

Boletim Descargas Eléctricas Atmosféricas 2023

MARÇO 2024

Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P.
Divisão de Clima e Alterações Climáticas



*Imagem partilhada por Nuno F.C. Batista na plataforma do IPMA observar.ipma.pt
Argemil da Raia, Chaves, 8jun23*

Resumo

Em Portugal continental, 2023 foi o 5º ano com o valor mais elevado de densidade de DEA desde 2010, registando-se o valor de 0.34DEA/km²/ano. Em termos de Unidades Territoriais evidenciam-se os distritos de Vila Real e Bragança com valores acima de 0.7DEA/km²/ano. De realçar que Bragança foi o distrito que registou maior número de DEA nuvem-solo (4.798) e DEA intra-nuvem (56.974). No concelho de Idanha-a-Nova registaram-se 800 DEA NS e 12.164 DEA IN.

Em 2023 registaram-se 108 dias com trovoada, valor inferior ao valor médio de 140.1 dias de trovoada, para o período 2010-2022. Relativamente à distribuição espacial do número de dias com trovoada, destacam-se no interior da região Norte os distritos de Vila Real (com 54 dias), Bragança e Viana do Castelo (ambos com 50 dias). Vila Real foi o concelho com mais dias de trovoada, 38 dias.

O verão e o outono foram as estações do ano que registaram mais atividade elétrica na atmosfera, respetivamente, 36% e 35% das DEA NS de 2023. Os meses com mais registos de DEA nuvem-solo, foram junho (10.633), setembro (9.764) e maio (8.091). Realça-se o dia 02 de setembro como o dia em que ocorreu o maior número de queda de raios, com 2.977 DEA NS detetadas pela rede de deteção do IPMA. Em termos do número de dias de trovoada, maio foi o mês com maior número de dias, 18, seguido de junho e outubro, ambos com 16 dias.

Em destaque

30.624	• Número total de DEA entre nuvem-solo
60.441	• Número total de raios
428.955	• Número total de DEA
0.34	• Densidade de DEA (DEA/km ² /ano) entre nuvem-solo
108	• Número de dias com trovoada
Junho	• Mês com maior número total de DEA entre nuvem-solo
2 setembro	• Dia com maior número total de DEA entre nuvem-solo
293.34	• Maior valor de amplitude (kA) da DEA

DEA 2023

Variação das DEA

Em 2023 verificou-se em Portugal Continental um aumento significativo na densidade de DEA NS (0.34 DEA/km²/ano) quando comparada com a registada em 2022 (0.21 DEA/km²/ano). Os valores mais elevados de densidade de DEA concentraram-se nas regiões do interior Norte e Centro, com destaque para os distritos de Vila Real, Viseu e Bragança. Na região Sul, os valores de densidade são em geral baixos, destacando-se, no entanto, alguns concelhos dos distritos de Santarém e Beja (Figura 1).

Mapa de densidade de DEA, 2023

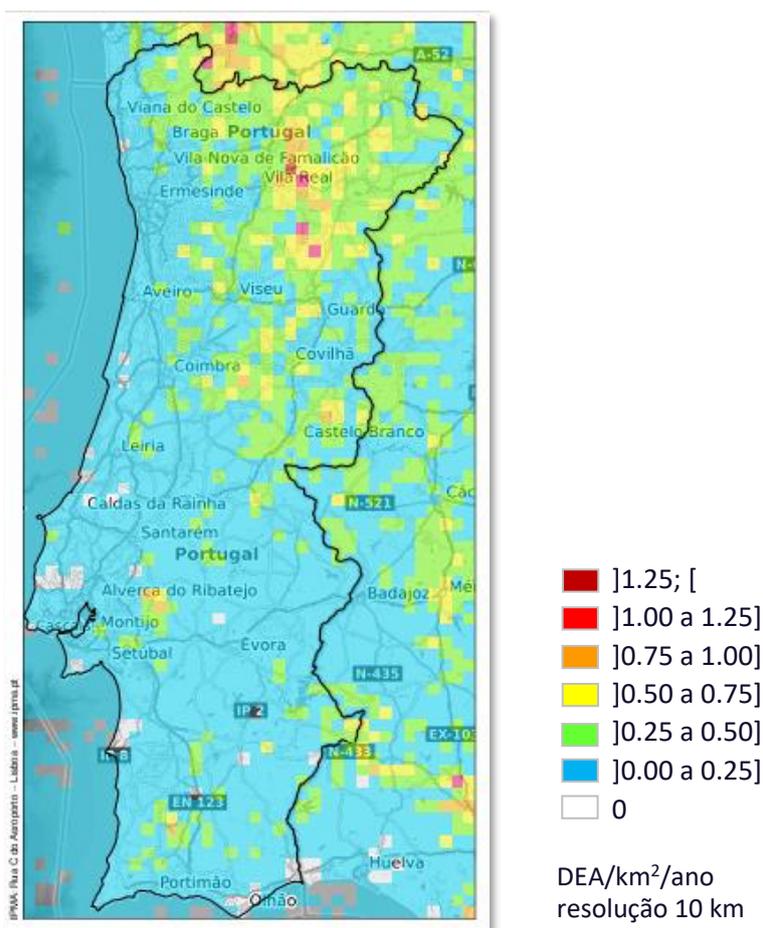


Figura 1. Mapa de densidade média de DEA NS em 2023, em Portugal Continental

Na Figura 2 pode ver-se que a distribuição sazonal da atividade elétrica na atmosfera em 2023 foi mais uniforme entre o verão (36%), o outono (35%) e a primavera (27%), diferindo significativamente do verificado em 2022 que concentrou a maior percentagem de ocorrência de DEA no outono com 49%.

