplo, o Serviço de Monitorização da Atmosfera Copernicus - ECMWF) podem preencher lacunas de dados. Como são necessárias medições de partículas em estações terrestres para validar as medições derivadas de SOT, considera-se que este indicador é parcialmente mensurável com dados de SOT (ESA, 2022).

Unidades

Microgramas por metro cúbico [µg/m³]

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Adicional	Nível 1	Indicador direto

Metodologia

Os países que possuem redes de monitorização da qualidade do ar em áreas urbanas podem usar a média anual das concentrações a partir das medições no solo e o número correspondente de habitantes para derivar a exposição ponderada pela população a partículas nas cidades. A fórmula para calcular os agregados regionais e globais considera valores ponderados pela população das estimativas nacionais ([UNSD, 2023c](#)).

A concentração média urbana anual de PM_{2.5} é estimada com base em modelação dos dados integrando dados de SOT, estimativas populacionais, topografia e medições terrestres. Os dados de SOT referem-se à profundidade ótica de aerossol (*aerosol optical depth*), que pode ser obtida em baixas resoluções espaciais, por exemplo, o produto da VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) com resolução de 750 metros. Os produtos derivados, como o tamanho da partícula, descrevem a natureza do aerossol e podem ser usados para estimar o tamanho do material particulado (por exemplo, <2,5 µg). As concentrações médias anuais de partículas sobre as cidades são então combinadas com o número correspondente de habitantes para derivar a exposição ponderada da população a partículas nas cidades (ESA, 2022).

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
MODIS MISR Sentinel 5P	Sim

Modelo de dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
MODIS - MCD19A2.061: Terra & Aqua MAIAC Land Aerosol Optical Depth Daily <i>Common Data Language (CDL) Format</i>	1 km	Dados diários desde 2000
MODIS Aerosol Product Level 1 <i>Hierarchical Data Format (HDF)</i>	3 km e 10 km	Dados diários desde 2000
MISR <i>NetCDF-4 format</i>	275 metros em todos os ângulos	Desde 1999
Sentinel 5P (TROPOspheric Monitoring Instrument - TROPOMI)	Resolução tão alta como 5,5 km × 3,5 km e uma faixa de cerca de 2 600 km	Dados diários desde 2018

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento

Acessibilidade aos dados

- API associada
- *download* aos dados
 - [MODIS - MCD19A2.061: Terra & Aqua MAIAC Land Aerosol Optical Depth Daily MODIS MODIS Aerosol Product Level 1 Giovanni \(nasa.gov\)](#)
 - [Earthdata Developer Portal | Earthdata \(nasa.gov\)](#)
 - [Global Annual PM2.5 Grids from MODIS, MISR and SeaWiFS Aerosol Optical Depth \(AOD\) with GWR, v1: Satellite-Derived Environmental Indicators | SEDAC \(columbia.edu\)](#)
 - [MISR Level 3 Data Browser](#)
 - [Sentinel-5P OFFL AER AI: Offline UV Aerosol Index](#)
 - [Sentinel-5P Documents Library](#)

Notas

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro⁴⁹, “define e fixa objetivos relativos à qualidade do ar ambiente destinados a evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos para a saúde humana e para o ambiente”.

Os ‘Valor-limite’ são níveis fixados “com base em conhecimentos científicos com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir num prazo determinado e que, quando atingido, não deve ser excedido”. De acordo com a legislação portuguesa, os objetivos de qualidade do ar para PM_{2.5} e PM₁₀ são:

Poluente	Concentração	Período	Natureza legal	N.º de excedências permitidas por ano
PM _{2.5}	20 µg/m ³	1 ano	Valor-limite	n.a.
PM ₁₀	40 µg/m ³	1 ano	Valor-limite	n.a.
PM ₁₀	50 µg/m ³	24 horas	Valor-limite	35

O índice de qualidade do ar - QUALAR⁵⁰ - “permite de uma forma fácil e compreensível o conhecimento do estado da qualidade do ar e, face aos seus resultados, adequar comportamentos e ações no sentido da proteção da saúde humana, especialmente dos grupos mais sensíveis da população”. Este índice é calculado diariamente com base nos dados obtidos nas estações de qualidade do ar e num conjunto de critérios⁵¹, sendo atribuída uma de 5 classes tendo em conta as concentrações de poluentes registadas em µg/m³:

⁴⁹ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/47-2017-106982550>

⁵⁰ <https://qualar.apambiente.pt/>

⁵¹ <https://qualar.apambiente.pt/node/metodo-calculo-indices>

Notas

Classificação	PM10	PM2.5
Muito Bom	0-20	0-10
Bom	21-35	11-20
Médio	36-50	21-25
Fraco	51-100	26-50
Mau	101-1200	51-800

A CCDDR Alentejo tem um projeto em que utiliza SOT para a observação da qualidade do ar - [Projeto SOQAA – Sistema de Observação da Qualidade do Ar do Alentejo « Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo, I.P. \(ccdr-a.gov.pt\)](#)

- Qualidade do Ar - Zonas e Aglomerações continente e RAM - SNIG
[Registo Nacional de Dados Geográficos - Direção-Geral do Território \(dgterritorio.gov.pt\)](#)
- Rede de Monitorização da Qualidade do Ar continente, RAM e RAA - SNIG
[Registo Nacional de Dados Geográficos - Direção-Geral do Território \(dgterritorio.gov.pt\)](#)
- Tipologia de áreas urbanas - INE
[TIPAU 2014 Relatório Técnico.pdf](#)
- População residente por tipologia de áreas urbanas - INE
[Portal do INE](#)

13 AÇÃO CLIMÁTICA



META13-1  FORTALECER A RESILIÊNCIA E A CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO A DESASTRES RELACIONADOS COM O CLIMA	FICHA TÉCNICA Indicador 13.1.1 Número de pessoas diretamente afetadas devido a catástrofes naturais Original: Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas devido a catástrofes por 100 mil habitantes
---	---

Descrição sumária do indicador

Esta meta é complementar às metas globais do Quadro de Sendai para Redução do Risco de Desastres e preconiza a definição de perigo como “um processo, fenómeno ou atividade humana que pode causar perda de vidas, lesões ou outros impactos na saúde, danos materiais, perturbações sociais e económicas ou degradação ambiental”. Os perigos podem ser de origem natural, antropogénica ou sócio-natural. Os indicadores globais relevantes para o Quadro de Sendai serão utilizados para reportar este indicador (ESA, 2020).

Os SOT podem ser utilizados pelos países de duas maneiras: tanto no planeamento da meta, através de um sistema mais robusto de identificação, monitorização e preparação para perigos relacionados com o clima e catástrofes naturais, como para atingir a meta, através de uma maior resiliência a catástrofes através de medidas baseadas nos ecossistemas e em estratégias de adaptação (ESA, 2020).

