

The background of the entire page is a complex, stylized circuit board pattern in shades of green. The pattern consists of numerous thin, white lines representing traces and larger, solid green circles representing components or vias. The lines and circles are arranged in a dense, interconnected network that fills the entire frame.

RELATÓRIO QUALIDADE DE SERVIÇO TDT

ANACOM

AUTORIDADE
NACIONAL
DE COMUNICAÇÕES

RELATÓRIO QUALIDADE DE SERVIÇO TDT

Análise dos dados recolhidos pela
Rede de Monitorização Nacional de Sondas TDT da ANACOM
nos anos de 2017 e 2018

Dezembro de 2019

Siglas e Acrónimos

BER	Bit Error Ratio
BER RS	BER após o decodificador de Reed-Solomon
cBER	BER antes do decodificador de Viterbi (channel BER)
C/N	Carrier-to-Noise Ratio (Relação Portadora-Ruído)
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
dB	Decibel
dBμV/m	Decibel relativamente a um campo elétrico de referência com magnitude de 1 μ V/m
DTH	Direct to Home
DUF	Direito de Utilização de Frequências
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial
FX	Fixed External (Receção Fixa Exterior)
GE06	Acordo de Genebra de 2006
IIS	Interferência intersimbólica
INE	Instituto Nacional de Estatística
MER	Modulation Error Ratio
μ	Média de uma variável
MFN	Multi-Frequency Network
MUX	Multiplexer
MUX A	Multiplexer A
NUTS III	Nomenclatura de Unidades Territoriais que correspondem ao território das Comunidades Intermunicipais e das Áreas Metropolitanas (no caso de Lisboa e Porto)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAR	Potência Aparente Radiada
PIRE	Potência Isotrópica Radiada Equivalente
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality Of Service
RRC-06	Regional Radiocommunication Conference 2006
RS	Reed-Solomon
SFN	Single Frequency Network
σ	Desvio Padrão de uma variável
σ^2	Variância de uma variável
TDT	Televisão Digital Terrestre
vBER	BER após o decodificador de Viterbi (Viterbi BER)
UIT	União Internacional de Telecomunicações
UIT-R	União Internacional de Telecomunicações – Sector das Radiocomunicações

ÍNDICE

1. Introdução	9
2. Enquadramento geral	9
3. Metodologia.....	13
4. Principais resultados da análise à qualidade de serviço TDT	17
5. Aferição da qualidade de serviço: dados e resultados detalhados ..	20
5.1. Metodologia de aquisição de dados	20
5.2. Disponibilidade de serviço	22
5.3. Estabilidade de serviço	22
5.4. Amostra	23
5.5. Resultados	25
5.5.1. Disponibilidade de serviço	25
5.5.2. Estabilidade de serviço	33
5.6. Sensibilidade às perturbações ambientais	40
5.6.1. Incêndios de 17 de junho de 2017	41
5.6.2. Incêndios de 16 de outubro de 2017	43
5.6.3. Onda de calor de agosto de 2018	44
5.6.4. Incêndio de Monchique	45
5.6.5. Tempestade Leslie de 13 de outubro de 2018	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Instalação de receção das sondas TDT.....	12
Figura 2 – Localização das sondas	13
Figura 3 – Gráfico da análise semanal	16
Figura 4 – Gráfico da análise diária	16
Figura 5 – Gráfico da análise horária.....	16
Figura 6 – Gráfico da análise de um minuto	16
Figura 7 – Reclamações feitas diretamente à ANACOM	18
Figura 8 – Exemplo de visualização dos dados recolhidos pelas sondas TDT	21
Figura 9 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente .	24
Figura 10 – Disponibilidade de serviço, em cada mês, nos anos 2017 e 2018.....	25
Figura 11 – Disponibilidade de serviço nos anos de 2017 e 2018, variação entre o melhor e pior valor mensal	26
Figura 12 – Disponibilidade diária de serviço, nos anos 2017 e 2018	27
Figura 13 – Disponibilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias de 2017 e 2018	27
Figura 14 – Disponibilidade de serviço, por NUTS II, no ano 2017.....	28
Figura 15 – Disponibilidade de serviço, por NUTS II, no ano 2018.....	28
Figura 16 – Mapa das zonas Litoral/Interior	29
Figura 17 – Disponibilidade de serviço nos anos 2017 e 2018, por região	29
Figura 18 – Disponibilidade de serviço, por distritos, no ano 2017	31
Figura 19 – Disponibilidade de serviço, por distritos, no ano 2018	32

Figura 20 – Disponibilidade de serviço, por distritos, agregada dos anos 2017 e 2018..	32
Figura 21 – Estabilidade de serviço, em cada mês, dos anos 2017 e 2018.....	34
Figura 22 – Estabilidade de serviço, variação entre o melhor e pior valor mensal, dos anos 2017 e 2018	35
Figura 23 – Estabilidade de serviço, em cada dia, dos anos 2017 e 2018	35
Figura 24 – Estabilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias dos anos de 2017 e 2018	36
Figura 25 – Estabilidade de serviço, hora a hora, ao longo dos anos 2017 e 2018	37
Figura 26 – Estabilidade de serviço, por distritos, no ano 2017.....	38
Figura 27 – Estabilidade de serviço, por distritos, no ano 2018.....	39
Figura 28 – Estabilidade de serviço, por distritos, agregada dos anos 2017 e 2018.....	39
Figura 29 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião do incêndio em Pedrógão Grande em 17 de junho de 2017.....	42
Figura 30 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião dos incêndios em 16 de outubro	43
Figura 31 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião da onda de calor de agosto de 2018	44
Figura 32 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião do incêndio de Monchique.....	45
Figura 33 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião da tempestade Leslie em 13 de outubro de 2018.....	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Disponibilidade de serviço em 2017 e 2018 – Factos e números.....	19
Tabela 2 – Estabilidade de serviço em 2017 e 2018 – Factos e números	19
Tabela 3 – Comparação entre os melhores e piores distritos em cada um dos indicadores.	20
Tabela 4 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente.	24
Tabela 5 – Disponibilidade de serviço no melhor e pior dias de 2017 e 2018.....	27
Tabela 6 – Disponibilidade de serviço, por distritos, nos anos 2017 e 2018	30
Tabela 7 – Disponibilidade de serviço, por distritos, agregada dos anos de 2017 e 2018	31
Tabela 8 – Comparação entre distritos com os melhores e piores valores de disponibilidade de serviço, por ano.....	33
Tabela 9 – Estabilidade de serviço nos melhores dias dos anos de 2017 e 2018	36
Tabela 10 – Disponibilidade de serviço, por distritos, nos anos de 2017 e 2018	38
Tabela 11 – Comparação entre os melhores e piores distritos em cada um dos anos.	40

Sumário executivo

- O presente relatório da qualidade de serviço da TDT tem como objetivo dar a conhecer de modo sistemático a qualidade do sinal da rede de TDT, sendo o primeiro com esta abrangência e profundidade;
- Os resultados aqui apresentados baseiam-se na análise dos dados recolhidos pela rede de monitorização de TDT, constituída por 390 sondas instaladas em 2014, e distribuídas pelo território continental, que se encontram a reunir informação acerca do sinal TDT difundido por via terrestre; as sondas desta rede de monitorização registam, individualmente, a cada segundo, um conjunto de 6 parâmetros, obtendo-se, anualmente, um agregado de mais de 60 mil milhões de dados; neste estudo em particular, foi tida em conta a informação proveniente de, em média, 305 sondas, em cada trimestre;
- Com esta infraestrutura de monitorização, fruto de um investimento próprio e desenvolvida com recurso a tecnologia nacional, a ANACOM passou a dispor de dados independentes e representativos que são coligidos, processados e analisados de acordo com uma metodologia concebida para o efeito sendo assim possível recolher elementos diretamente a partir do terreno que permitem avaliar a qualidade da receção/cobertura bem como detetar eventuais problemas em tempo real;
- Globalmente, no biénio 2017-2018, no território continental nacional, a disponibilidade de serviço apresentou um valor médio elevado (99,4% do tempo) e uma estabilidade de serviço também elevada;
- Saliente-se, porém, uma tendência consistente de degradação de ambos os indicadores avaliados, cuja causa não se encontra ainda devidamente apurada. No entanto, esses indicadores continuam a apresentar valores elevados, a que correspondem patamares de qualidade considerados muito bons;
- O tratamento dos dados permitiu observar, no decorrer de 2017 e 2018, assimetrias na disponibilidade de serviço em determinadas alturas do ano, nomeadamente, durante o verão, período em que o impacto da propagação é mais significativo, e assimetrias geográficas, quanto ao aspeto analisado, com o litoral a registar uma maior disponibilidade de serviço face ao interior, e o Algarve como a região com melhores valores neste parâmetro;
- Com a informação reunida, foi ainda possível pela primeira vez avaliar o impacto de eventos singulares como os incêndios de 2017, assim como os efeitos da onda de calor e do incêndio de Monchique em agosto de 2018, e da tempestade Leslie em outubro de 2018, a partir da degradação dos indicadores analisados.

1. Introdução

Este estudo tem como objetivo dar a conhecer a qualidade do sinal, da rede de TDT em Portugal continental, difundido pelo operador MEO, a partir dos resultados obtidos com base nos registos de diversos parâmetros técnicos, recolhidos pela rede de sondas de monitorização do sinal da TDT da ANACOM.

Com este relatório, o primeiro com uma extensão mais ampla relativamente à qualidade de serviço da TDT, e com uma abrangência temporal de dois anos, a ANACOM pretende divulgar os resultados recolhidos, de forma simples e intuitiva, e sob a perspetiva do utilizador que se encontra numa zona de cobertura por via terrestre. Complementarmente, é possível obter um diagnóstico diário do comportamento da rede TDT, na ferramenta que a ANACOM disponibiliza publicamente no seu *site* (http://www.mce-anacom.pt/tdt/sondas_view.php), com maior grau de detalhe.

Em termos de organização da informação aqui disponibilizada, apresenta-se, numa primeira fase, o enquadramento geral e a descrição da metodologia utilizada, elencando-se, em seguida, os principais resultados referentes aos dados recolhidos nos anos de 2017 e 2018, que serão mais detalhados nas secções subsequentes, descrevendo-se e definindo-se os indicadores e a amostra usados no âmbito deste estudo. Fruto das circunstâncias que ocorreram neste biénio, e aproveitando os dados disponíveis, dedica-se, ainda, uma parte deste relatório ao estudo de incidentes significativos com impacto na qualidade de serviço da TDT. Daqui resulta evidente a utilidade desta rede para outro tipo de análises de risco e para o estudo de fenómenos ambientais, ainda que de forma indireta.

2. Enquadramento geral

O estabelecimento da TDT em Portugal

A TDT, que veio substituir a televisão analógica terrestre, é a atual forma de disponibilização dos serviços de programas televisivos, em sinal aberto, da RTP1, RTP2, SIC, TVI, AR TV, RTP3 e RTP Memória, recorrendo a tecnologias de transmissão digitais.

A TDT tem um papel fundamental na sociedade, principalmente junto das camadas mais desfavorecidas da população, pois permite o acesso gratuito e permanente a informação e aos serviços de programas televisivos, isto é, sem custos de vinculação ou fidelização.

A emissão em tecnologia digital representa um salto qualitativo em relação à tecnologia analógica anteriormente disponível, proporcionando, na receção, uma melhor qualidade de som e imagem, o acesso a guias de programação eletrónicos com informação sobre os programas disponíveis, a gravação e pausa da emissão. O novo modo de distribuição permite ainda uma utilização mais eficiente do espectro radioelétrico, um recurso escasso, ao possibilitar a transmissão simultânea de diversos programas televisivos no mesmo canal radioelétrico, podendo ainda diferentes emissores partilhar a mesma frequência, em áreas adjacentes, com interferência controlada.

Em 2002, após a consulta pública para a atribuição de uma licença de âmbito nacional para o estabelecimento e exploração de uma plataforma de TDT, gratuita e universal, foi atribuída à PTDP - Plataforma de Televisão Digital Portuguesa, S.A., uma licença de âmbito nacional. No entanto, após terem sido ultrapassados os prazos estipulados para o início da operação da rede, e após a PTDP indicar não ser possível iniciar a sua exploração comercial, por razões alheias à sua vontade, nem indicar prazos para tal, a 25 de março de 2003, por despacho ministerial, foi revogado o ato de atribuição à PTDP de uma licença para o estabelecimento e exploração de uma plataforma de televisão digital terrestre.

Em 2008, foi lançado novo concurso público para a atribuição de um direito de utilização de frequências (DUF), de âmbito nacional, para o serviço de radiodifusão televisiva digital terrestre em acesso livre, para o qual foi apresentada uma única candidatura, a da PT Comunicações (PTC), atual MEO, que reunia os requisitos exigidos, tendo-lhe sido atribuído o referido DUF.

A transição da televisão analógica para a digital decorreu entre 29 de abril de 2009, com o início da exploração comercial da rede TDT, e 26 de abril de 2012, com o desligamento dos emissores e retransmissores analógicos, na altura, ainda em funcionamento em Portugal.