Distribuição sazonal de DEA (nuvem-solo), 2023

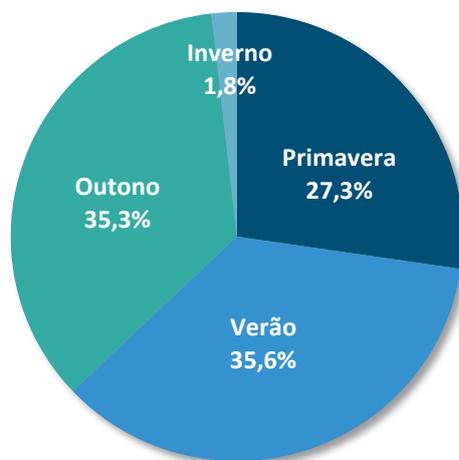


Figura 2. Distribuição sazonal em 2023 de DEA

Relativamente ao tipo de DEA detetadas e localizadas pela rede do IPMA, as DEA intra-nuvem representam mais de 90% da atividade elétrica em 2023. No mês de abril registaram-se apenas 1 DEA NS e 2 DEA IN (Figura 3).

Percentagem do tipo de DEA, 2023

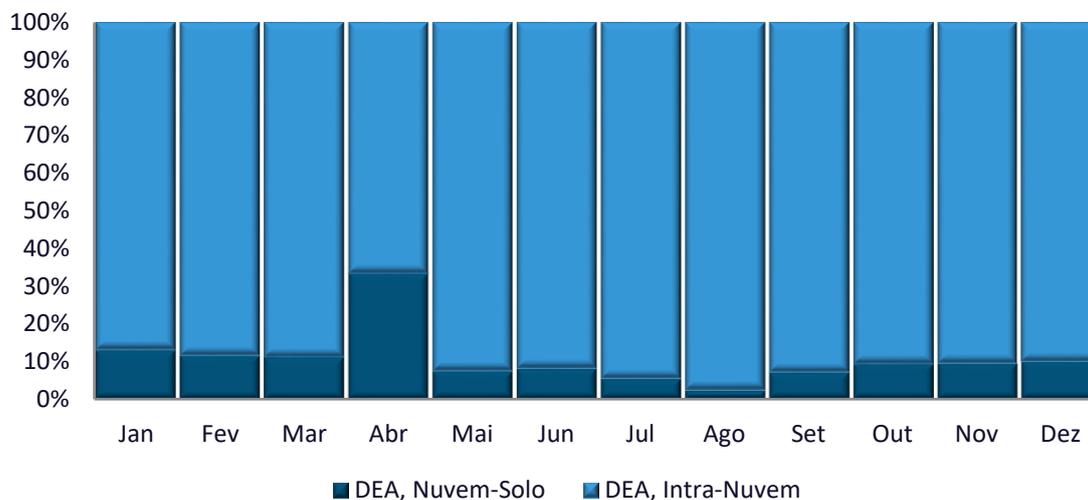


Figura 3. Distribuição por mês da percentagem de DEA entre nuvem-solo e intra-nuvem, em 2023 em Portugal Continental

Relativamente à distribuição horária das DEA nuvem-solo (Figura 4), verifica-se uma concentração no período da tarde, com o máximo de ocorrência entre as 15h e as 17h UTC (valores na ordem dos 16%).

Percentagem média horária de DEA (nuvem-solo), 2023

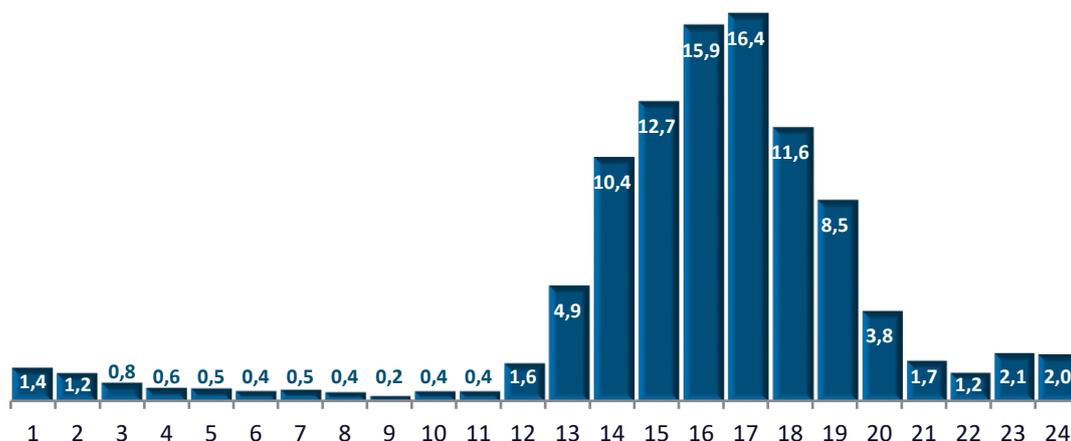


Figura 4. Distribuição por hora (UTC) da percentagem média de DEA NS em 2023, em Portugal Continental