Para o primeiro, os SOT são uma tecnologia de monitorização para rastrear perigos naturais, antropogénicos ou sócio-naturais na superfície terrestre ou marítima. As populações podem estar preparadas e serem alertadas para os desastres antes que eles ocorram se os SOT forem usados de forma eficaz num sistema de alerta precoce, por exemplo, no rastreamento de furacões que se aproximam da costa ou no rastreamento de incêndios florestais perto de populações (ESA, 2020). As abordagens baseadas nos ecossistemas para a adaptação às alterações climáticas estão incluídas em muitas estratégias de redução do risco de catástrofes, uma vez que proporcionam uma proteção natural para os perigos, ao mesmo tempo que fornecem outros serviços ecossistémicos às comunidades vizinhas. Os SOT são úteis como ferramenta de planeamento nacional para a meta de adaptação baseada nos ecossistemas a catástrofes naturais porque podem mapear a extensão de tais ecossistemas, bem como áreas potenciais para aumentar a extensão e a composição destes ecossistemas para fortalecer a resiliência (ESA, 2020).

O Indicador 13.1.1 é calculado como uma soma de indicadores relacionados (mortes, pessoas desaparecidas e pessoas afetadas) de bancos de dados nacionais de perdas por desastres, dividido pela população total da área em questão, derivados de bancos de dados globais ou nacionais relevantes (por exemplo, informações do Banco Mundial ou de Estatísticas da ONU). As pessoas afetadas, direta ou indiretamente, são definidas como aquelas que “experimentam consequências a curto ou longo prazo nas suas vidas, meios de subsistência ou saúde e nos seus ativos económicos, físicos, sociais, culturais e ambientais” (ESA, 2020).

Unidades

-

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Complementar	Nível 1	Indicador disponível

Metodologia

A metodologia descrita é a apresentada pela *United Nations Statistical Division* ([UNSD, 2023d](#))

$$X = \frac{(A_2 + A_3 + B_1)}{\text{Global Population}} \times 100,000$$

Where:

A₂ Number of deaths attributed to disasters;

A₃ Number of missing persons attributed to disasters; and

B₁ Number of directly affected people attributed to disasters.

* Detailed methodologies can be found in the Technical Guidance (see below the Reference section)

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
Excluído: Fora âmbito espacial. Ponderar adaptar o indicador ao e-risk - por exemplo, morbidade/mortalidade por risco de temperatura extrema	-

Modelo de dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
-	-	-

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
- API associada
- download aos dados
-

Notas

-

15 PROTEGER A VIDA TERRESTRE



META15-2  ACABAR COM A DESFLORESTAÇÃO E RESTAURAR FLORESTAS DEGRADADAS	FICHA TÉCNICA Indicador 15.2.1 Progressos para a gestão florestal sustentável
--	---

Descrição sumária do indicador

Este indicador é composto por cinco subindicadores que medem o progresso em todas as dimensões da gestão florestal sustentável: os valores ambientais das florestas são cobertos por três subindicadores focados na extensão da área florestal, biomassa dentro da área florestal, e proteção e manutenção da diversidade biológica e dos recursos naturais e culturais associados; e os valores económicos e sociais das florestas são reconciliados com os valores ambientais através de planos de gestão sustentável e de esquemas de certificação florestal independentes (UNSD, 2023b). Os cinco subindicadores são:

- Subindicador 1 - Taxa anual de alteração da área florestal (%)
- Subindicador 2 - *Stock* de biomassa acima do solo na floresta (10^6 ha)
- Subindicador 3 - Proporção de área florestal dentro de Áreas Protegidas legalmente estabelecidas (%)
- Subindicador 4 - Proporção de área florestal inserida em áreas com planos de gestão florestal (%)
- Subindicador 5 - Área florestal sob esquemas de certificação de gestão florestal verificados de forma independente (10^3 ha)

Os SOT podem ser utilizados para avaliar alterações na extensão e no estado das áreas florestais e para planear a efetiva implementação de atividades de gestão sustentável da floresta (ESA, 2020). No caso do Subindicador 1, os SOT são amplamente utilizados para monitorizar a extensão da área florestal, havendo disponíveis imagens do satélite Landsat (resolução de 30 m) e do satélite Sentinel-2 (resolução de 10 a 20 m) que podem ser usadas para mapear alterações nas áreas de floresta à escala nacional e subnacional. Relativamente ao Subindicador 2, a biomassa castanha acima do solo (relativa a componentes lenhosos como tronco e ramos de árvores) requer uma combinação de dados *in situ* de uso de parcelas de campo e ferramentas dos SOT, como LIDAR (sigla inglesa de *Light Detection And Ranging*) e SAR (sigla inglesa de *Synthetic Aperture Radar* - Radar de Abertura Sintética). Quanto aos Subindicadores 3, 4 e 5, a proporção de área de floresta localizada dentro destas categorias de gestão florestal pode ser extraída dos conjuntos de dados florestais usados para detetar alterações na extensão das áreas de floresta, desde que estejam disponíveis *shapefiles* atualizados dos limites destas áreas de interesse de gestão florestal. No caso dos subindicadores 4 e 5 terá ainda de haver validação com dados *in situ* (ESA, 2020). Em Portugal, com recurso à CAOP, à COS, à COSC, ao Inventário Florestal Nacional (IFN) e a outras fontes poder-se-ão obter para o nível municipal os dados das áreas florestais e apoiar o cálculo dos subindicadores, tendo em conta os termos e definições da nota metodológica da UN para o indicador 15.2.1 (UNSD, 2023b):

Descrição sumária do indicador

1. Floresta: terreno com mais de 0,5 hectares, com árvores com altura superior a 5 metros e uma cobertura de copa superior a 10 por cento, ou árvores capazes de atingir estes limites *in situ*. Não inclui terrenos predominantemente sob uso de solo agrícola ou urbano.
2. Biomassa acima do solo: toda a biomassa viva acima do solo, incluindo caules, troncos, galhos, cascas, sementes e folhagens.
3. Áreas Protegidas: áreas especialmente dedicadas à proteção e manutenção da diversidade biológica e dos recursos naturais e recursos culturais associados e geridos através de meios legais ou outros meios eficazes. Área Florestal dentro de Áreas Protegidas: área florestal dentro de áreas protegidas formalmente estabelecidas, independentemente da finalidade para a qual a foram estabelecidas áreas protegidas (Inclui categorias IUCN I – IV; Exclui categorias V-VI da IUCN).
4. Área Florestal inserida em Áreas com Planos de Gestão Florestal: área florestal que possui um plano de gestão de longo prazo documentado, estabelecendo objetivos de gestão e que é revisto periodicamente.
5. Esquemas de Certificação de Gestão Florestal verificados de forma independente: área florestal certificada ao abrigo de um esquema de certificação de gestão florestal com normas publicadas e verificado de forma independente por entidades terceiras.