O acesso gratuito à televisão digital é disponibilizado através da rede de difusão do operador, a MEO, através de duas alternativas possíveis:

- por via terrestre (TDT), através da rede de frequência única (SFN), no canal 56, ou da rede de multifrequência (MFN) em *overlay*, devendo os utilizadores destas zonas de cobertura dispor de um televisor ou descodificador (*set-top box*) adequados para a receção de TDT, compatível com a tecnologia DVB-T e com a norma de compressão MPEG-4/H.264;
- por via satélite (DTH), o “serviço TDT complementar”, nas restantes zonas, onde a probabilidade de cobertura TDT terrestre é reduzida, sendo, neste caso, necessário dispor de um *kit* TDT complementar (descodificador DTH e uma antena parabólica).

Atualmente, a rede de difusão terrestre do sinal de TDT atinge uma cobertura de cerca de 92,5% da população, sendo os remanescentes 7,5% servidos por DTH, garantindo-se, desta forma, o acesso livre, ao serviço de televisão, a toda a população residente em Portugal.

O lançamento da rede de sondas pela ANACOM

Em meados de 2012, logo após a migração definitiva para a televisão digital, foram detetados problemas de auto interferência que impediram, prolongadamente, o acesso aos canais disponibilizados na TDT, numa área considerável do território continental, tendo o operador, a pedido da ANACOM, apresentado uma solução técnica para mitigar o problema, no mais curto espaço de tempo possível, que contemplava a implementação de 3 novas estações emissoras em multifrequência (Monte da Virgem, Lousã e Montejunto)¹.

De modo a acautelar e antecipar eventuais problemas na receção do sinal de TDT, a ANACOM tomou a iniciativa de promover o desenvolvimento e a implementação de um sistema abrangente e fiável de avaliação da cobertura TDT efetivamente disponibilizada à população. Para o efeito, lançou uma consulta pública internacional, por deliberação de 21 de janeiro de 2013, tendo em vista a implementação de uma rede nacional de sondas para a monitorização do sinal de TDT. Esta iniciativa resultou do compromisso, assumido pela ANACOM para com os cidadãos, de acompanhar, com grande proximidade e numa abordagem de monitorização permanente, a qualidade dos sinais de TDT difundidos, fazendo jus ao que se encontra previsto, nos termos estatutários (Decreto-Lei n.º 39/2015, de 16 de março), nas atribuições da ANACOM.

¹ <https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1127427>

A ANACOM conta, desde 2014, com um conjunto integrado de sondas, instaladas em Portugal continental (Figura 1), que recolhem informação acerca da qualidade do sinal difundido, permitindo avaliar e detetar eventuais problemas. Este projeto, promovido pela ANACOM e com uma componente vincada de investigação e desenvolvimento (I&D), foi prosseguido por um consórcio nacional, vencedor do concurso público internacional, constituído por empresas de base tecnológica, a Ubiwhere, Lda. e a Wavecom, S.A. e por uma unidade de I&D integrada na rede de laboratórios associados da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), o INESC-TEC² da Faculdade de Engenharia do Porto (FEUP). Para a implementação das sondas no terreno, a ANACOM contou com o apoio da Associação Nacional de Freguesias (ANAFRE) e com a adesão de um número considerável de juntas de freguesia, um pouco por todo o território nacional. No cômputo geral, e atendendo aos objetivos a que se propunha, esta iniciativa da ANACOM foi bem acolhida pela sociedade em geral e pelos demais interessados.

Figura 1 – Instalação de receção das sondas TDT



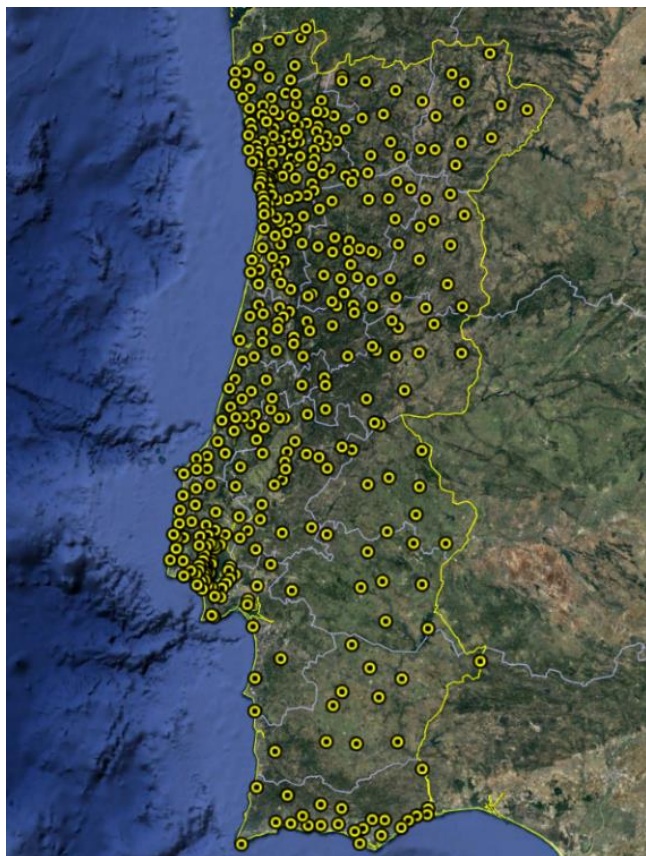
O volume de dados recolhidos pela rede de sondas (Figura 2), resulta da agregação de um conjunto de 6 parâmetros, por sonda, medidos a cada segundo, que perfazem mais de 60 mil milhões de valores anuais. O tratamento de tão elevada quantidade de dados exige o recurso a ferramentas de análise e processamento de fluxos de eventos complexos, no caso em apreço o ESPER³, que permite analisar séries, normalmente associadas a conjuntos de megadados (*big data*), em tempo real (*real-time*), também usado, por

² INESC-TEC: Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (Laboratório Associado)

³ <http://www.espertech.com/>

exemplo, em centrais nucleares⁴, vocacionado e otimizado para o tratamento, em tempo útil, informação estatística relevante.

Figura 2 – Localização das sondas



Fonte: Elaborado com base no Google Earth, 2018.

3. Metodologia

As sondas como fonte de dados

As sondas de monitorização do sinal de TDT são dispositivos, situados no extremo de uma cadeia de análise e processamento de dados, que permitem a sensorização e, conseqüentemente, obter a perspetiva de um utilizador em condições similares de receção. Estes equipamentos, sendo parte de um complexo sistema de informação, comunicam com um centro de dados, alojado nas instalações da ANACOM, responsável pelo

⁴ <https://dzone.com/articles/complex-event-processing-made>

armazenamento e processamento de informação e eventos, que é gerido de forma integrada e devidamente coordenada.

Cada uma dessas sondas regista, a cada segundo, um conjunto de parâmetros que são recolhidos, processados e analisados, com recurso a tecnologia própria, originando diariamente um conjunto de 165 milhões de valores, que representam um total de mais de 60 mil milhões de valores recolhidos anualmente.

No centro deste sistema, um servidor vai ciclicamente solicitando, a cada uma das sondas da rede, o envio dos dados recolhidos, realizando, em paralelo, o pré-processamento dos parâmetros medidos, de modo a garantir a sua disponibilização imediata na aplicação de visualização de dados. Os parâmetros técnicos e indicadores de qualidade e desempenho, usados na elaboração deste relatório, são apresentados com maior grau de detalhe no Anexo A.

As comunicações entre o servidor e as sondas são estabelecidas através de um sistema de transmissão de dados, suportado pelas redes móveis dos três operadores (MEO, NOS e Vodafone).

Indicadores-base sobre a qualidade de serviço

Neste estudo, é analisado o nível da receção/cobertura da rede de difusão terrestre do sinal de TDT. Além disso, os resultados apresentados deverão ser entendidos como valores globais médios, obtidos no período ou circunstâncias especificadas, e com base numa amostra representativa de Portugal continental (cf. Amostra), cujo dimensionamento estatístico que lhe deu origem se descreve no Anexo B.

Da informação recolhida pela rede de sondas de monitorização do serviço de TDT (em média, 305 sondas por trimestre), são extraídos os dados relativos aos parâmetros necessários para a obtenção de conclusões relevantes sob diferentes perspetivas:

- i) a disponibilidade de serviço;
- ii) a estabilidade de serviço.

Estes dois indicadores-base são definidos do seguinte modo:

Disponibilidade de Serviço

A disponibilidade de serviço mede a percentagem de tempo, em determinado período, em que o acesso ao sinal de TDT difundido pelo operador se faz sem interrupções (o serviço encontra-se disponível).

Estabilidade de Serviço

A estabilidade de serviço permite inferir sobre a estabilidade de receção do sinal TDT e tem em conta o grau de variabilidade das características deste sinal que são determinantes para a disponibilidade de serviço no momento e classifica-se em três níveis: elevada, aceitável e baixa.

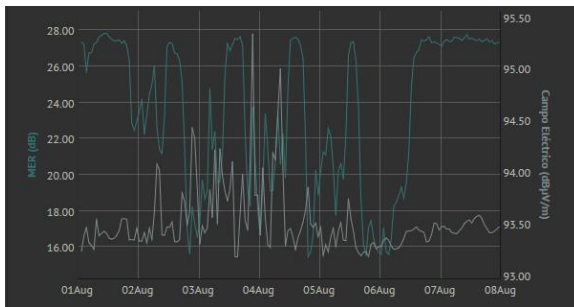
Os níveis de disponibilidade de serviço (secção 5.2) e de estabilidade (secção 5.3), foram definidos de acordo com normas e recomendações internacionais.

Uma ilustração do potencial de análise

A aplicação de visualização de dados permite a representação gráfica de todos os 6 parâmetros medidos, com diferentes graus de detalhe, possibilitando a análise simultânea de dois parâmetros para efeitos comparativos.

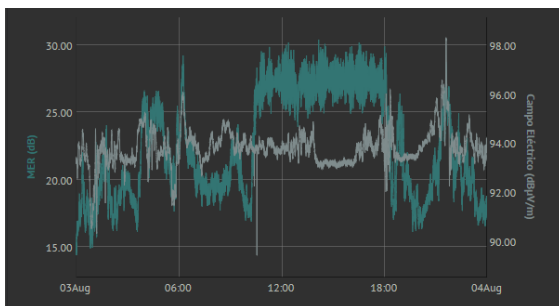
A título ilustrativo, os gráficos seguintes exibem os indicadores registados aquando da onda de calor em 2018, ao passo que as **Figura 3**, **Figura 4**, **Figura 5**, e **Figura 6** evidenciam as assinaturas de impacto ao nível das várias frequências de observação possíveis.

Figura 3 – Gráfico da análise semanal



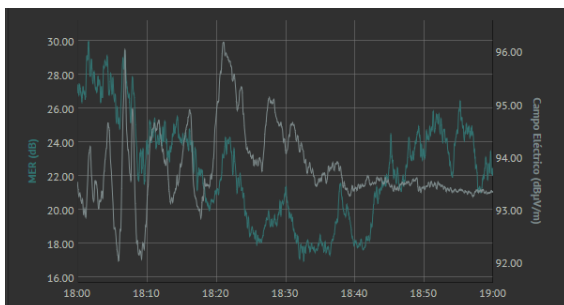
Nota: 1 209 600 valores representados, agrupados em períodos de 30 minutos.

Figura 4 – Gráfico da análise diária



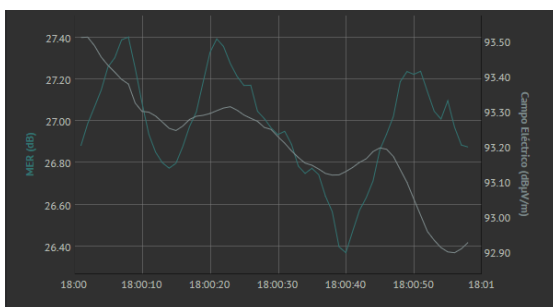
Nota: 172 800 valores representados

Figura 5 – Gráfico da análise horária



Nota: 7 200 valores representados

Figura 6 – Gráfico da análise de um minuto



Nota: 120 valores representados

4. Principais resultados da análise à qualidade de serviço TDT

Este relatório de qualidade de serviço TDT, referente a 2017 e 2018, suportou-se em, aproximadamente, 80 mil milhões de registos, provenientes de, em média, 305 sondas, consideradas em cada trimestre, e apresenta os resultados obtidos ao longo de todo o biénio. Em complemento, estão também disponíveis outros relatórios (com periodicidade anual, semestral e trimestral), que foram produzidos desde finais de 2015 até 2016⁵.

Globalmente, conclui-se, a partir do tratamento da informação recolhida pela rede de monitorização de TDT, que, em termos médios, a qualidade do sinal de TDT, no biénio analisado, alcançou valores de disponibilidade de serviço próximos de 100% (**Tabela 1**) e um nível de estabilidade de serviço elevada.

De forma indireta, foi possível verificar a influência de diversos fenómenos atmosféricos, a partir do respetivo impacto nos valores de disponibilidade de serviço, devido aos incêndios de outubro de 2017, que assolaram a zona centro do país e, também, ainda que de forma mais circunscrita, os de Pedrógão Grande, bem como, em 2018, devido à onda de calor que se fez sentir no mês de agosto, e devido ao incêndio de Monchique e à tempestade Leslie que, com assinaturas de impacto distintas, também afetaram o parâmetro analisado.