Variação do número de dias com trovoada

À semelhança de 2022, em 2023 os valores mais elevados do número de dias com trovoada registaram-se no interior da região Norte, destacando-se os distritos de Vila Real, Bragança e Viana do Castelo, estendendo-se para os distritos de Viseu e Guarda da região Centro (Figura 5).

Mapa do número de dias com trovoada, 2023

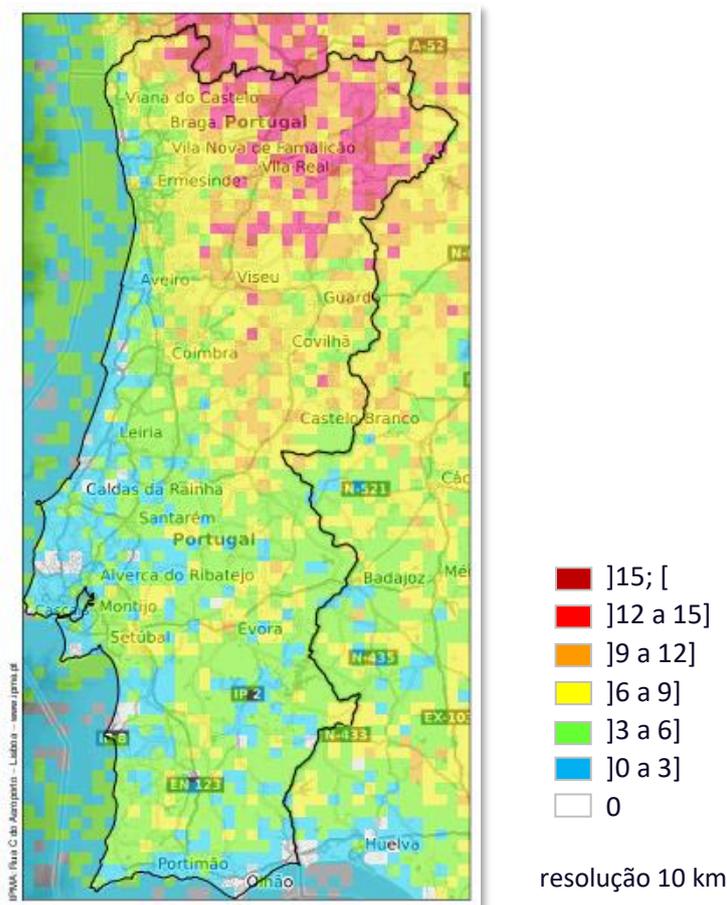


Figura 5. Mapa do número de dias com trovoada em 2023, em Portugal Continental

Relativamente à distribuição temporal do número de dias com trovoada, destacam-se os meses de maio com 18 dias e de junho e outubro, com 16 dias (Figura 6).

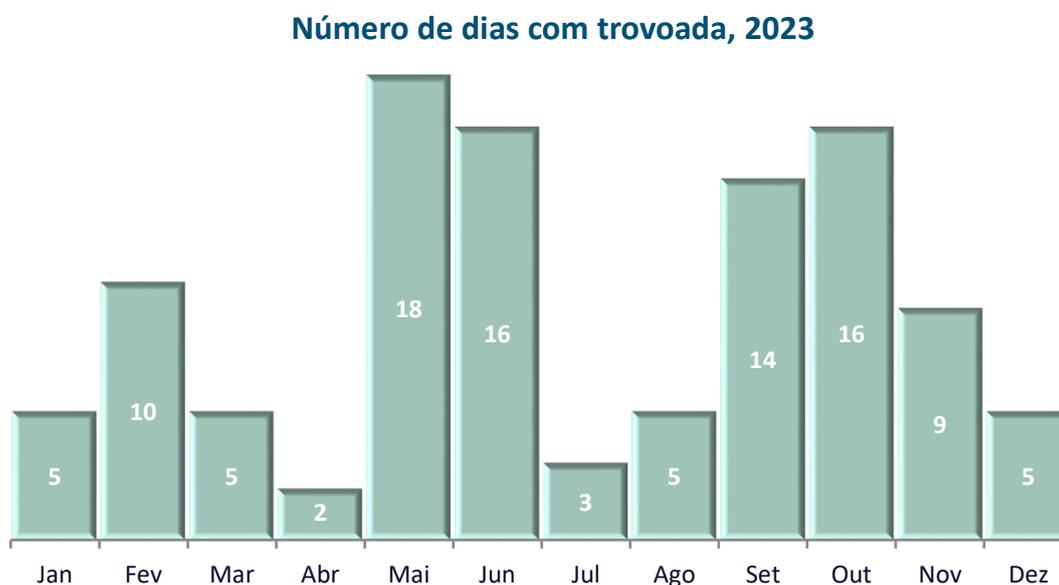


Figura 6. Distribuição por mês do número de dias com trovoada em 2023, em Portugal Continental