O Programa FSC Portugal tem registado desde 2017 a evolução da área florestal certificada por município. Em Portugal, o PEFC tinha em 2023 uma área certificada de 329 744 mil hectares. Como muitos proprietários florestais optam por ambos os sistemas de certificação, para se saber a área total de floresta certificada em Portugal continental não se podem somar os valores de ambos os programas – de acordo com a Plataforma Florestas.pt “as estimativas conjuntas destes programas relativas a 2022, somam cerca de 318 mil hectares com dupla certificação florestal, valor que cruzado com os dados isolados de cada sistema, colocam a área florestal certificada em 554 mil hectares”.

Unidades

Subindicador 1 - Taxa anual de alteração da área florestal (%)	Percentagem (%)
Subindicador 2 - Stock de biomassa acima do solo na floresta	10 ⁶ ha
Subindicador 3 - Proporção de área florestal dentro de Áreas Protegidas legalmente estabelecidas	Percentagem (%)
Subindicador 4 - Proporção de área florestal inserida em áreas com planos de gestão florestal	Percentagem (%)
Subindicador 5 - Área florestal sob esquemas de certificação de gestão florestal verificados de forma independente	10 ³ ha

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Complementar	Nível I	Indicadores disponíveis

Metodologia

A metodologia que aqui se descreve é baseada na metodologia publicada pela *United Nations Statistical Division* ([UNSD, 2023b](#)).

Subindicador 1 - Taxa anual de alteração da área florestal (%)

Método de estimativa

$$r = \left[\left(\frac{AF_{t2}}{AF_{t1}} \right)^{1/(t2-t1)} - 1 \right] \times 100$$

r = compound annual change rate for the period t_1 - t_2
 t_i = time i (year)
 AF_{t1} = forest area at t_1
 AF_{t2} = forest area at t_2

Subindicador 2 - Stock de biomassa acima do solo na floresta (10⁶ ha)

Método de estimativa

Reportado diretamente pelos países

Subindicador 3 - Proporção de área florestal dentro de Áreas Protegidas legalmente estabelecidas (%)

Método de estimativa

$$r = \frac{AFP_{[reference\ year]}}{AF_{2015}} \times 100$$

AFP = Forest area within legally established protected areas
 AF = Total forest area

Subindicador 4 - Proporção de área florestal inserida em áreas com planos de gestão florestal (%)

Método de estimativa

$$r = \frac{AFMP_{[reference\ year]}}{AF_{2015}} \times 100$$

$AFMP$ = Forest area under a long-term management plan
 AF = Total forest area

Subindicador 5 - Área florestal sob esquemas de certificação de gestão florestal verificados de forma independente (10³ ha)

Método de estimativa

Dados fornecidos pelas entidades gestoras dos esquemas de certificação florestal

nota: para evitar a dupla contagem das áreas que obtiveram a certificação por ambos os programas, no cálculo do subindicador, há que cruzar o valor total com os valores individuais e ter em conta a correspondência com a COS e com o 6º IFN.

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
Landsat Sentinel data (1,2 and 3) geoCATALOGO (icnf.pt)	Sim

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
6º Inventário Florestal Nacional Cartografia que representa as Zonas de Intervenção Florestal (ZIF) constituídas em Portugal continental desde 2005 Dados e Estatísticas Forest Stewardship Council (fsc.org)	

Modelo de dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
Landsat <i>Raster GeoTIFF files</i>	30 m	Landsat 1 foi lançado em 1972 e o mais recente Landsat 9 em 2021
Sentinel 1, 2 e 3	Sentinel 1 - 10, 25 ou 40 m Sentinel 2 - 10, 20 ou 60 m Sentinel 3 - 300m	Sentinel 1 - desde 2014 até ao presente Sentinel 2 - desde 2015 até ao presente Sentinel 3 - desde 2016 até ao presente

Acessibilidade aos dados
- infraestruturas de processamento: - Landsat: https://earthexplorer.usgs.gov/ - Sentinel data (1,2 and 3) Copernicus Open Access Hub: https://scihub.copernicus.eu/ - API associada: Open Access Hub (copernicus.eu) Sentinel Hub Catalog API - download dos dados Landsat Sentinel data (1,2 and 3) geoCATALOGO (icnf.pt) 6º Inventário Florestal Nacional

Acessibilidade aos dados

- [Cartografia que representa as Zonas de Intervenção Florestal \(ZIF\) constituídas em Portugal continental desde 2005](#)
- [Dados e Estatísticas | Forest Stewardship Council \(fsc.org\)](#)

Notas

A nota metodológica da UN para este indicador (UNSD, 2023b) indica que as fontes de informação para os subindicadores 1 a 4 são os dados recolhidos pela Agência das Nações Unidas FAO (sigla inglesa de *Food and Agriculture Organization*) através da Avaliação Global dos Recursos Florestais (FRA - *Global Forest Resources Assessment*⁵²). Relativamente ao subindicador 5, as fontes de informação referidas são os dados sobre certificação florestal submetidos anualmente à FAO pelas entidades nacionais que incluem os esquemas de certificação florestal pelo *Forest Stewardship Council* (FSC) e pelo *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC). Ambos os programas são aplicados em Portugal. Nesta plataforma estão disponíveis os dados para Portugal para os cinco subindicadores:

<https://fra-data.fao.org/assessments/fra/2020/PRT/sections/sustainableDevelopment>

Os pontos de contacto nacionais para o reporte do indicador 15.2.1 (e também 15.1.1) estão disponíveis em: [FRA platform \(fao.org\)](#)

Existindo um protocolo de apoio institucional entre o ICNF e a Plataforma ODSlocal, poderá fazer sentido perceber junto desta entidade se, uma vez que são reportados os subindicadores à escala nacional, existe informação desagregada à escala municipal.

No caso do subindicador 5, poderá ser útil contactar os responsáveis pelos programas FSCP⁵³ e PEFC⁵⁴ em Portugal, para se ter acesso aos *shapefiles*.

Existindo um protocolo de colaboração institucional com o INE, poderia ser também interessante apurar junto desta entidade a possibilidade/viabilidade de incluir no relatório nacional sobre os ODS as informações reportadas a nível nacional para o *Global Forest Resources Assessment* da FAO para os indicadores 15.1.1 e 15.2.1.