Neste período, verifica-se uma ligeira oscilação nos valores de disponibilidade de serviço (menos de 1%), com os 3.º e 4.º trimestres a apresentarem sempre valores inferiores, devido a constrangimentos provocados por alterações das características do canal de propagação, mais evidentes em alturas de maior calor.

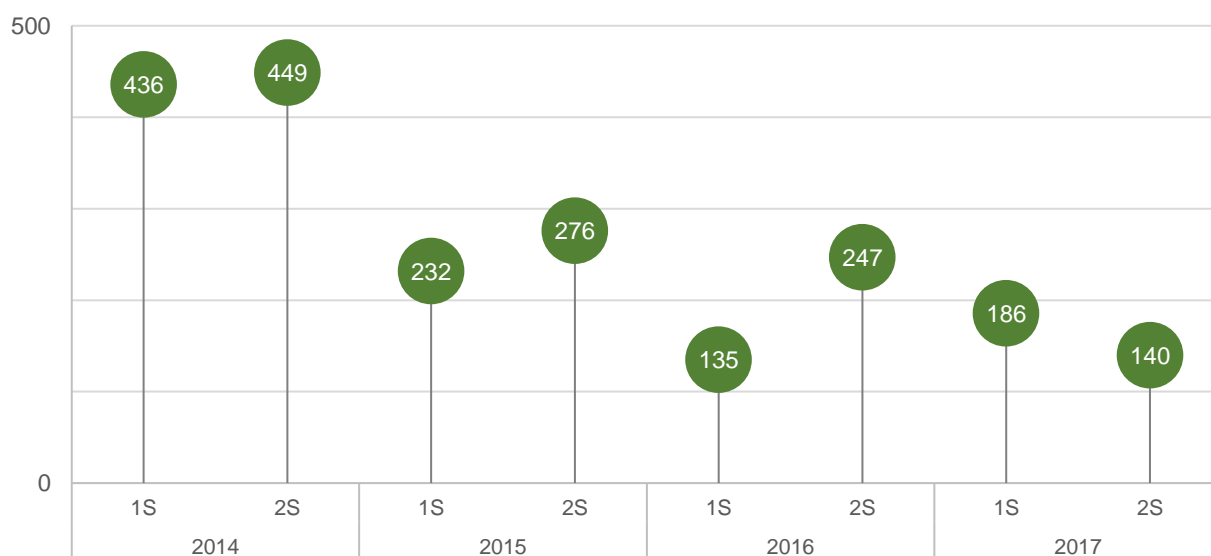
No tocante às reclamações relativas à TDT, rececionadas na ANACOM (**Figura 7**), verifica-se um decréscimo do seu número e, para tal, terá contribuído a estabilização do funcionamento da rede difusora e a implementação e expansão da rede de emissores MFN, na sequência da comunicação da ANACOM à PTC (atual MEO), cujas as causas se atribuem à acentuada instabilidade provocada pelas condições excecionais de propagação, verificadas em 2014, que impediram a receção dos quatro canais de acesso gratuitos, então disponíveis. Em face dessas circunstâncias, a ANACOM pediu à PTC para indicar que medidas pretendia adotar para corrigir, de forma célere e definitiva, os

⁵ Os relatórios trimestrais da qualidade do sinal da TDT, desde o 4.º trimestre de 2015, podem ser consultados em: [http://www.mce-anacom.pt/tdt/sondas_relatorio.php?](http://www.mce-anacom.pt/tdt/sondas_relatorio.php)

problemas constatados, tendo a PTC requerido o licenciamento temporário de emissores multifrequência, como forma de antecipar soluções para situações deste género. Esta pretensão do operador foi aprovada, pela ANACOM, na deliberação de 11 de setembro de 2014⁶, e as alterações, a que a rede foi sujeita, permitiram mitigar o impacto devido a fenómenos de propagação, como os acima referidos.

Consequentemente, verificou-se uma quebra de reclamações, de 885 (das quais, 436 no 1.º semestre, e 449 no 2.º), em 2014, para 326 (186 e 140, nos 1.º e 2.º semestres, respetivamente), em 2017, correspondendo a uma variação de -63,2%, o que se traduz numa evolução positiva da qualidade da TDT percebida.

Figura 7 – Reclamações feitas diretamente à ANACOM



O indicador estabilidade de serviço, contrariando a tendência verificada em 2016, apresentou valores elevados em todo o território continental (**Tabela 2**).

Nas tabelas seguintes resumem-se alguns dos principais indicadores analisados.

⁶ <https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1333521>

Tabela 1 – Disponibilidade de serviço em 2017 e 2018 – Factos e números

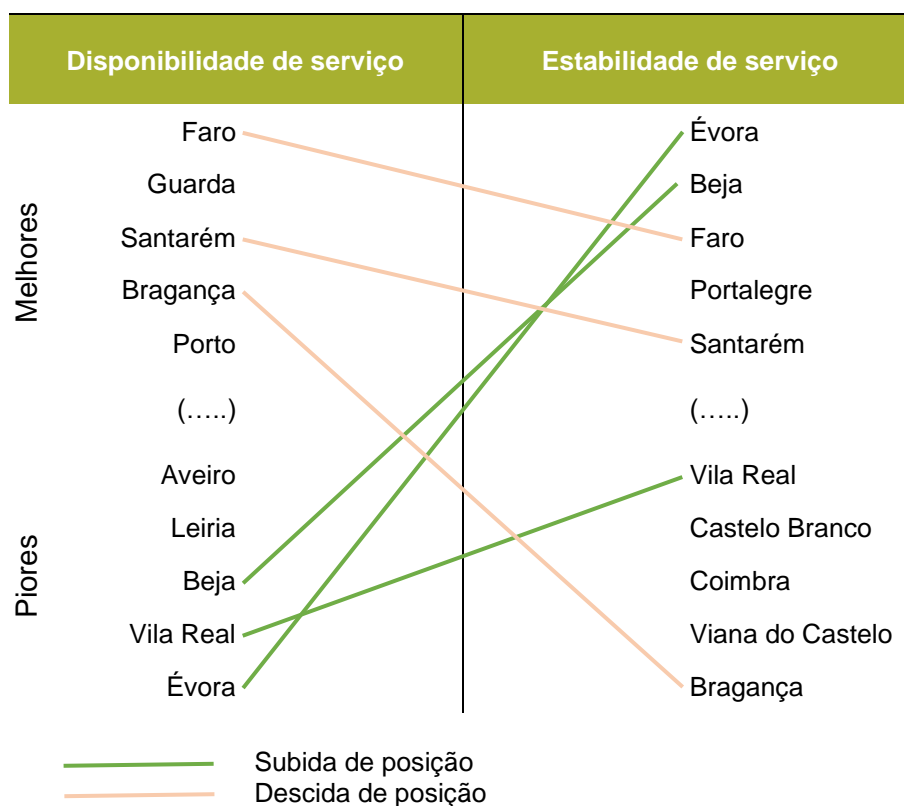
Valor médio anual (Portugal continental):	99,4%
Melhor distrito:	Faro (99,9%)
Pior distrito:	Évora (97,6%)
Melhor dia (Portugal continental):	19 de abril de 2017(≈100%)
Pior dia (Portugal continental):	16 de outubro de 2017(95,9%)

Tabela 2 – Estabilidade de serviço em 2017 e 2018 – Factos e números

Melhor distrito:	Évora
Pior distrito:	Bragança
Melhor dia (Portugal continental):	01 de maio de 2017
Pior dia (Portugal continental):	06 de agosto de 2018
Melhor hora (Portugal continental):	Das 13:00 às 14:00
Pior hora (Portugal continental):	Das 23:00 à 24:00

A **Tabela 3** evidencia não existir uma correspondência perfeita entre um valor de disponibilidade de serviço quase total e um valor de estabilidade elevado, e vice-versa. Além disso, os melhores e os piores distritos não apresentam uma regularidade consistente em ambos os indicadores em simultâneo, ocorrendo casos em que ocupam patamares opostos (por exemplo, Beja surge como terceiro pior distrito em termos de disponibilidade de serviço, e como segundo melhor distrito quanto à estabilidade de serviço). Ou seja, não há distritos sempre e persistentemente piores nos dois indicadores em simultâneo.

Tabela 3 – Comparação entre os melhores e piores distritos em cada um dos indicadores.



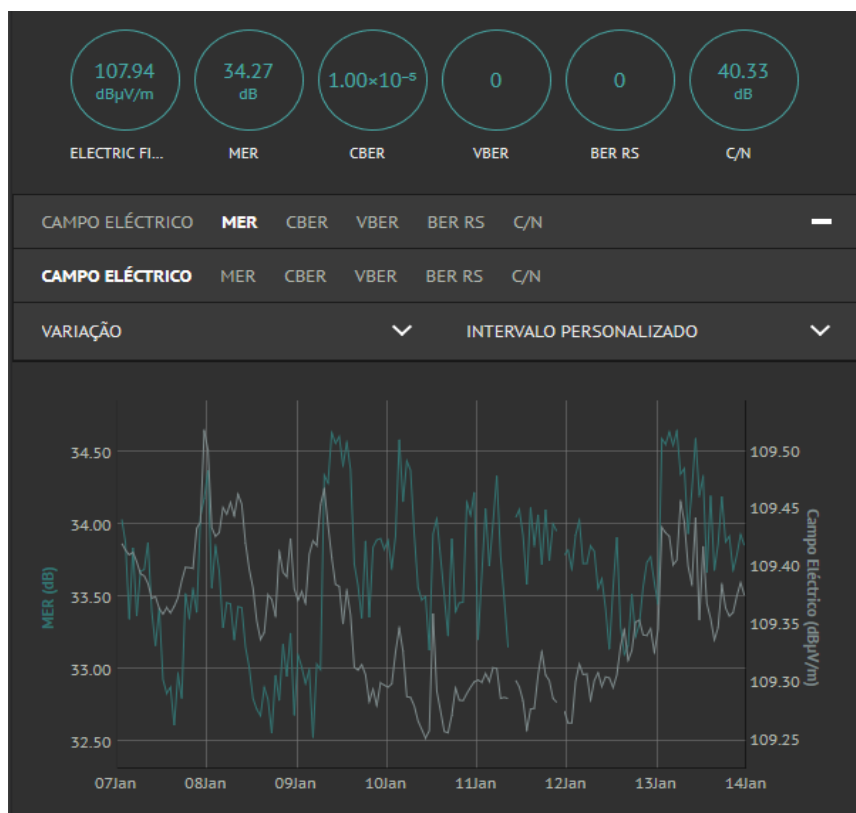
5. Aferição da qualidade de serviço: dados e resultados detalhados

5.1. Metodologia de aquisição de dados

A análise levada a cabo no âmbito do presente relatório recorre a dados que foram recolhidos e registados à cadência de 1 segundo, em zonas com cobertura TDT por via terrestre, através das sondas de monitorização do sinal de TDT. Neste contexto, importa referir que se teve a preocupação de garantir que a sua instalação seria, em tudo, semelhante às que os utilizadores comuns dispõem em suas casas, conseguindo-se, deste modo, reproduzir condições técnicas equivalentes que permitem aferir, de forma independente e com meios próprios, a qualidade do serviço TDT percecionado pela população portuguesa.

Os dados coligidos, após chegarem ao centro de dados da ANACOM, ficam disponíveis para consulta, através da interface gráfica da aplicação de visualização e análise da informação (**Figura 8**).

Figura 8 – Exemplo de visualização dos dados recolhidos pelas sondas TDT



A rede de sondas da ANACOM permitiu introduzir, em Portugal, uma solução tecnológica inovadora, desenvolvida e produzida por unidades de I&D e empresas nacionais, que veio reforçar a capacidade de monitorização instalada e em permanência.

A implementação da rede de sondas decorreu em duas fases. A primeira, iniciada em finais de 2013, visou a instalação de quatro sondas, como projeto-piloto, que permitiu testar, em ambiente real, a solução técnica. Os bons resultados obtidos permitiram desencadear o processo de produção das restantes 386 sondas, que foram instaladas durante o 2.º semestre de 2014.

A existência de um elevado número de sondas (390) instaladas permite alcançar alguma redundância em cada um dos distritos e minimizar o impacto, decorrente de eventuais sondas inoperacionais (ou por avaria, manutenção ou outras condicionantes), no erro amostral estatístico desejável (**Figura 9**).

5.2. Disponibilidade de serviço

Considera-se que existe disponibilidade de serviço sempre que os parâmetros técnicos⁷ do sinal da TDT analisados apresentem valores que ultrapassem o limiar mínimo para a correta receção do serviço, de acordo com o definido nas normas e recomendações internacionais, designadamente, as que são produzidas e publicadas pela ITU-R (Anexo C).

Na prática, a disponibilidade de serviço reflete a existência, ou não, de interrupções no acesso ao serviço, na perspetiva do cidadão comum que se encontra a ver televisão. Várias poderão ser as razões que justificam tais interrupções ou falhas temporárias do sinal, nomeadamente falhas de energia, vandalismo sobre as infraestruturas dos emissores, intempéries, incêndios florestais e auto-interferências (interferências provocadas por outros emissores da rede de difusão, cujos sinais, previsivelmente, não deveriam chegar ao local de receção em causa).