No mês de maio, a situação meteorológica em Portugal continental caracterizou-se:

- pela aproximação ou passagem de ondulações ou superfícies frontais (dias 3, 6 e 9);
- por núcleos depressionários centrados a sul ou a sueste da Península Ibérica, por vezes com expressão em altitude (dias 17 a 25);
- pelo cavamento de uma depressão sobre a Península Ibérica, com expressão em altitude, em deslocamento retrógrado, de leste para oeste (dias 26 e 27);
- por regiões depressionárias complexas, por vezes associadas a vales em altitude (dias 28 a 31).

Estando assim reunidas condições de instabilidade, que foram persistentes, com ocorrência de trovoada frequente nas regiões do interior: nos dias 3, 17, 20 e 21 (Centro e Sul), nos dias 22 a 27 de forma mais generalizada e a partir do dia 28 restringida essencialmente aos distritos de Vila Real, Bragança, Viseu e Guarda, estendendo-se por vezes a alguns locais do litoral.

Em relação ao mês de junho, o início do mês foi caracterizado pela influência de regiões depressionárias com expressão em altitude sobre a Península Ibérica, por vezes centradas a oeste ou a sul da mesma. Houve ocorrência de trovoada que foi generalizada nos dias 1 a 4 e restringida às regiões do Norte, Centro e Alto Alentejo nos dias 5 a 9, no dia 8 estendeu-se ao litoral Norte e Centro. Entre os dias 7 e 10, uma depressão nomeada Óscar posicionou-se a oeste, e posteriormente a noroeste, do território continental com a passagem de linhas de instabilidade, que deu origem a aguaceiros, por vezes fortes, de granizo e acompanhados de trovoada com maior incidência nas regiões do interior Norte, Centro e do Baixo Alentejo. Nos dias 12 a 13, sob a influência de uma depressão centrada a noroeste da Galiza, ocorreram aguaceiros que foram por vezes fortes, de granizo e acompanhados de trovoada, nas regiões

do Norte e Centro. A passagem de ondulações frontais pelo continente entre os dias 16 e 20, originou a ocorrência de aguaceiros nas regiões Norte e Centro, acompanhados de trovoadas no dia 19 (mais frequentes no vale do Douro e nordeste Transmontano). No dia 21, um vale em altitude exerceu a sua influência dando origem a aguaceiros, pontualmente acompanhados de trovoadas no extremo Norte.

Em outubro, a partir do dia 12, Portugal continental esteve sob a ação de uma corrente perturbada de oeste, com diversas superfícies frontais a atravessar o território. As superfícies frontais dos dias 16 e 17 e do dia 19 estiveram associadas a depressões nomeadas, BABET e ALINE, respetivamente. Nos dias 21 e 22 as perturbações frontais que atingiram o território estavam associadas à depressão BERNARD, que atravessou a região Sul condicionando o estado do tempo nestes dias. Verificou-se ocorrência de trovoadas nos dias 13, 14, 17 a 19, 22 a 24, 28 a 30, um pouco por todo o território, mas em especial no Minho e Douro Litoral.

Na tabela que se segue, pode ver-se a lista dos 3 meses com mais deteções e localizações de DEA, que perfazem 93% das DEA nuvem-solo (94% das DEA intra-nuvem) detetadas em 2023, no território continental. Junho foi o mês com o maior número de DEA NS (10633), o maior valor de densidade (0.1193 DEA/km²/ano) e o 2º maior número de dias de trovoadas (16 dias).

Tabela 1 – Meses com maior número de registos de DEA NS em 2023, em Portugal Continental

Mês	DEA nuvem-solo	Densidade de DEA	DEA intra-nuvem	Nº de dias com trovoadas
Jun 2023	10633	0.1193	119417	16
Set 2023	9764	0.1096	126807	14
Mai 2023	8091	0.0908	100139	18

De igual modo, na Tabela 2 apresentam-se os 3 dias com mais ocorrências de DEA NS. Dois dos dias pertencem ao mês de setembro e representam 50% das DEA NS registadas nesse mês.

Tabela 2 – Dias com maior número de registos de DEA NS em 2023, em Portugal Continental

Dia	DEA nuvem-solo	Densidade de DEA	DEA intra-nuvem
02 Set 2023	2977	0.0334	57125
02 Jun 2023	2495	0.0280	26189
15 Set 2023	1896	0.0213	18992

Na figura que se segue, pode ver-se a evolução temporal da queda de raios no dia 02 de setembro, resultante da forte instabilidade atmosférica associada a uma depressão com expressão em altitude. Entre as 12h e as 20h registou-se uma elevada atividade elétrica atmosférica nas regiões do interior do território continental com a queda de 5890 raios NS.