⁵² [FRA platform \(fao.org\)](#)

⁵³ <https://pt.fsc.org/pt-pt/contactos>

⁵⁴ <https://pefc.pt/contactos/contactos>

META15-3  COMBATER A DESERTIFICAÇÃO E RESTAURAR A TERRA DEGRADADA	FICHA TÉCNICA Indicador 15.3.1 Proporção do território com solos degradados
---	---

Descrição sumária do indicador

O programa de neutralidade da degradação do solo (LDN sigla inglesa de *Land Degradation Neutrality*) da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CQNUCD - UNCCD sigla inglesa de *United Nations Convention to Combat Desertification*) visa alcançar o objetivo principal da meta 15.3, "... alcançar um mundo neutro em degradação do solo". O LDN é "um estado em que a quantidade e qualidade dos recursos do solo, necessários para apoiar as funções e serviços do ecossistema e aumentar a segurança alimentar, permanece estável ou aumenta dentro de escalas temporais e espaciais e ecossistemas especificados" (Sims *et al.*, 2021). A meta 15.3 está fortemente alinhada com o processo de definição de metas de LDN da UNCCD, que está a apoiar os países interessados através de um programa dedicado à definição de metas, incluindo a definição de linhas de base nacionais, metas e medidas para alcançar a neutralidade da degradação do solo até 2030 (ESA, 2020). Desta forma, o indicador 15.3.1 é utilizado como suporte para monitorizar os objetivos do programa de LDN.

O indicador 15.3.1 é composto por três subindicadores (UNSD, 2022; Sims *et al.*, 2021):

- Subindicador 1 - tendências na cobertura do solo - relata a degradação na mudança de cobertura do solo com base numa avaliação nacional dos aspetos positivos ou negativos das transições de um tipo de cobertura do solo para outro, através de matrizes de transição;
- Subindicador 2 - tendências na produtividade do solo - relata a degradação da produtividade utilizando dados de SOT para monitorizar as alterações na Produtividade Primária Líquida (PPL) da vegetação;
- Subindicador 3 - tendências nos stocks de carbono, acima e abaixo do solo - reflete a integração de múltiplos processos que afetam o crescimento das plantas, assim como a decomposição, os quais juntos controlam os ganhos e perdas dos depósitos de matéria orgânica terrestre.

Para cada um dos subindicadores do indicador 15.3.1 podem ser utilizados dados de SOT e informação geoespacial, embora para o Subindicador 3 haja ainda um conjunto de desafios e limitações relacionados com a deteção de tendências (ESA, 2020).

O uso dos modelos de relatórios nacionais para a UNCCD que incluem o indicador e os subindicadores fornece uma abordagem prática e harmonizada para a elaboração de relatórios sobre este indicador a partir de 2018 e a cada quatro anos a partir desta data (UNSD, 2022).

O indicador 15.3.1 é uma quantificação binária – degradado/não degradado – baseada na análise de dados disponíveis que são validados e comunicados pelas autoridades nacionais. A principal fonte são os dados nacionais disponíveis sobre os três subindicadores, que podem ser recolhidos através de fontes existentes como bases de dados, mapas, relatórios, inventários ou dados de deteção remota. Os conjuntos de dados derivados de SOT e informações geoespaciais podem desempenhar um papel importante na ausência de outras informações, e complementar fontes de dados oficiais nacionais, ajudando a validar e melhorar as estatísticas nacionais (UNSD, 2022).

Descrição sumária do indicador

Sendo a degradação do solo um tema complexo, a metodologia deste indicador (UNSD, 2022), reconhecendo que os subindicadores não conseguem captar totalmente a complexidade, encoraja fortemente os países a usar outros indicadores, dados e informações nacionais ou subnacionais para reforçar a sua interpretação.

Unidades

Porcentagem (%) (a unidade de medida para este indicador é a extensão espacial (hectares ou km²) expressa como a proporção (%) de terra que está degradada sobre a área total da terra)

Aplicabilidade SOT ODSlocal	Nível metodológico	Categoria dados SOT
Complementar	Nível I	Indicadores disponíveis

Metodologia

A metodologia que aqui se descreve é baseada na metodologia publicada pela *United Nations Statistical Division* ([UNSD, 2022](#)).

O indicador é calculado avaliando mudanças nos subindicadores ao longo do tempo para determinar a proporção do território com solos degradados. Para se avaliar se a área está a aumentar ou a diminuir ao longo do tempo, a extensão da degradação medida em cada período de reporte do indicador é comparada com a extensão da degradação medida no período de referência - o período de referência estabelece a extensão da degradação base em relação à qual o progresso em direção à realização da meta 15.3 e do objetivo LDN são avaliados (Sims *et al.*, 2021). O período de referência para a avaliação é estabelecido no período de 2000 a 2015, com o ano-base sendo 2015. Todas as mudanças são avaliadas em relação ao valor da linha de base com um intervalo de reporte de quatro anos, começando no ano de 2018. O cálculo baseia-se na integração dos subindicadores usando o método *one-out-all-out* (1OAO), sendo as mudanças nos subindicadores representadas como: (i) Positivo ou a melhorar; (ii) Negativo ou a declinar; ou (iii) Estável ou inalterado. Assim, se um dos subindicadores for negativo (ou estável) para uma unidade de área específica, esta é considerada degradada (Sims *et al.*, 2021). O indicador é quantificado de forma binária - degradada/não degradada - e a unidade de medida para este indicador é a extensão espacial (hectares ou km²) expressa como a proporção (%) do território que está degradado em relação à área total do território (UNSD, 2022).

A área degradada no período de monitorização t_n dentro da classe de cobertura do solo i é estimada pela soma de todas as unidades de área dentro da classe de cobertura do solo determinada como degradada, mais todas as unidades de área que anteriormente foram definidas como degradadas e

Metodologia

que permanecem degradadas, menos as unidades de área que melhoraram de um estado degradado para um estado não degradado:

- $A(\text{degradada})_{i,n} = A(\text{recente})_{1,n} + A(\text{persistente})_{i,n} - A(\text{melhorada})_{1,n}$
- $A(\text{degradada})_{i,n}$ é a área total degradada na classe de cobertura do solo i no ano de monitorização n (ha);
 - $A(\text{recente})_{1,n}$ é a área definida como degradada no ano corrente de monitorização após a avaliação 1OAO dos subindicadores (ha);
 - $A(\text{persistente})_{i,n}$ é a área previamente definida como degradada que permanece degradada no ano monitorização após a avaliação 1OAO dos subindicadores (ha);
 - $A(\text{melhorada})_{1,n}$ é a área que melhorou de um estado degradado para um estado não degradado após a avaliação 1OAO dos subindicadores (ha).