5.3. Estabilidade de serviço

A estabilidade de serviço traduz o desvio, face ao seu valor médio num dado período de análise (e.g., trimestral, mensal, diário ou horário), dos valores do parâmetro MER (*Modulation Error Rate*)⁸ registados. Na construção deste indicador, são tidos em consideração o desvio padrão dos valores MER e a respetiva média, comparando-se o efeito combinado de ambos com o limiar mínimo necessário à receção do serviço, o que permite inferir sobre a sua estabilidade e escaloná-la em três níveis assim definidos:

- **elevada:** receção muito estável, em que o acesso ao serviço se encontra garantido, com reduzidas probabilidades de ser interrompido;
- **aceitável:** receção estável ainda que, pontualmente, poderão ocorrer problemas na receção do sinal;

⁷ No Anexo C, descrevem-se em pormenor todos os parâmetros técnicos recolhidos pelas sondas e detalham-se os cálculos dos limiares mínimos desses parâmetros, usados nas análises apresentadas neste documento.

⁸ MER: figura de mérito que permite, a partir da análise dos erros associados à modulação de um sinal digital, obter indicações relevantes acerca da degradação que o sinal sofre até chegar à entrada do recetor «cf. Anexo C».

- **baixa:** receção com instabilidade, em que o acesso ao serviço é afetado com alguma regularidade.

Os níveis de estabilidade foram definidos de acordo com normas e recomendações internacionais, nomeadamente, as emanadas pela União Internacional de Telecomunicações – Sector das Radiocomunicações (UIT-R) e o Acordo de Genebra de 2006 (GE06), cujo cálculo detalhado se encontra no Anexo A.

Como os equipamentos de receção (televisores e *set-top boxes*) podem apresentar diferentes características técnicas, uns de melhor qualidade do que outros, a perceção da qualidade do serviço poderá variar, consoante o modelo do equipamento em causa, em termos de qualidade de som e imagem, podendo daí resultar períodos de indisponibilidade distintos.

5.4. Amostra

A dimensão amostral utilizada neste estudo é de 390 sondas, o que permite obter uma amostra representativa de Portugal continental, considerando um grau de confiança de 95% e um erro amostral de 5%. A amostra, inicialmente estratificada por NUTSIII, tendo por base o número de edifícios, foi calculada a partir de dados do Recenseamento Geral da População (2011) do Instituto Nacional de Estatística, tendo sido posteriormente reafectada pelos distritos do continente (**Tabela 4** e **Figura 9**), de acordo com o estudo estatístico prévio, detalhado no Anexo B.

Por motivos de ordem técnica, algumas sondas poderão não estar disponíveis em permanência ao longo do período em análise, o que poderá traduzir-se numa ligeira degradação do erro amostral, em diferentes períodos.

Todas as sondas da rede de monitorização do sinal de TDT encontram-se exclusivamente em locais com cobertura terrestre, a medir o sinal disponibilizado pela rede de difusão do operador.

Tabela 4 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente.

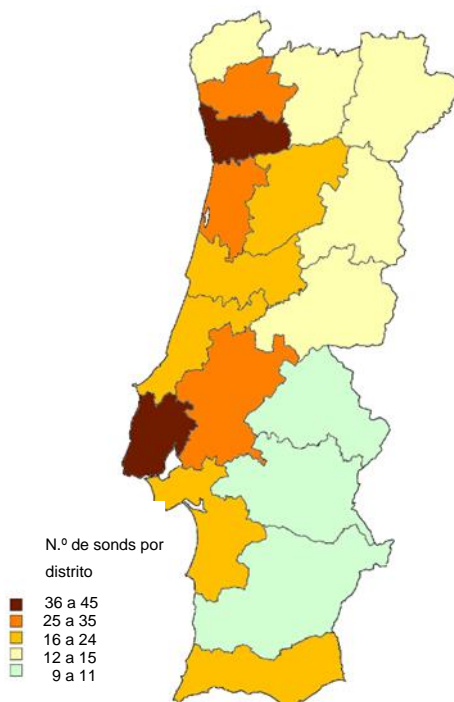
Distrito	Dimensão amostral (5%)
Aveiro	29
Beja	11
Braga	34
Bragança	12
Castelo Branco	13
Coimbra	23
Évora	9
Faro	23
Guarda	14
Leiria	23
Lisboa	43 + 2**
Portalegre	9
Porto	45
Santarém	23 + 2**
Setúbal	24
Viana do Castelo	14
Vila Real	13
Viseu	24
Portugal continental	386* + 4**

* Não coincide com as 384 sondas indicadas, para um erro amostral de 5%, devido a arredondamentos à unidade.

** Sondagens adicionais correspondentes à rede piloto de testes que foram posteriormente integradas na rede global de monitorização do sinal de TDT

Fonte: ANACOM, com base em dados do INE – Censos da população de 2011.

Figura 9 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente



Fonte: ANACOM, com base em dados do INE – Censos da população de 2011.

5.5. Resultados

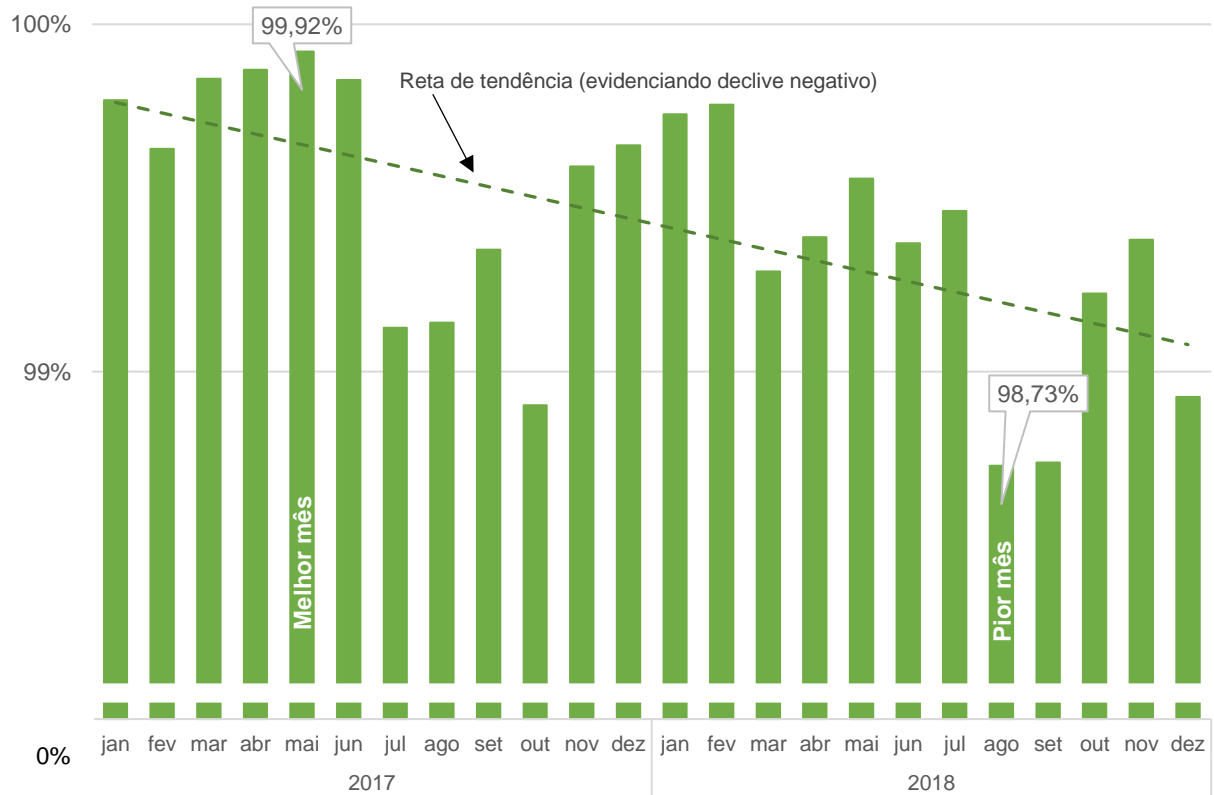
5.5.1. Disponibilidade de serviço

Os anos de 2017 e 2018 foram caracterizados por uma disponibilidade de serviço média de 99,6%.

Disponibilidade de serviço mensal

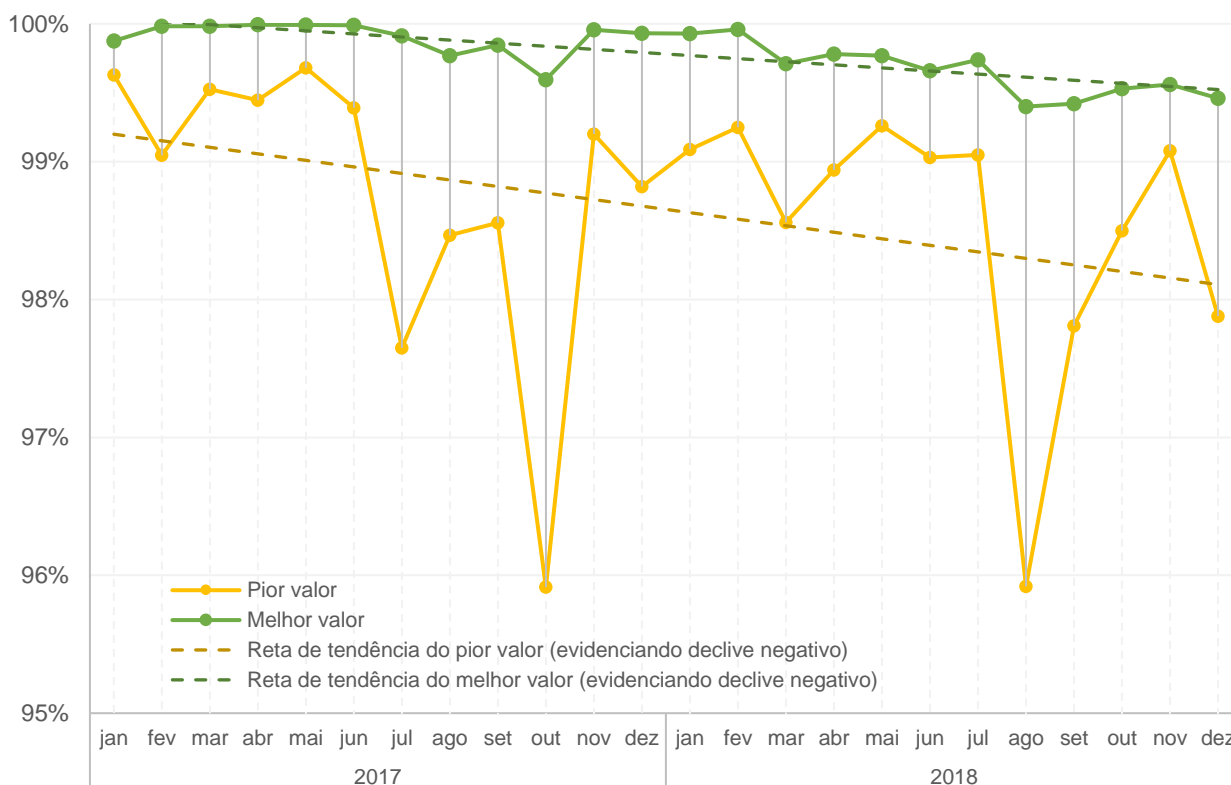
A **Figura 10** ilustra a evolução mensal, ao longo do período em análise, do indicador disponibilidade de serviço, podendo ser observada uma degradação acentuada deste indicador no mês de outubro de 2017, o que coincide com um dos períodos de incêndios, e no mês de agosto de 2018, altura em que ocorreu a onda de calor. Globalmente, verifica-se uma ligeira tendência de degradação do indicador, na janela temporal considerada.

Figura 10 – Disponibilidade de serviço, em cada mês, nos anos 2017 e 2018



O gráfico da **Figura 11** agrega os valores de disponibilidade registados nos melhor e pior dias de cada mês, representando-se os valores máximo e mínimo desse indicador, numa base mensal, para todos os meses dos anos.