Mapa com a atividade de queda de raios no dia 02 de setembro

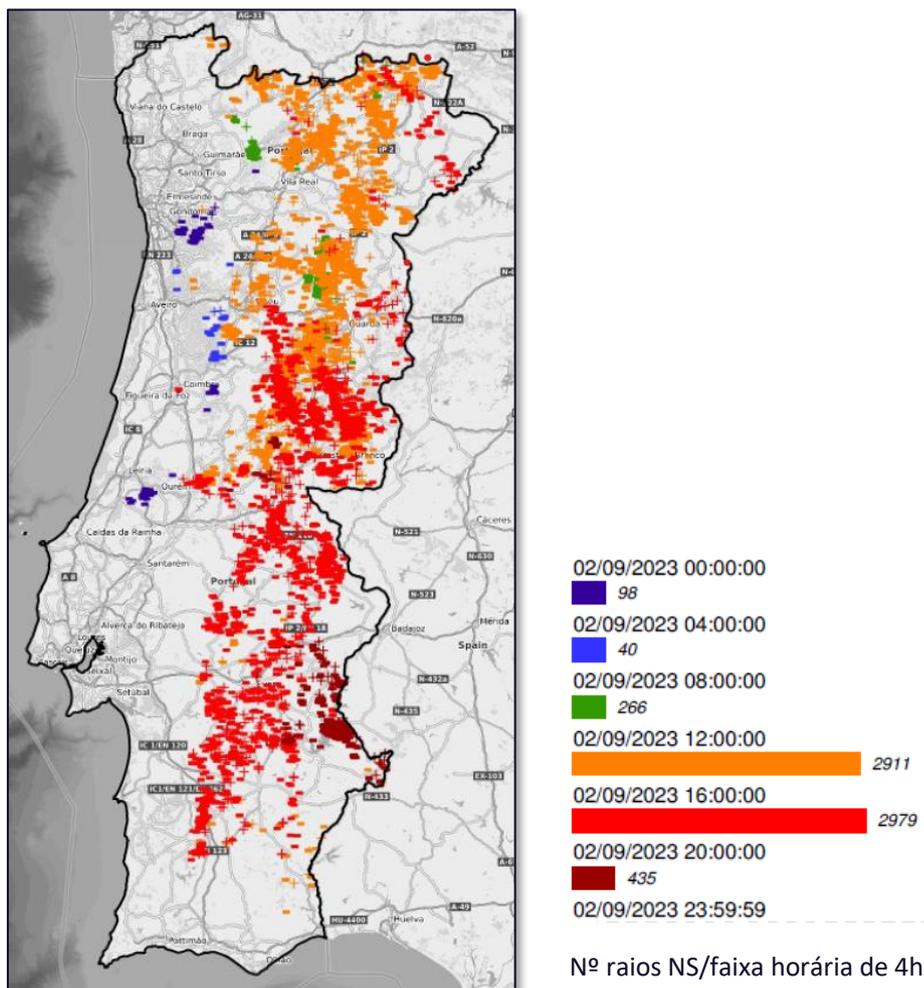


Figura 7. Mapa com a atividade de queda de raios (NS) no dia 02 de setembro, em Portugal Continental

DEA por unidades administrativas

Nas tabelas que se seguintes são apresentados os cinco Distritos e dez Concelhos com maior número de DEA nuvem-solo (Tabelas 3 e 4, respetivamente) e com maior número de dias com trovoada (Tabelas 5 e 6, respetivamente), em território continental, no ano de 2023.

Tabela 3 – Distritos com maior número de registos de DEA em 2023, em Portugal Continental

Rank	Distrito	DEA nuvem-solo	Densidade de DEA	DEA intra-nuvem	Nº de dias de trovoada
1	BRAGANÇA	4798	0.7278	56974	50
2	VILA REAL	3520	0.8178	30043	54
3	GUARDA	3005	0.5433	45624	46
4	CASTELO BRANCO	2944	0.4446	39062	44
5	UISEU	2589	0.5172	30035	47

No ano 2023, 55% das DEA nuvem-solo registadas em território continental ocorreram nestes 5 distritos. À semelhança de 2022, Bragança foi o distrito com maior número de DEA NS (4798).

Relativamente aos concelhos, Idanha-a-Nova (Castelo Branco) foi o concelho com maior número de DEA NS (800), o qual, em conjunto com o concelho de Castelo Branco registaram 50% do total no distrito.

Tabela 4 – Concelhos com maior número de registos de DEA em 2023, em Portugal Continental

Rank	Concelho	DEA nuvem-solo	Densidade de DEA	DEA intra-nuvem	Nº de dias de trovoada
1	IDANHA-A-NOVA	800	0.5653	12164	26
2	BRAGANÇA	727	0.6201	5576	32
3	CASTELO BRANCO	685	0.4767	7514	31
4	MONTALEGRE	594	0.7380	6120	37
5	MACEDO DE CAVALEIROS	573	0.8204	6708	28
6	CHAVES	534	0.9039	4589	31
7	MOGADOURO	511	0.6725	7723	30
8	VINHAIS	508	0.7318	4195	29
9	VALPAÇOS	479	0.8736	4204	26
10	ODEMIRA	456	0.2652	4169	25

Da Tabela 5, verifica-se que foi nas regiões de Trás-os-Montes e Alto Douro e do Alto Minho que ocorreu o maior nº de dias com trovoada, representadas pelos distritos de Vila Real (54 dias), Bragança e Viana do Castelo (ambos com 50 dias).