A proporção de cobertura do solo tipo i que está degradada é então dada por:

$$P_{i,n} = \frac{A(\text{degradada})_{i,n}}{A(\text{total})_{i,0}}$$

- $P_{i,n}$ é a proporção de solo degradado na classe de cobertura do solo i no período de monitorização n ;
- $A(\text{degradada})_{i,n}$ é a área total degradada na classe de cobertura do solo i no ano de monitorização n (ha);
- $A(\text{total})_{i,0}$ é a área total de cobertura do solo da classe i dentro da fronteira nacional (ha).

A área total de solo que está degradado em relação à área total é a acumulação em toda as classes de cobertura de solo dentro do período de monitorização n é dada por:

$$A(\text{degradada})_n = \sum_i A(\text{degradada})_{i,n}$$

- $A(\text{degradada})_n$ é a área total degradada no ano de monitorização n (ha);
- $A(\text{degradada})_{i,n}$ é a área total degradada na classe de cobertura do solo i no ano de monitorização n (ha);

A proporção total de solos degradados em relação à área total é dada por:

$$P_n = \frac{A(\text{degradada})_n}{A(\text{total})}$$

- P_n é a proporção de solo degradado em relação à área total;
- $A(\text{degradada})_n$ é a área total degradada no ano de monitorização n (ha);
- $A(\text{total})$ é a área total dentro da fronteira nacional (ha).

A proporção é convertida em um valor percentual multiplicando por 100.

Disponibilidade e adequação dos dados de SOT	Gratuidade
(1) ESA-CCI-LC (2) SEEA-MODIS (3) Copernicus Global Land Cover (4) World Atlas of Desertification (5) Produtos de dados MODIS (6) Produtos Copernicus Global Land Service (7) Base de dados mundial harmonizada de solos (HWSD) (8) SoilGrids250m (9) Mapa SOC Global, Versão 1.0	Sim

Modelo de dados	Resolução espacial	Âmbito temporal
Os dados sobre cobertura do solo e alterações na cobertura do solo estão disponíveis em: (1) ESA-CCI-LC (2) SEEA-MODIS (3) Copernicus Global Land Cover (4) World Atlas of Desertification <i>raster</i>	(1) 300 m (2) 500 m (3) 100 m	(1) dados anuais da área de cobertura do solo desde 1992 até ao presente (2) dados anuais de área de cobertura no solo para o período 2001-2019 (3) dados anuais para o período 2015-2019
Dados de produtividade do solo representados como índices de vegetação (ou seja, observações diretas) estão disponíveis em: (4) World Atlas of Desertification (5) Produtos de dados MODIS (6) Produtos Copernicus Global Land Service <i>raster</i>	(5) resolução média de 250 m (6) resolução média de 1 km	(5) desde 2000 (6) desde 1998
Os dados sobre o <i>stock</i> de carbono orgânico do solo estão disponíveis em: (4) World Atlas of Desertification (7) Base de dados mundial harmonizada de solos (HWSD) (8) SoilGrids250m (9) Mapa SOC Global, Versão 1.0 <i>raster</i>	(7) resolução espacial de cerca de 1 km; (8) 250 m (9) grelhas de 1 km, cobrindo uma profundidade de 0-30 cm.	

Acessibilidade aos dados

- infraestrutura de processamento
- API associada
- *download* aos dados

Acessibilidade aos dados

[ESA/CCI viewer \(ucl.ac.be\)](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/viewer)
[MODIS Web \(nasa.gov\)](https://modis.gsfc.nasa.gov)
[Dynamic Land Cover — Copernicus Land Monitoring Service](https://land.copernicus.eu/)
[Download the Atlas | WAD \(europa.eu\)](https://land.copernicus.eu/atlases)
[Harmonized world soil database v2.0 | FAO SOILS PORTAL | Food and Agriculture Organization of the United Nations](https://www.fao.org/soils-portal/)
[SoilGrids250m 2.0](https://www.fao.org/soils-portal/soil-grids/)
[FAO GloSIS](https://www.fao.org/glois/)

Notas

Os países são responsáveis por enviar relatórios nacionais à UNCCD, sendo a Comissão Nacional de Coordenação de Combate à Desertificação (CNCCD) a entidade responsável por enviar o relatório de Portugal. Como Portugal elabora o relatório nacional para a UNCCD, que este inclui o indicador 15.3.1, será mais prático utilizar a mesma informação, disponível em:

[UNCCD Data Dashboard | Sustainable Development Goal \(SDG\) Indicator 15.3.1](https://data.unccd.org/)

Contudo, como a informação refere-se a 2019 e está apenas disponível em formato de imagem e o reporte é realizado a cada quatro anos, poderá ser relevante contactar os pontos focais nacionais para se obter a informação num formato adequado à Plataforma ODSlocal:

[Portugal | UNCCD](#)

Existindo um protocolo de colaboração institucional com o INE, poderia ser também interessante apurar junto desta entidade a possibilidade/viabilidade de incluir no relatório nacional sobre os ODS esta informação sobre o indicador 15.3.1, uma vez que já há informação nacional a ser reportada à FAO no âmbito da UNCCD e dos objetivos de LDN que corresponde exatamente ao indicador 15.3.1.

Em 1999 foi criado o [Observatório Nacional da Desertificação](#) (OND), que “tem como principais funções o acompanhamento, monitorização e avaliação das medidas e dos instrumentos de política aplicáveis ao combate à desertificação e à mitigação da seca, assegurando ainda a monitorização dos resultados do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD) 2014 e o contributo nacional para os indicadores da CNUCD e a sua aplicação”, cabendo-lhe, entre outros aspetos, “proceder à monitorização e desenvolvimento do sistema de informação baseado nos indicadores biofísicos, sociais e económicos da desertificação em Portugal, devendo para o efeito ser disponibilizado num sítio digital na Internet” (OND, 2024):

<https://geocatalogo.icnf.pt/geovisualizador/desertificacao/>

O OND disponibiliza informação para o continente sobre cinco índices:

- índice de aridez
- índice de qualidade da vegetação
- estado e tendências na produtividade das terras

Notas

- suscetibilidade à desertificação
- CO₂ orgânico no solo

Como há ligações entre alguns destes índices e subindicadores como o índice de CO₂ orgânico no solo e o Subindicador 3 ‘tendências nos stocks de carbono, acima e abaixo do solo’, será igualmente interessante ativar o protocolo de apoio institucional entre o ICNF e a Plataforma ODSlocal, para se obter mais informação e possivelmente os dados para o portal.