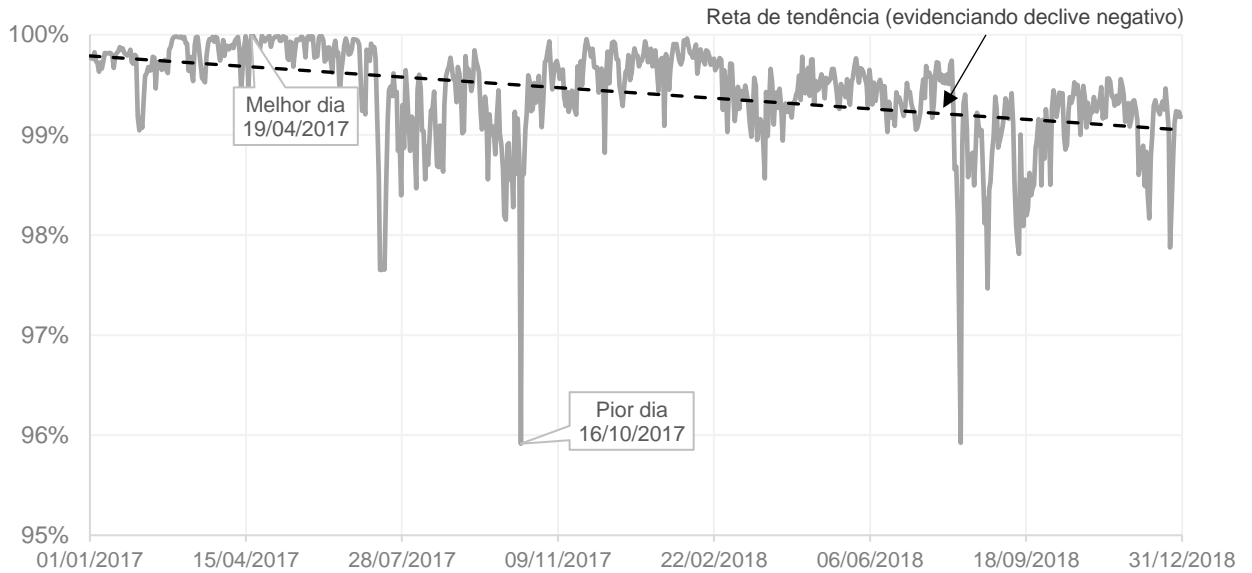
Figura 11 – Disponibilidade de serviço nos anos de 2017 e 2018, variação entre o melhor e pior valor mensal



Disponibilidade de serviço diária

A **Figura 12** ilustra a evolução diária, ao longo de 2017 e 2018, do indicador disponibilidade de serviço, sendo visível uma degradação acentuada deste indicador nos dias 16 de outubro de 2017, coincidindo com o pior dia de incêndios, e 6 de agosto de 2018, durante a onda de calor.

Figura 12 – Disponibilidade diária de serviço, nos anos 2017 e 2018

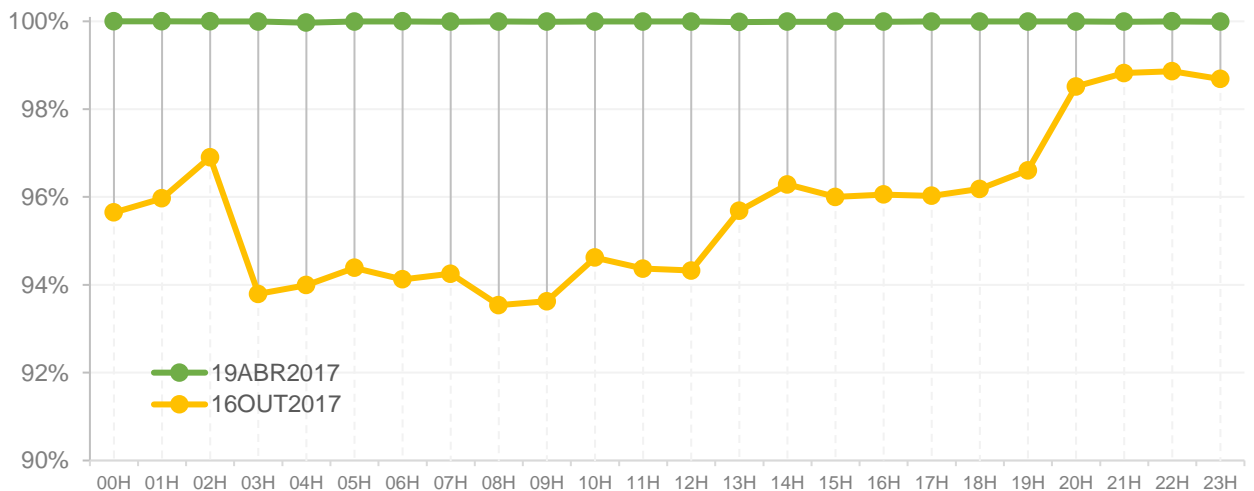


A **Figura 13** mostra a variação do indicador disponibilidade de serviço (**Tabela 5**), ao longo das 24 horas do melhor e pior dias.

Tabela 5 – Disponibilidade de serviço no melhor e pior dias de 2017 e 2018

Indicador	Dia	Disponibilidade de Serviço
Melhor	19 de abril de 2017	≈100,0%
Pior	16 de outubro de 2017	95,9%

Figura 13 – Disponibilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias de 2017 e 2018



Disponibilidade de serviço por NUTS II

Neste estudo, consideram-se as definições do Decreto-Lei n.º 244/2002, de 5 de novembro, no que concerne à delimitação das regiões NUTS II aqui utilizadas

Durante o ano de 2017 (**Figura 14**), o Algarve e o Norte destacaram-se por terem atingido valores acima da média de Portugal continental, o que, em 2018, foi alcançado no Algarve, Centro e Lisboa (**Figura 15**).

Figura 14 – Disponibilidade de serviço, por NUTS II, no ano 2017

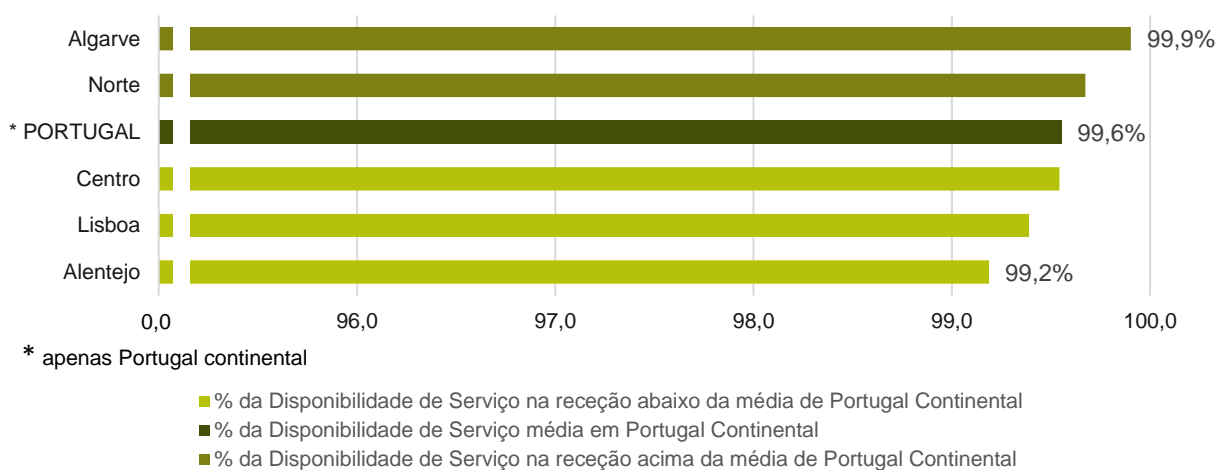
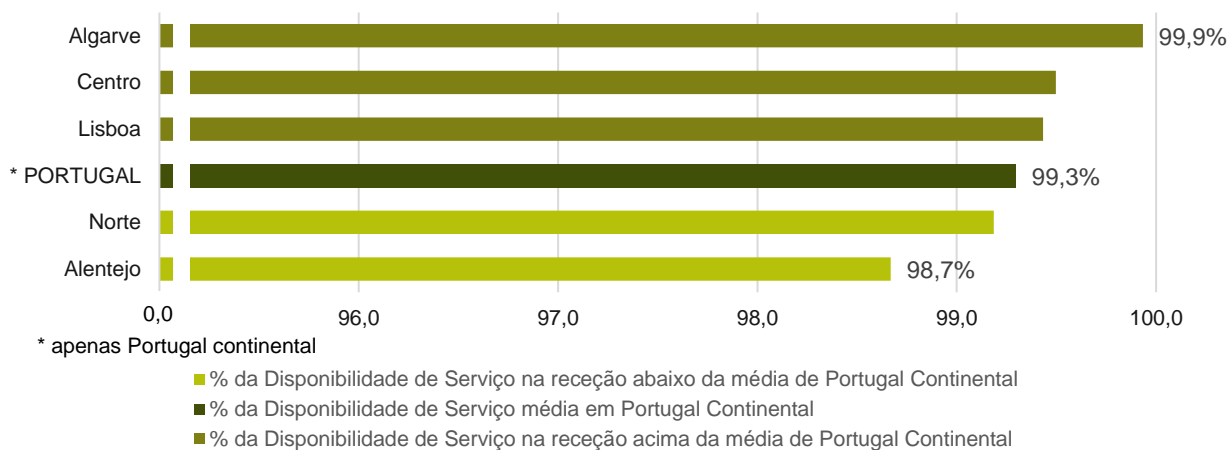


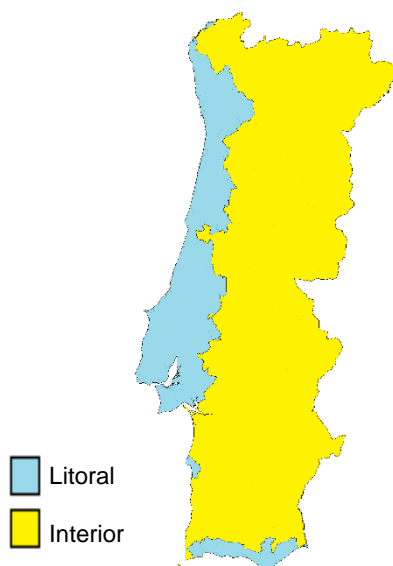
Figura 15 – Disponibilidade de serviço, por NUTS II, no ano 2018



Disponibilidade de serviço no Litoral e no Interior

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 72/2016, de 24 de novembro, define as zonas abrangidas pelas medidas do Programa Nacional para a Coesão Territorial (PNCT), as quais, no âmbito deste estudo, são consideradas regiões do Interior, incluindo a zona de Viseu. Todas as outras são assumidas como Litoral (**Figura 16**).

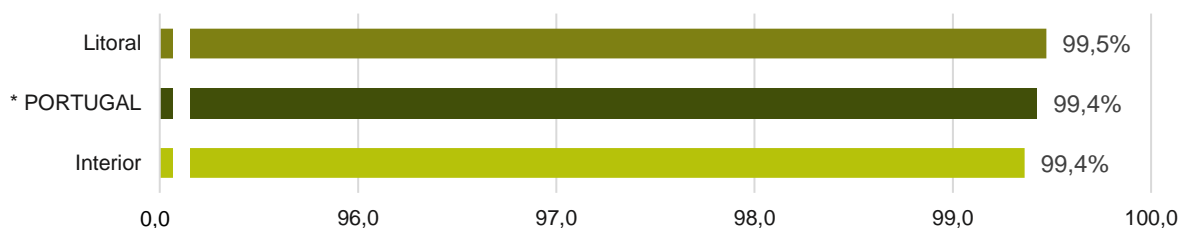
Figura 16 – Mapa das zonas Litoral/Interior



Fonte: Baseado nas zonas abrangidas pelo Programa Nacional para a Coesão Territorial (PNCT).

No horizonte temporal analisado, o Litoral apresentou valores acima da média de Portugal continental, enquanto que o Interior posicionou-se abaixo desse limiar (**Figura 17**).

Figura 17 – Disponibilidade de serviço nos anos 2017 e 2018, por região



* apenas Portugal continental

- % da Disponibilidade de Serviço na receção abaixo da média de Portugal Continental
- % da Disponibilidade de Serviço média em Portugal Continental
- % da Disponibilidade de Serviço na receção acima da média de Portugal Continental

Disponibilidade de serviço por distrito

No biénio 2017 - 2018, Faro, Guarda e Santarém foram os distritos onde se registou a maior disponibilidade de serviço, enquanto que, nos distritos de Beja, Vila Real e Évora, foi onde se registou uma menor disponibilidade de serviço (**Tabela 6, Tabela 7 e Figura 18, Figura 19 e Figura 20**).