Tabela 5 – Distritos com maior nº de dias com trovoada em 2023, em Portugal Continental

Rank	Distrito	DEA nuvem-solo	Densidade de DEA	DEA intra-nuvem	Nº de dias de trovoada
1	VILA REAL	3520	0.8178	30043	54
2	BRAGANÇA	4798	0.7278	56974	50
3	VIANA DO CASTELO	1064	0.4799	6880	50
4	UISEU	2589	0.5172	30035	47
5	GUARDA	3005	0.5433	45624	46

No que respeita aos concelhos, Vila Real foi o concelho com maior número de dias com trovoada, 38 dias, logo seguido de Montalegre com 37, também do distrito de Vila Real.

Tabela 6 – Concelhos com maior nº de dias com trovoada em 2023, em Portugal Continental

Rank	Concelho	DEA nuvem-solo	Densidade de DEA	DEA intra-nuvem	Nº de dias de trovoada
1	VILA REAL	194	0.5125	1695	38
2	MONTALEGRE	594	0.7380	6120	37
3	TORRE DE MONCORVO	450	0.8473	5753	34
4	SABUGAL	248	0.3017	3774	33
5	VILA POUCA DE AGUIAR	350	0.8014	3268	32
6	ARCOS DE VALDEVEZ	267	0.5969	1744	32
7	BRAGANÇA	727	0.6201	5576	32
8	CASTRO DAIRE	183	0.4831	2101	32
9	CARRAZEDA DE ANSIÃES	345	1.2365	3195	31
10	CASTELO BRANCO	685	0.4767	7514	31

DEA no período 2010-2023

A variabilidade interanual da densidade média de DEA NS em Portugal Continental, desde 2010, apresenta-se refletida na Figura 8, com o ano de 2023 a registar 0,34 DEA/m²/ano, o 5º valor mais elevado de densidade. No período considerado o valor mais elevado registou-se em 2011 (0,41).

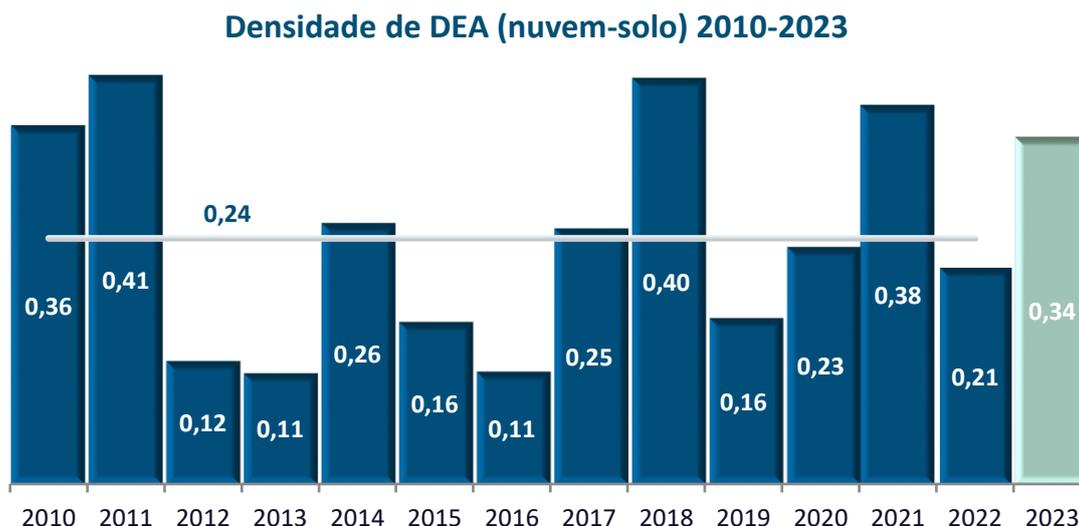


Figura 8. Densidade média anual de DEA nuvem-solo, no período 2010-2023, em Portugal Continental. A linha representa o valor médio no período 2010-2022

Em termos da distribuição sazonal de DEA NS, ao longo do período 2010-2022, destacam-se o verão como a estação com maior atividade elétrica na atmosfera, 37%, e o inverno como a estação do ano com atividade elétrica pouco expressiva, 4% DEA NS. De referir que 2023 seguiu este padrão de distribuição de DEA NS.