VI. Conclusões e próximos passos

Tem-se assistido a um aumento de atores e de fontes de informação derivada de Sistemas de Observação da Terra (SOT) dado o enorme potencial de complementaridade em relação aos métodos tradicionais, pelo que se observa um interesse dos utilizadores e o desenvolvimento de ferramentas que facilitam o acesso a esta informação a nível internacional.

Os indicadores com base em SOT têm grande potencial de aplicabilidade no contexto da Plataforma ODSlocal, sobretudo no que diz respeito a indicadores adicionais, i.e., que trazem nova informação relativamente à existente, e complementares, i.e., que adicionam informação à existente.

A aplicação de novos indicadores com base nos SOT é um processo complexo, que levanta novos desafios técnicos e que, por isso, merece uma abordagem incremental e faseada, ou seja, a primeira fase deve incluir poucos indicadores para uma implementação cautelosa que permita aprendizagens diversas para testar diferentes métodos e fontes. Nesta análise foram considerados 190 potenciais indicadores, dos quais passaram pelas várias fases de seleção e são propostos 10 indicadores prioritários para integrar o portal ODSlocal na primeira fase. Todos eles foram caracterizados, tendo sido proposta a exclusão de 4 por não serem aplicáveis do ponto de vista operacional.

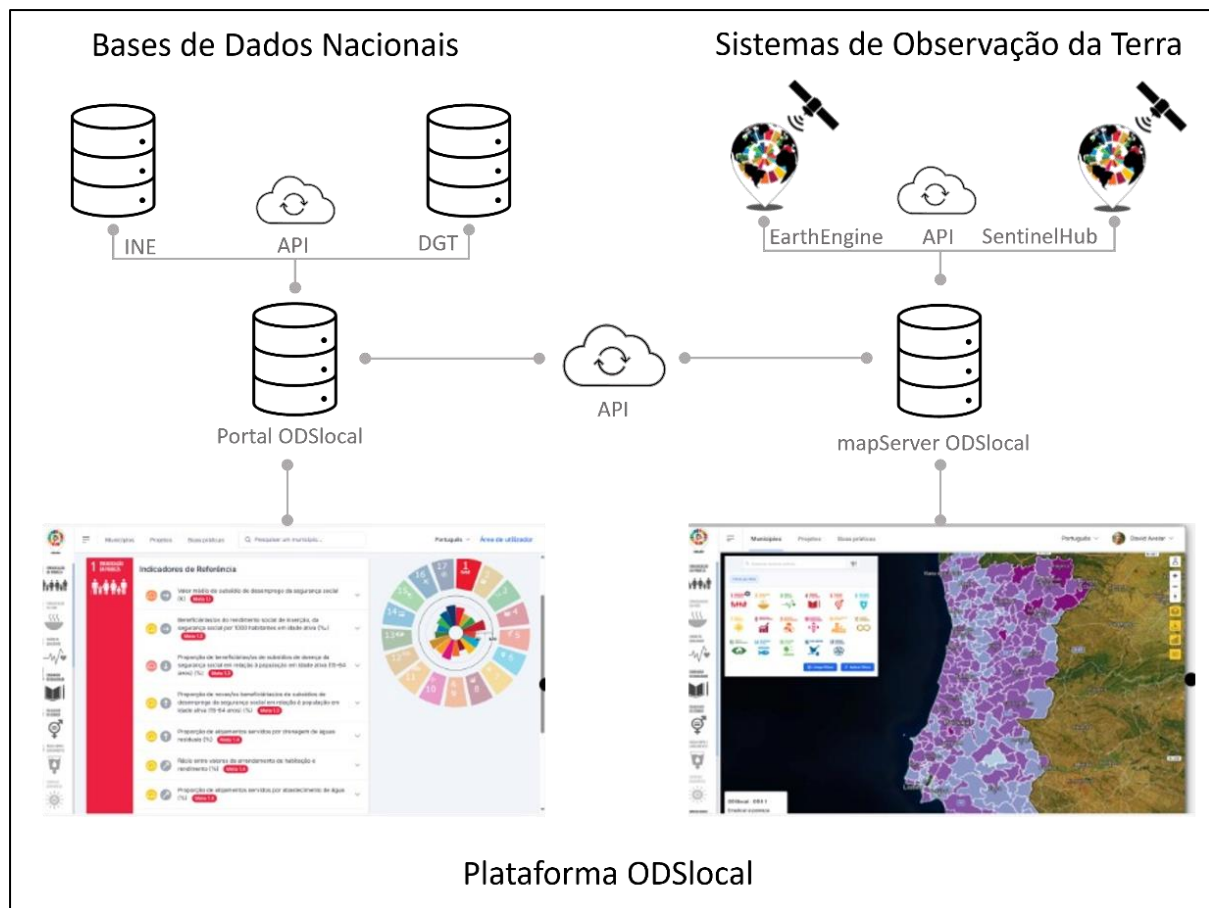


Figura 11 – Esquema técnico de integração dos novos indicadores SOT na Plataforma ODSlocal de forma automática.

Os Indicadores do portal ODSlocal estão em constante atualização à medida que os dados estatísticos convencionais vão ficando disponíveis, também eles integrando dados derivados dos SOT. A aplicabilidade dos SOT aos Indicadores do portal ODSlocal está também em evolução, à medida que novos produtos vão ficando disponíveis e através da aprendizagem associada ao processo de operacionalização. Assim, a abordagem deve seguir um processo automático conforme esquematizado na figura 11 e ser orgânica no sentido de se ir adaptando às novas aprendizagens, informações e necessidades.