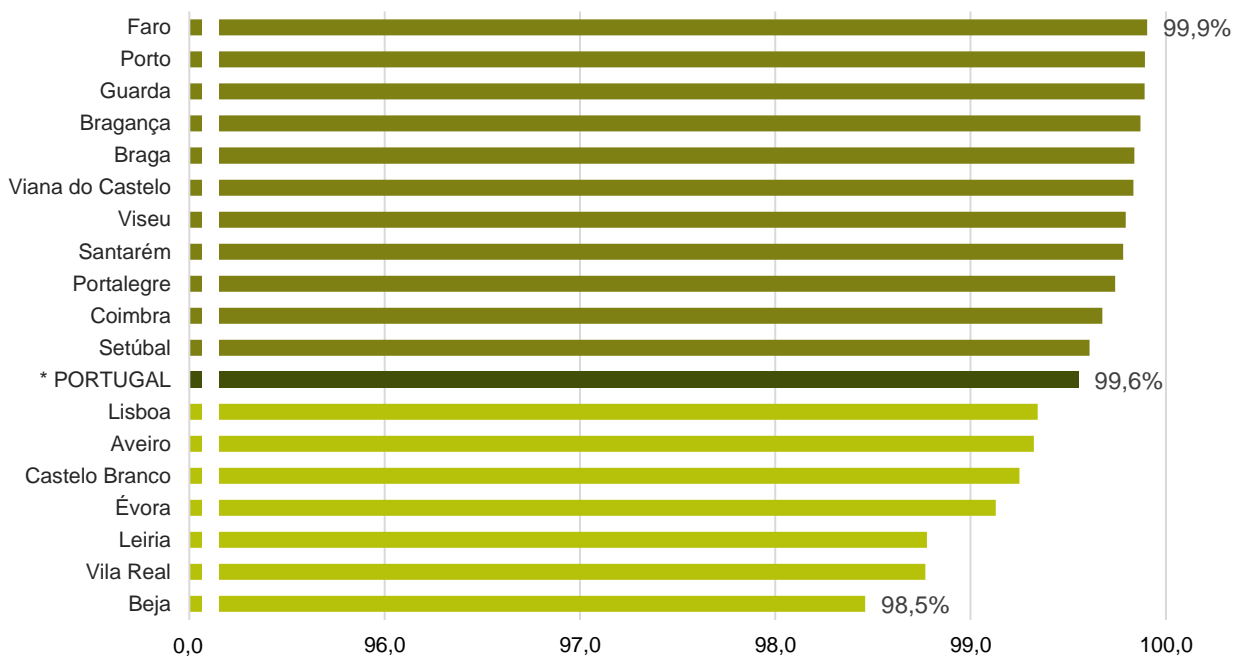
Tabela 6 – Disponibilidade de serviço, por distritos, nos anos 2017 e 2018

População total do distrito	População com TDT, em percentagem	Distritos	Disponibilidade de Serviço em 2017, em percentagem	Disponibilidade de Serviço em 2018, em percentagem
714.351	90,41	Aveiro	99,32	99,24
152.706	68,12	Beja	98,46	98,52
848.444	95,68	Braga	99,84	99,26
136.459	75,98	Bragança	99,87	99,83
195.949	91,16	Castelo Branco	99,25	99,69
429.714	83,31	Coimbra	99,67	99,63
167.434	85,65	Évora	99,13	96,31
450.484	94,26	Faro	99,90	99,93
160.931	79,48	Guarda	99,89	99,94
470.777	90,54	Leiria	98,78	98,53
2.244.984	96,73	Lisboa	99,34	99,39
118.952	81,89	Portalegre	99,74	99,59
1.816.045	97,12	Porto	99,89	99,75
454.444	85,10	Santarém	99,78	99,93
849.842	97,30	Setúbal	99,61	99,56
244.947	97,30	Viana do Castelo	99,83	98,77
207.184	83,27	Vila Real	98,77	97,14
378.166	84,19	Viseu	99,79	99,78
10.041.813	92,61	Portugal Continental	99,55	99,30

Tabela 7 – Disponibilidade de serviço, por distritos, agregada dos anos de 2017 e 2018

População total do distrito	População com TDT, em percentagem	Distritos	Disponibilidade de Serviço, em percentagem
714.351	90,41	Aveiro	99,28
152.706	68,12	Beja	98,49
848.444	95,68	Braga	99,57
136.459	75,98	Bragança	99,85
195.949	91,16	Castelo Branco	99,48
429.714	83,31	Coimbra	99,65
167.434	85,65	Évora	97,60
450.484	94,26	Faro	99,92
160.931	79,48	Guarda	99,91
470.777	90,54	Leiria	98,65
2.244.984	96,73	Lisboa	99,37
118.952	81,89	Portalegre	99,66
1.816.045	97,12	Porto	99,82
454.444	85,10	Santarém	99,85
849.842	97,30	Setúbal	99,58
244.947	97,30	Viana do Castelo	99,29
207.184	83,27	Vila Real	97,94
378.166	84,19	Viseu	99,79
10.041.813	92,61	Portugal Continental	99,43

Figura 18 – Disponibilidade de serviço, por distritos, no ano 2017



* apenas Portugal continental

- % da disponibilidade de serviço na receção abaixo da média de Portugal continental
- % da disponibilidade de serviço média em Portugal continental
- % da disponibilidade de serviço na receção acima da média de Portugal continental

Figura 19 – Disponibilidade de serviço, por distritos, no ano 2018

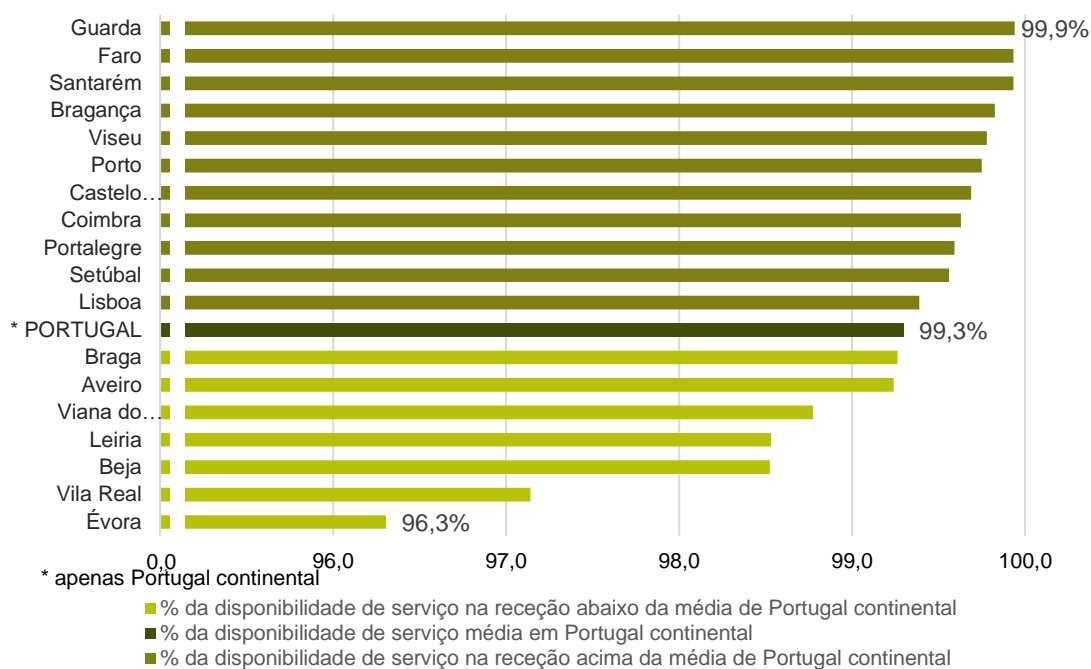
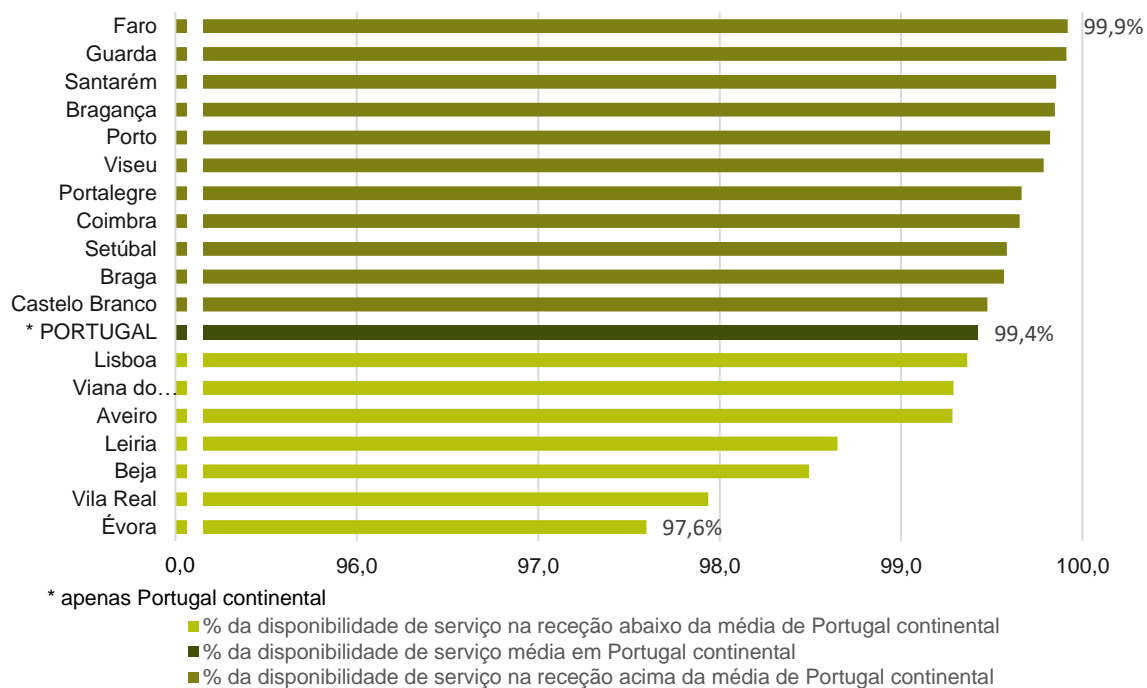
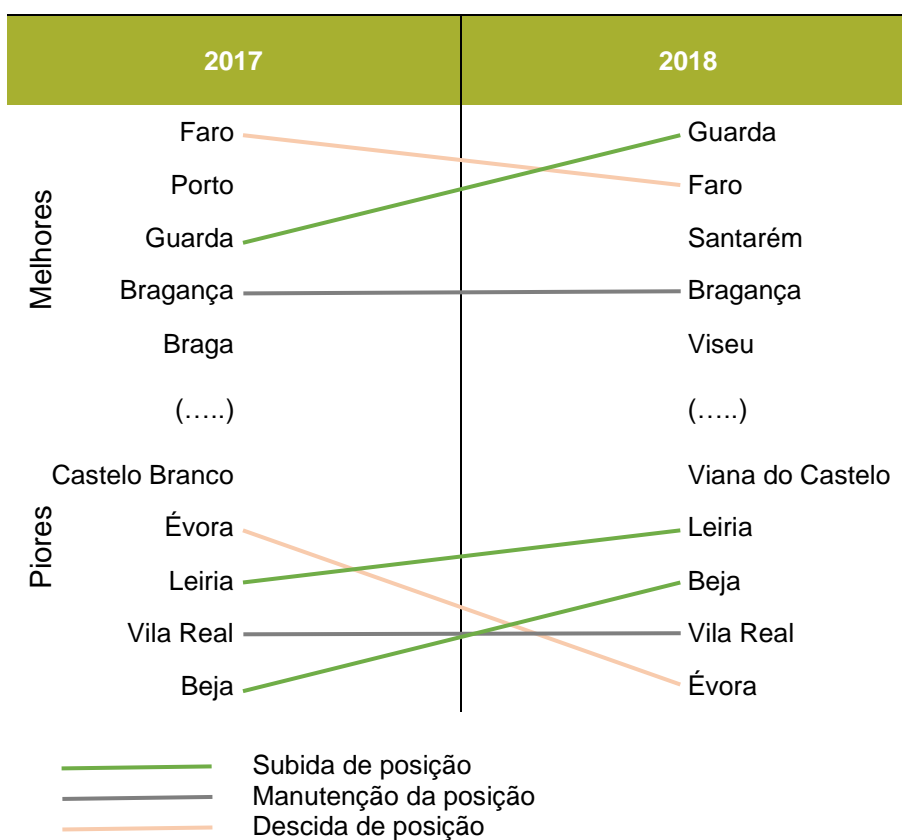


Figura 20 – Disponibilidade de serviço, por distritos, agregada dos anos 2017 e 2018



Partindo dos valores médios anuais de disponibilidade de serviço, para Portugal continental, ordenaram-se, para cada ano, os distritos onde se registaram os melhores (e piores) valores do indicador (**Tabela 8**), de modo a evidenciar o respetivo posicionamento nas seriações obtidas, verificando-se um comportamento semelhante ao longo do biénio, ou seja, os grupos dos melhores e piores são, tendencialmente, ocupados pelos mesmos distritos.

Tabela 8 – Comparação entre distritos com os melhores e piores valores de disponibilidade de serviço, por ano.



5.5.2. Estabilidade de serviço

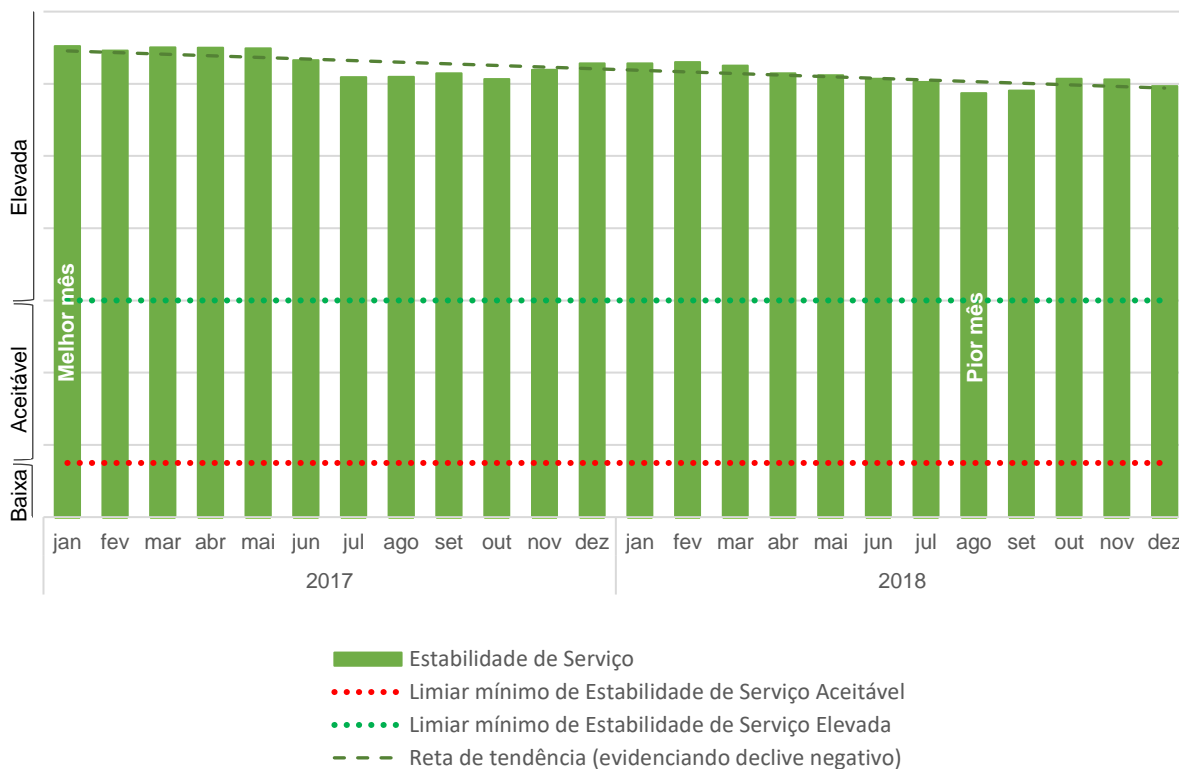
Na **Figura 21** é representada a evolução mensal, ao longo do biénio considerado, da estabilidade de serviço, observando-se uma tendência mais ao menos constante deste indicador.