Distribuição sazonal de DEA, 2010-2022

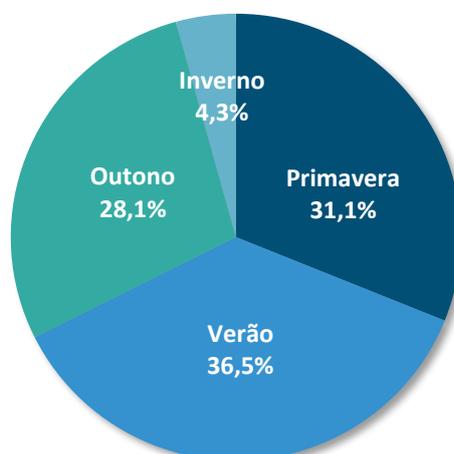


Figura 9. Distribuição sazonal entre 2010 e 2022 de DEA NS

Na Figura 10 pode ver-se que o número de dias com trovoadas registada, no ano 2023, foi de 108 dias, valor muito inferior à média de 2010-2022 (140,1 dias) e o 5º mais baixo desde 2010. Nos catorze anos em análise, 2014 foi o ano que registou o maior nº de dias com trovoadas, 215 dias.

Número de dias com trovoadas, 2010-2023

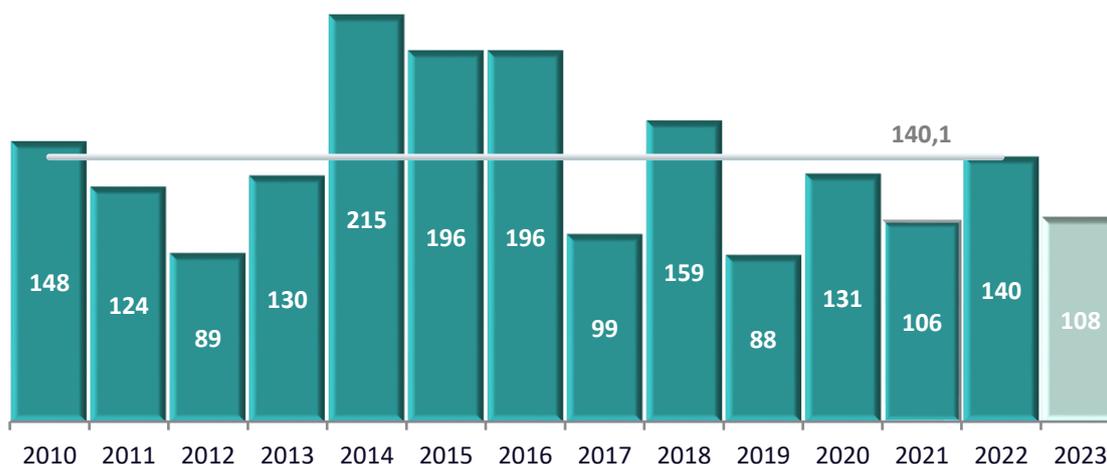


Figura 10. Variação do número anual de dias com trovoadas, entre 2010 e 2023, para Portugal Continental. A linha representa o valor médio de dias de trovoadas no período 2010-2022

Na figura que se segue, podemos comparar o número de dias com trovoadas em cada mês de 2023, com o valor médio mensal no período 2010-2022. Os 3 meses de 2023 com maior número de dias com trovoadas, apresentam uma anomalia positiva, em relação ao valor médio mensal, de 6,1 dias em maio, 4,5 dias em junho e 3,1 dias em outubro. De realçar que o mês de abril, que detém o maior valor médio mensal de dias com trovoadas, 14,1 dias, foi o mês com a menor ocorrência de trovoadas em 2023, 2 dias, o que representa uma anomalia negativa de 12,1 dias.

Número médio de dias com trovoadas, 2010-2022

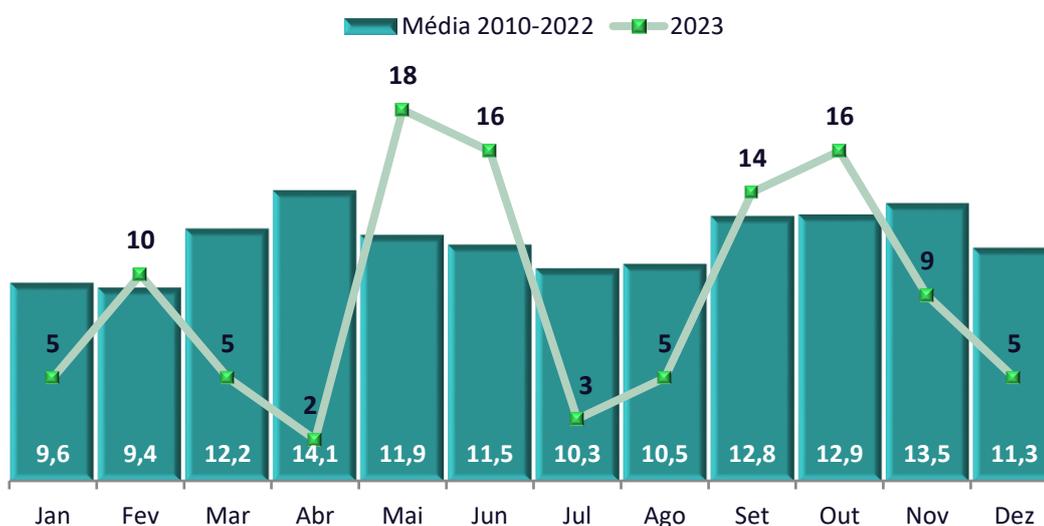


Figura 11. Valor médio mensal do número de dias com trovoadas, entre 2010 e 2022, para Portugal Continental. A linha representa a variação mensal do número de dias com trovoadas em 2023

Notas sobre a rede

A Rede de Detecção e Localização de Descargas Elétricas Atmosféricas do IPMA é atualmente composta por 5 detetores no Continente (Bragança, Braga, Castelo Branco, Santa Cruz e Olhão) e 4 da Região Autónoma da Madeira (Funchal, Santana, Porto Moniz e Porto Santo). No processo de deteção e localização esta rede incorpora dados da rede da AEMET (6 detetores junto à fronteira).