VII. Bibliografia

- Andries, A., Morse, S., Murphy, R., Lynch, J., Woolliams, E., & Fonweban, J. (2018). Translation of Earth observation data into sustainable development indicators: An analytical framework. *Sustainable Development*, 27, 366–376. <https://doi.org/10.1002/sd.1908>
- Andries, A., Morse, S., Murphy, R. J., Lynch, J., & Woolliams, E. R. (2019). Seeing Sustainability from Space: Using Earth Observation Data to Populate the UN Sustainable Development Goal Indicators. *Sustainability*, 11(18), 5062. <https://doi.org/10.3390/su11185062>
- Cochran, F., Daniel, J., Jackson, L., & Neale, A. (2020). Earth observation-based ecosystem services indicators for national and subnational reporting of the sustainable development goals. *Remote Sensing of Environment*, 244. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111796>
- Copernicus. (2018). Copernicus in support of the UN Sustainable Development Goals. Disponível em [copernicus_sdg_report_july2018pdf_1_0.pdf \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/copernicus/sdg_report_july2018pdf_1_0.pdf)
- Corbane, C., Politis, P., Siragusa, A., Kemper, T. and Pesaresi, M., (2017). LUE User Guide: A tool to calculate the Land Use Efficiency and the SDG 11.3 indicator with the Global Human Settlement Layer. Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-73631-5 (print); 978-92-7973630-8 (pdf), doi:10.2760/16919 (print), 10.2760/212689 (pdf), JRC108026. https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/documents/LUE_User_Guide.pdf
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (2017). Satellite Imagery and Geospatial Data Task Team report. Online: UN Statistics Division. csiro:EP2022-1934. https://unstats.un.org/bigdata/task-teams/earth-observation/UNGWG_Satellite_Task_Team_Report_WhiteCover.pdf
- Earth Observations For Sustainable Development Goals Initiative (2020a). Use Cases by Surveyed Countries - 6.6.1, Change in the extent of water-related ecosystems over time, Portugal. https://eo4sdg.org/wp-content/uploads/2020/07/EO4SDG-Survey_Country-EO-Use_for_Indicator-SDG-6.6.1-PORTUGAL.pdf
- Earth Observations For Sustainable Development Goals Initiative (2020b). Use Cases by Surveyed Countries - 11.3.1 Ratio of land consumption rate to population growth rate, Portugal. https://eo4sdg.org/wp-content/uploads/2020/07/EO4SDG-Survey_Country-EO-Use_for_Indicator-SDG-11-3-1-PORTUGAL.pdf
- Earth Observations For Sustainable Development Goals Initiative (2022). EO4SDG: Earth Observations in Service of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Strategic Implementation Plan2023-2025. <https://eo4sdg.org/wp-content/uploads/2023/02/EO4SDG-Strategic-Impl-Plan-2023-2025.pdf>
- Estoque, R. C. (2020). A Review of the Sustainability Concept and the State of SDG Monitoring Using Remote Sensing. *Remote Sensing*, 12(11), 1770. <https://doi.org/10.3390/rs12111770>
- European Space Agency. (2020). Earth Observation for SDG: Compendium of Earth Observation contributions to the SDG Targets and Indicators. Disponível em: https://eo4society.esa.int/wp-content/uploads/2021/01/EO_Compendium-for-SDGs.pdf
- Freshwater Ecosystems Explorer. Disponível em <https://www.sdg661.app/>

Ferreira, B., Iten, M. & Silva, R.G. (2020). Monitoring sustainable development by means of earth observation data and machine learning: a review. *Environmental Sciences Europe*, 32:120. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00397-4>

Instituto de Conservação da Natureza e Florestas (2019). 6º Inventário Florestal Nacional -IFN6 – Anexo Técnico. [pdf], 31 pp, versão 1.0 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa <https://www.icnf.pt/api/file/doc/5b9b8e9a51fd0792>

Instituto Nacional de Estatística (2020). Documento metodológico - Estatísticas de Uso e Ocupação do Solo – versão 1.1. [Sistema Integrado de Metainformação - documentos metodológicos \(ine.pt\)](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=611060313&PUBLICACOESmodo=2)

Instituto Nacional de Estatística (2023). Objetivos de desenvolvimento sustentável - Agenda 2030 Indicadores para Portugal - 2015-2022. Disponível em : https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=611060313&PUBLICACOESmodo=2

Observatório Nacional da Desertificação (OND), <https://desertificacao.pt/>

Kavvada, A., Metternicht, G., Kerblat, F., Mudau, N., Haldorson, M., Laldaparsad, S., Friedl, L., Held, A., & Chuvieco, E. (2020). Towards delivering on the Sustainable Development Goals using Earth observations. *Remote Sensing of Environment*, 247.

Madeira, P.M., Guerra, J., Santos, M., Ferrão, J., Schmidt, L., Avelar, D. & Vasconcelos, L. (2023). Plataforma ODSlocal, as metas dos ODS 2030 e os municípios portugueses - O que excluir e o que adaptar. Plataforma Municipal dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. https://strapi36.odslocal.pt/uploads/OD_Slocal_adaptacao_Metas_e83d621a41.pdf

National Aeronautics and Space Administration (2022). Earth Science Applications Guidebook. Disponível em <https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2022-04/Earth%20Science%20Applications%20Guidebook.pdf>

Observatório Nacional da Desertificação (OND), <https://desertificacao.pt/>

Paganini, M., Petiteville, I., Ward, S., Dyke, G., Steventon, M., Harry, J., & Kerblat, F. (2018). Satellite Earth Observations in Support of the Sustainable Development Goals Special 2018 Edition. Disponível em: https://eohandbook.com/sdg/files/CEOS_EOHB_2018_SDG.pdf

Pellet, V., Aires, F., Alfieri, L., & Bruno, G. (2024). A physical/statistical data-fusion for the dynamical downscaling of GRACE data at daily and 1 km resolution. *Journal of Hydrology*, 628, 130565. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130565>

Plataforma ODSlocal. (2023a). RELATÓRIO DE ATIVIDADES 2023.

Plataforma ODSlocal. (2023b). INDICADORES DE REFERÊNCIA ODSlocal 2023. https://strapi36.odslocal.pt/uploads/Indicadores_Referencia_2023_9aeaf106ef.pdf

Sims, N.C., Newnham, G.J., England, J.R., Guerschman, J., Cox, S.J.D., Roxburgh, S.H., Viscarra Rossel, R.A., Fritz, S. and Wheeler, I. (2021). Good Practice Guidance. SDG Indicator 15.3.1, Proportion of Land That Is Degraded Over Total Land Area. Version 2.0. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany. Disponível em: https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2021-09/UNCCD_GPG_SDG-Indicator-15.3.1_version2_2021.pdf

Sofia G. Simões, Teresa Simões, Juliana Barbosa, Carlos Rodrigues, Pedro Azevedo, João P. Cardoso, Jorge Facão, Paula A. Costa, Paulo Justino, Francisco Gírio, Alberto Reis, Paula C. Passarinho, Luís Duarte, Patrícia Moura, Mariana Abreu, Ana Estanqueiro, António Couto, Paula

Oliveira, Lúcia Quental, Pedro Patinha, Justina Catarino, Ana Picado (2023) Estimativa de potenciais técnicos de energia renovável em Portugal. pp. 112. LNEG Relatório Técnico, Amadora, Portugal. ISBN 978-989-675-130-2. <http://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/4077>

Song, Y., and P. Wu. (2021). Earth Observation for Sustainable Infrastructure: A Review Remote Sensing 13, no. 8: 1528. <https://doi.org/10.3390/rs13081528>

United Nations Environment Programme (2021). Progress on freshwater ecosystems: tracking SDG 6 series – global indicator 6.6.1 updates and acceleration needs.