Estabilidade de serviço mensal

O indicador estabilidade de serviço mensal caracteriza a estabilidade do sinal TDT na receção e traduz, numa base mensal, a variação desse parâmetro ao longo do biénio

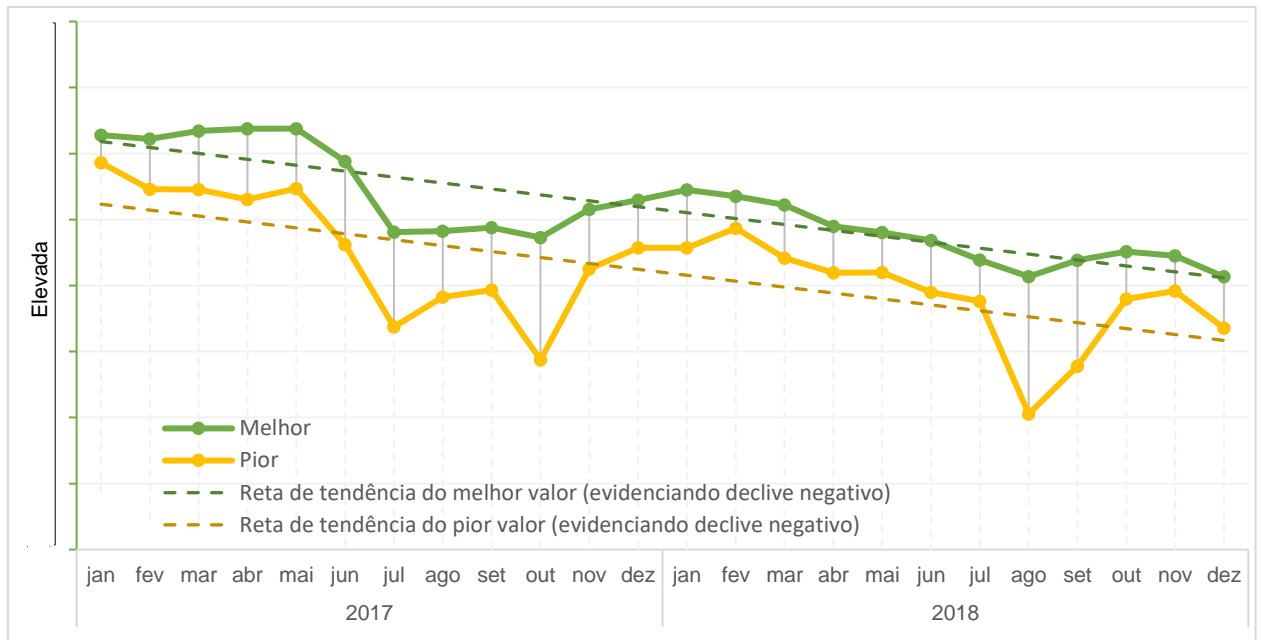
(Figura 21), verificando-se uma ligeira tendência de degradação do indicador no período analisado.

Figura 21 – Estabilidade de serviço, em cada mês, dos anos 2017 e 2018



O gráfico da Figura 22 resulta da compilação dos valores de estabilidade registados nos melhor e pior dias de cada mês, sendo nele representados os valores máximo e mínimo desse indicador, numa base mensal, para todos os meses do biénio, verificando-se uma ligeira tendência de degradação do indicador ao longo do período analisado.

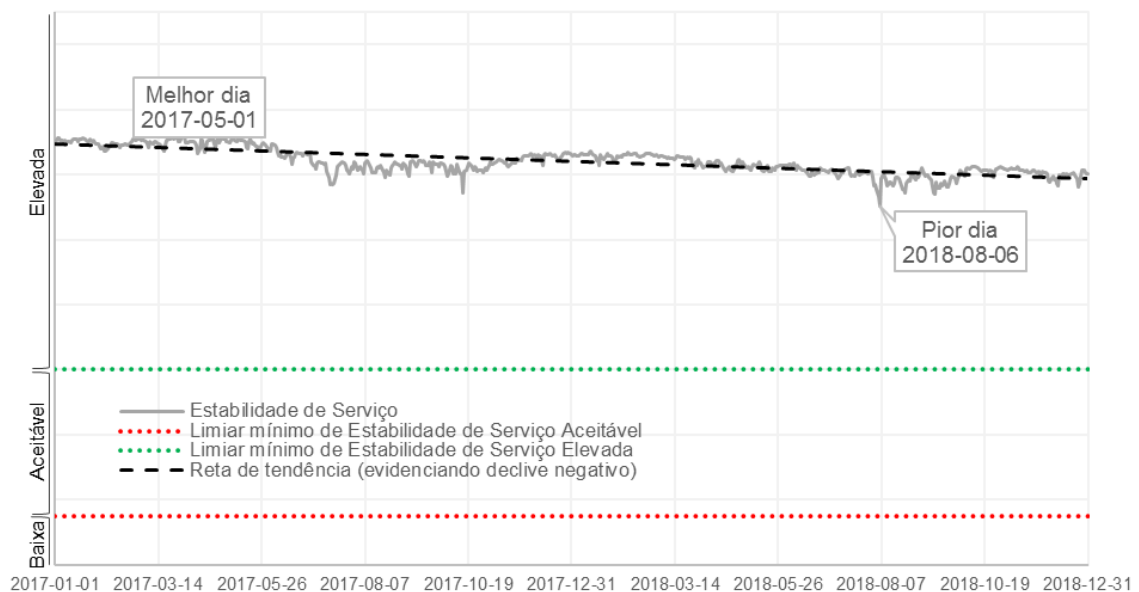
Figura 22 – Estabilidade de serviço, variação entre o melhor e pior valor mensal, dos anos 2017 e 2018



Estabilidade de serviço diária

A **Figura 23** evidencia a evolução diária, ao longo do biénio, do indicador estabilidade de serviço, observando-se uma certa constância deste indicador no período analisado.

Figura 23 – Estabilidade de serviço, em cada dia, dos anos 2017 e 2018

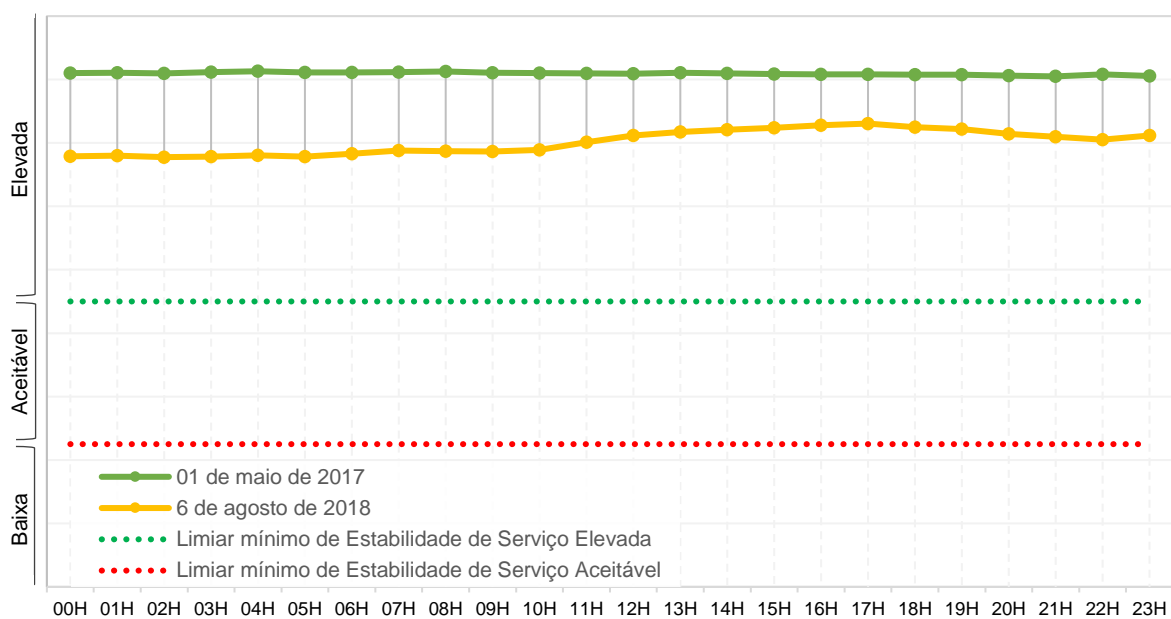


A **Figura 24** apresenta a estabilidade de serviço, nos melhor e pior dias do biénio (**Tabela 9**), não se destacando diferenças assinaláveis entre ambos. Tal tendência é observável nos gráficos anuais e agregado dos dois anos.

Tabela 9 – Estabilidade de serviço nos melhores dias dos anos de 2017 e 2018

Indicador	Dia	Estabilidade de serviço
Melhor	1 de maio de 2017	Elevada
Pior	6 de agosto de 2018	Elevada

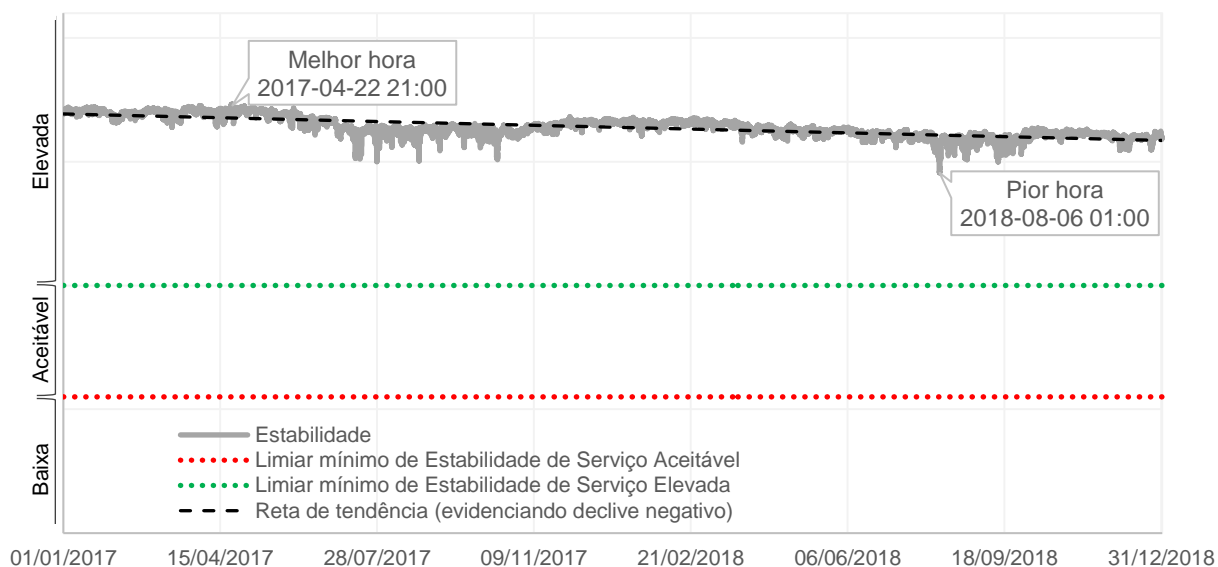
Figura 24 – Estabilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias dos anos de 2017 e 2018



Estabilidade de serviço horária

Na **Figura 25**, evidencia-se a estabilidade de serviço média, registada hora a hora, ao longo do biénio, não se assinalando variações significativas neste indicador.