Importa referir que este sistema permite uma localização com uma precisão máxima de cerca de 250 metros (erro mínimo) e tem uma eficiência de deteção de 95% para descargas do tipo nuvem-solo e de 50% para descargas elétricas do tipo intra-nuvem.



O erro de localização é obtido através de um método matemático, a partir do qual se pode reconstruir uma elipse, em que o semieixo maior refere-se ao erro de localização. A probabilidade associada à elipse de confiança é de 50%, ou seja, é esta a probabilidade da DEA se encontrar dentro dessa área (Manual VAISALA, 2015).

A análise estatística é executada com recurso à área de 89.095,41 km² relativa à região de Portugal Continental.

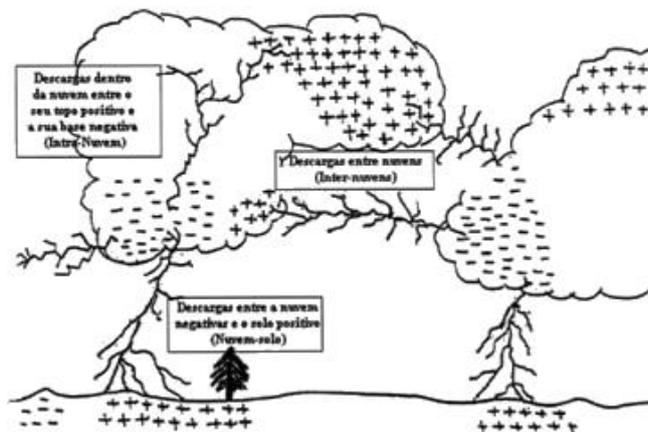
Estão excluídos desta análise as DEA classificadas como NOLO, isto é, DEA sem localização.

Notas sobre a atividade elétrica na atmosfera

A trovada está geralmente associada a nuvens do tipo cumuliforme, nomeadamente *cumulonimbus*, isolados ou organizados em sistemas convectivos de meso-escala, podendo dar origem a DEA, precipitação intensa, rajadas de vento forte e granizo.

Este fenómeno resulta da separação de cargas elétricas dentro de uma nuvem, devido ao choque entre partículas, distribuindo-se dentro da nuvem conforme o tamanho e tipo das partículas e as correntes de ar, ascendentes ou descendentes, dominantes.

A DEA é uma manifestação visível (relâmpago) e audível (trovão) da eletricidade na atmosfera. Como a velocidade da luz é muito superior (3×10^8 m/s) à do som (na ordem de 340 m/s), o trovão é ouvido posteriormente ao relâmpago, quando ocorre a uma distância apreciável do observador. O relâmpago e o trovão resultam, respetivamente, da incandescência e da expansão do ar sobreaquecido através de um canal de propagação (ionizado), que pode apresentar várias ramificações, estendendo-se por vários quilómetros tanto na vertical como na horizontal. Este canal de propagação promove a irradiação das ondas eletromagnéticas num amplo espectro de frequências, com características físicas distintas, permitindo a sua deteção por sensores localizados na superfície da Terra.



Existem vários tipos de descargas elétricas: intra-nuvem (IN), da nuvem para o ar e da nuvem para o solo (NS). As DEA NS são caracterizadas segundo a direção do seu movimento pelo canal de propagação (para cima ou para baixo) e pelo sinal das cargas elétricas (positivas ou negativas) que são transferidas, *i.e.*, pela sua polaridade. As DEA mais comuns são as IN logo seguidas pelas NS.

Acrónimos

AEMET – Agência Estatal de Meteorologia de Espanha

DEA – Descargas Eléctricas Atmosféricas

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

RDLDEA – Rede de Detecção e Localização de Descargas Eléctricas Atmosféricas

Contactos

Instituto Português do Mar e da Atmosfera. I.P.

Divisão de Clima e Alterações Climática

Rua C ao Aeroporto Humberto Delgado

1749-077 Lisboa

Portugal

clima@ipma.pt

O material, contido neste Boletim é constituído por informações climatológicas, preparado com os dados disponíveis à data da publicação e não é posteriormente atualizado. O IPMA procura, contudo, que os conteúdos apresentados detenham elevados níveis de fiabilidade e rigor, não podendo descartar de todo eventuais erros que se possam verificar.

Os conteúdos deste boletim são da responsabilidade do IPMA, podendo o Utilizador copiá-los ou utilizá-los gratuitamente, devendo sempre referir a fonte de informação e desde que dessa utilização não decorram finalidades lucrativas ou ofensivas.