UN-GGIM: Europe (2019). The territorial dimension in SDG indicators: geospatial data analysis and its integration with statistical data, Instituto Nacional de Estatística, Lisboa. Disponível em: https://un-ggim-europe.org/wp-content/uploads/2019/05/UN_GGIM_08_05_2019-The-territorial-dimension-in-SDG-indicators-Final.pdf

United Nations Office for Outer Space Affairs (2018). European Global Navigation Satellite System and Copernicus: Supporting the Sustainable Development Goals - Building Blocks Towards the 2030 Agenda. Disponível em: https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2018/stspace/stspace71_0.html/st_space_71E.pdf

United Nations Statistics Division (2023a). SDG indicator 3.9.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-03-09-01.pdf>

United Nations Statistics Division (2023b). SDG indicator 6.6.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-06-06-01a.pdf>

United Nations Statistics Division (2024a). SDG indicator 7.1.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-07-01-01.pdf>

United Nations Statistics Division (2020). SDG indicator 9.1.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-09-01-01.pdf>

United Nations Statistics Division (2024b). SDG indicator 9.4.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-09-04-01.pdf>

United Nations Statistics Division (2021). SDG indicator 11.2.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-11-02-01.pdf>

United Nations Statistics Division (2023c). SDG indicator 11.6.2 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-11-06-02.pdf>

United Nations Statistics Division (2023d). SDG indicator 13.1.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-13-01-01.pdf>

United Nations Statistics Division (2023d). SDG indicator 15.2.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-15-02-01.pdf>

United Nations Statistics Division (2022). SDG indicator 15.3.1 metadata. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-15-03-01.pdf>

VIII. Anexos: Fontes de dados e indicadores SOT

Fonte	Variável(eis)	API	Resolução Temporal	Gratuito/Pago
ONFIRE Dataset	Área ardida	ONFIRE Dataset: Monthly Gridded Burned Area data (zenodo.org) A monthly gridded burned area database of national wildland fire data Scientific Data (nature.com)	Mensal	Gratuito
IQAir	PM10/PM2.5	https://www.iqair.com/air-pollution-data-api	Diário	Ambas as versões
Copernicus ERA5-Land monthly averaged data from 1950 to present (copernicus.eu)	Clima Histórico	API Reference — Climate Data Store Toolbox 1.1.5 documentation (copernicus.eu)	Vários	Gratuito
Climate Trace https://climatetrace.org/	Fontes de emissão CO2	Manual (Climate TRACE)	--	Gratuito
WEKEO https://www.wekeo.eu/	Clima; Atmosfera; Emergência; Terrestre; Marinho	How to download WEKEO data? WEKEO Help Center https://jupyterhub-wekeo.apps.eumetsat.dpi.wekeo.eu/	vários	Ambas as versões
NASA Socioeconomic Data and Applications Center SEDAC (columbia.edu)	Dados socioeconômicos Ex. SDG Indicator 9.1.1: The Rural Access Index (RAI), 2023 Release: Sustainable Development Goal Indicators (SDGI) SEDAC (columbia.edu)	Metadata » SDG Indicator 9.1.1: The Rural Access Index (RAI), 2023 Release: Sustainable Development Goal Indicators (SDGI) SEDAC (columbia.edu)	2015-2022	Gratuito
NASA ORNL DAAC ORNL DAAC Spatial Data Access Tool (SDAT) Home Page	Agricultura; atmosfera; Class. Biológica; Biosfera; Clima; Criosfera; Dimensão humana; superfície terrestre; hidrosfera	Earth Data: https://search.earthdata.nasa.gov/ Download direto: webmap.ornl.gov/ogc/dataset.jsp?ds_id=2017	Vários	Ambas as versões
GRACE https://grace.jpl.nasa.gov/	Hidrologia	Download direto: https://grace.jpl.nasa.gov/	Mensal	Gratuito

Fonte	Variável(eis)	API	Resolução Temporal	Gratuito/Pago
Earth Engine Earth Engine Data Catalog Google for Developers	Vários	Earth Engine Data Catalog Google for Developers	Vários	Ambas as versões
Global Imagery Browse Services (GIBS)	Available Visualizations - Global Imagery Browse Services (GIBS) (nasa-gibs.github.io)	Global Imagery Browse Services (GIBS) APIs Earthdata (nasa.gov)	Vários	Ambas as Versões
Measuring Relative Poverty and Deprivation Measuring Relative Poverty and Deprivation around the Globe Earthdata (nasa.gov)	Pobreza	Download directo	---	Gratuito
FAO Geospatial information for sustainable food systems Food and Agriculture Organization of the United Nations (fao.org)	Agricultura e desenvolvimento rural	Download directo. Têm vários portais: Ex: FAOSTAT FAOSTAT	Anual	Gratuito
Chlorophyll (arcgis.com)	14.1.1: Coastal Eutrophication	Webviwer: Global Chlorophyll Statistics by EEZ (v1) Chlorophyll (arcgis.com)	---	Gratuito
SDG 6.6.1 (sdg661.app) Freshwater Ecosystems Explorer	Água doce	SDG 6.6.1 - Downloads (sdg661.app) FreshExplorer (sdg661.app)	1984-2019	---
Global Surface Water Global Surface Water Explorer (global-surface-water.appspot.com)	Hidrologia	---	---	---
Uso do solo Dynamic World - 10m global land cover dataset in Google Earth Engine	Água, árvores, relvados, culturas agrícolas; Matos; zonas intertidais; área construída; solo nu	Dynamic World - 10m global land cover dataset in Google Earth Engine Dynamic World V1 Earth Engine Data Catalog Google for Developers	Vários	Gratuito

Fonte	Variável(eis)	API	Resolução Temporal	Gratuito/Pago
Soil Database ESDAC - European Commission (europa.eu)	Propriedades do solo	---	Vários	---
GEO Knowledge Hub GEO Knowledge Hub (earthobservations.org)	várias	GEO Knowledge Hub · GitHub	Vários	Gratuito



Relatório técnico:

OBSERVAÇÃO DA TERRA PARA OS ODS, LOCALIZAR INFORMAÇÃO ESPACIAL.

Seleção e caracterização de indicadores baseados em Sistemas de Observação da Terra relevantes para a Plataforma ODSlocal

Autores: Gomes, A. ¹, Avelar, D. ¹, Garrett, P. ¹, Guerreiro, A. ¹, Silva, R. ¹, Ulm, F. ¹, Vieira, P. ¹

Revisão: Ferrão, J. ², Silveira, S. CB. ², Travassos D. ³

Setembro de 2024

¹ 2adapt – Serviços de Adaptação Climática

² CNADS – Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável

³ Observa – Observatório de Ambiente, Território e Sociedade | Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa (ICS-ULisboa)