Figura 25 – Estabilidade de serviço, hora a hora, ao longo dos anos 2017 e 2018



Nota: estão representadas 17520 observações

Estabilidade de serviço por distrito

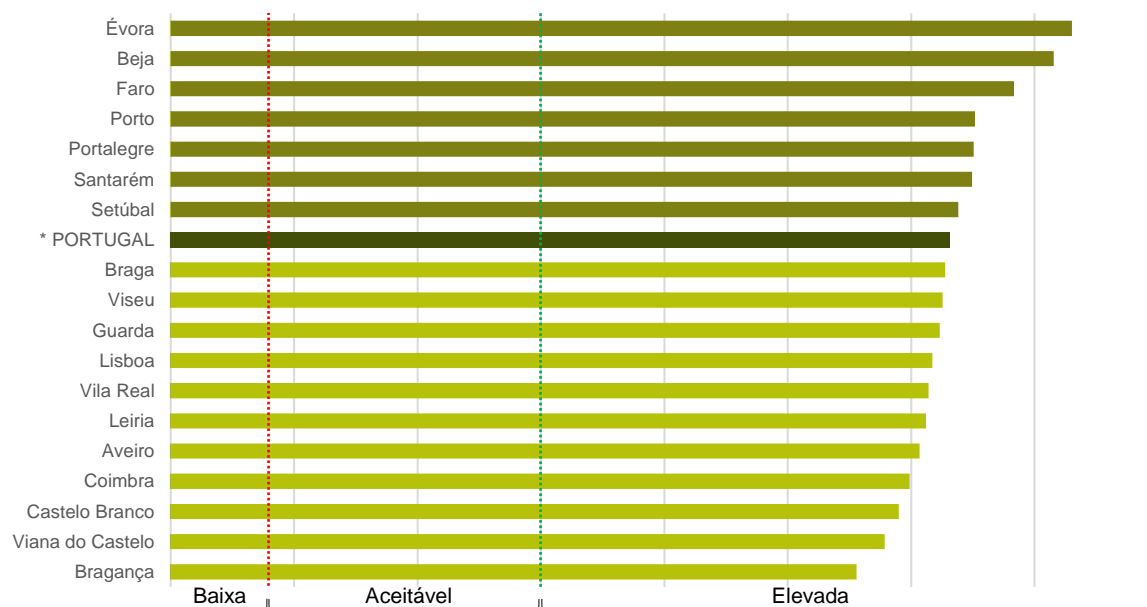
Évora, Beja e Faro foram os distritos onde se registou, no biénio 2017-2018, a melhor estabilidade de serviço, enquanto que, nos distritos de Bragança, Viana do Castelo e Castelo Branco, em 2017, e Viana do Castelo, Coimbra e Vila Real, em 2018, foi onde se registou uma pior estabilidade de serviço (**Tabela 10**).

Ainda assim, ao longo dos anos em análise, os distritos de Évora, Beja, Faro, Portalegre, Santarém, Viseu, Braga e Setúbal alcançaram uma estabilidade de serviço superior à média nacional (**Figura 26, Figura 27 e Figura 28**).

Tabela 10 – Disponibilidade de serviço, por distritos, nos anos de 2017 e 2018

População total do distrito	População com TDT, em percentagem	Distritos	Estabilidade de serviço em 2017	Estabilidade de serviço em 2018
714.351	90,41	Aveiro	Elevada	Elevada
152.706	68,12	Beja	Elevada	Elevada
848.444	95,68	Braga	Elevada	Elevada
136.459	75,98	Bragança	Elevada	Elevada
195.949	91,16	Castelo Branco	Elevada	Elevada
429.714	83,31	Coimbra	Elevada	Elevada
167.434	85,65	Évora	Elevada	Elevada
450.484	94,26	Faro	Elevada	Elevada
160.931	79,48	Guarda	Elevada	Elevada
470.777	90,54	Leiria	Elevada	Elevada
2.244.984	96,73	Lisboa	Elevada	Elevada
118.952	81,89	Portalegre	Elevada	Elevada
1.816.045	97,12	Porto	Elevada	Elevada
454.444	85,10	Santarém	Elevada	Elevada
849.842	97,30	Setúbal	Elevada	Elevada
244.947	97,30	Viana do Castelo	Elevada	Elevada
207.184	83,27	Vila Real	Elevada	Elevada
378.166	84,19	Viseu	Elevada	Elevada
10.041.813	92,61	Portugal Continental	Elevada	Elevada

Figura 26 – Estabilidade de serviço, por distritos, no ano 2017



* apenas Portugal continental

- Estabilidade de serviço elevada acima da média de Portugal continental
- Estabilidade de serviço média de Portugal continental
- Estabilidade de serviço elevada abaixo da média de Portugal continental

Figura 27 – Estabilidade de serviço, por distritos, no ano 2018

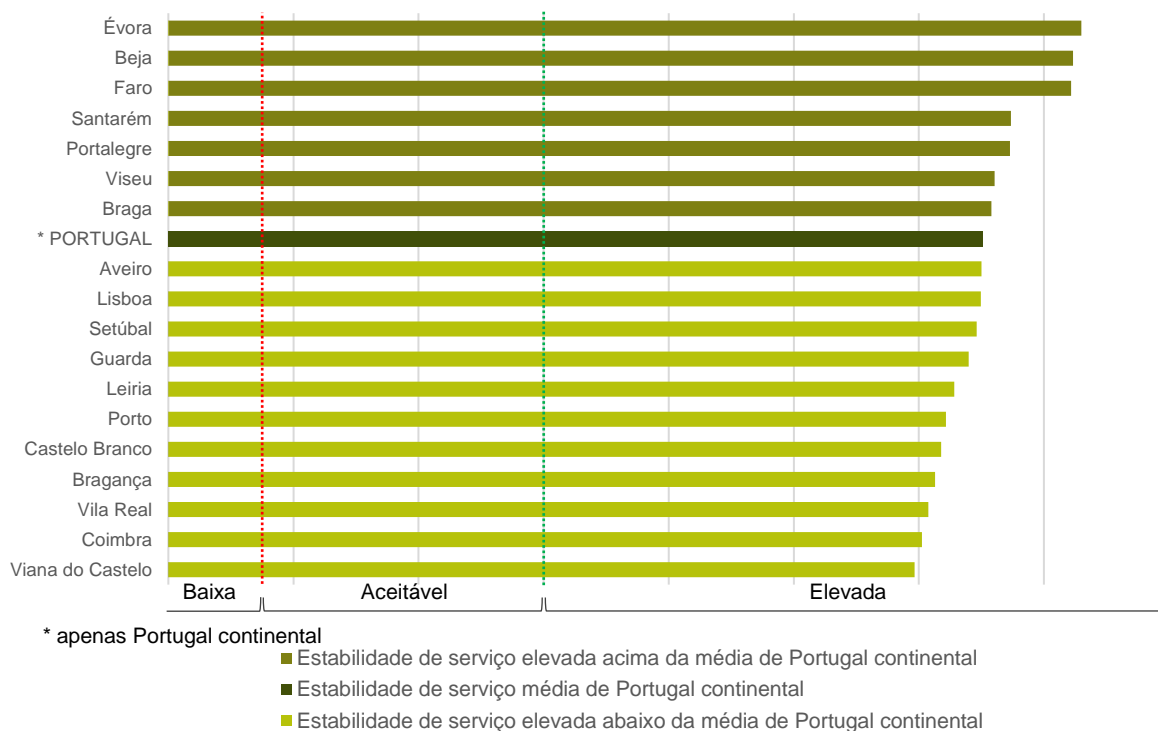
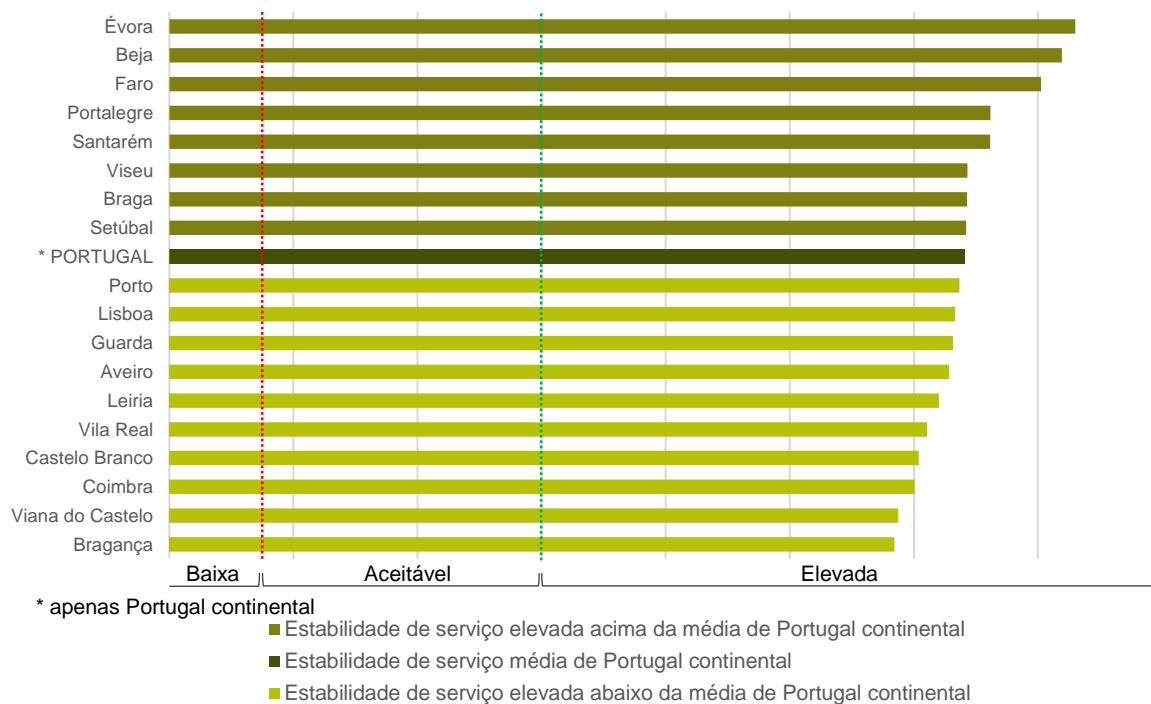


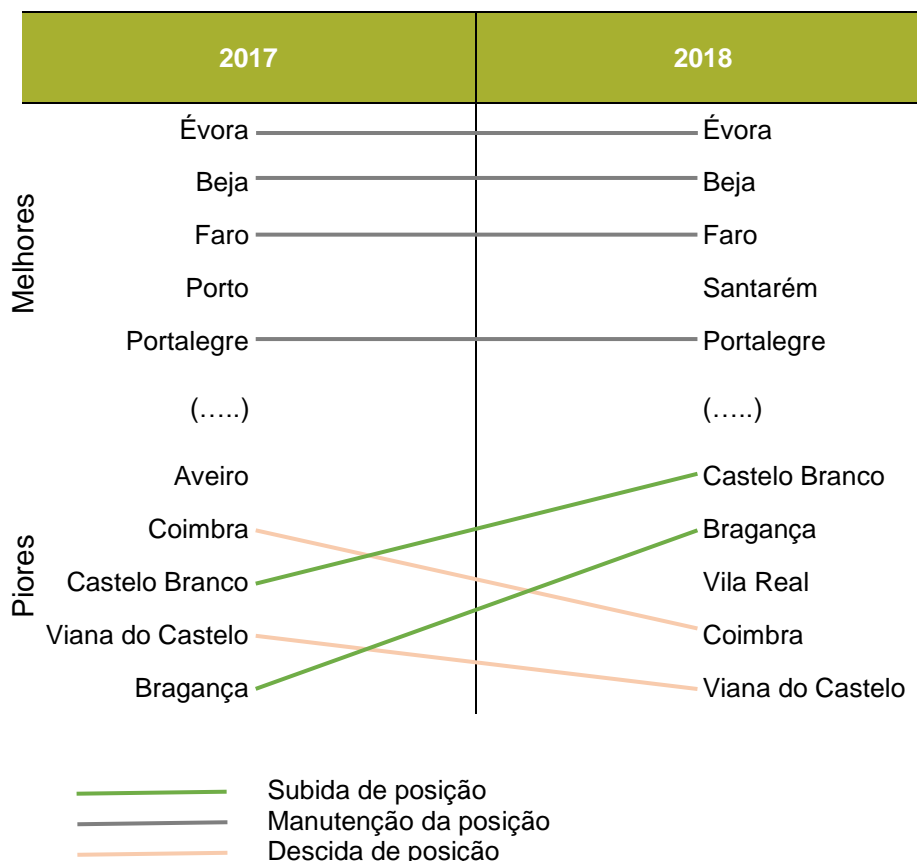
Figura 28 – Estabilidade de serviço, por distritos, agregada dos anos 2017 e 2018



Tendo por base os valores médios de estabilidade de serviço, para Portugal continental, estabeleceu-se a comparação entre os distritos onde se registaram os melhores e piores

valores do indicador (**Tabela 11**). De um modo geral, todos os distritos apresentaram uma tendência semelhante ao longo dos anos em análise.

Tabela 11 – Comparação entre os melhores e piores distritos em cada um dos anos.



5.6. Sensibilidade às perturbações ambientais

Um dos incidentes com impacto mais significativo, no ano de 2017, em Portugal continental, foram os incêndios de 17 de junho em Pedrógão Grande, e os de 16 de outubro na zona centro do país, dos quais resultaram falhas na rede elétrica e nas comunicações, nas zonas afetadas.

No ano de 2018, os três incidentes mais significativos, foram a onda de calor, em agosto, o incêndio de Monchique, de 3 a 10 de agosto, no Algarve (concelhos de Monchique, Portimão e Silves), e a tempestade Leslie, a 13 e 14 de outubro, com maior incidência nas zonas centro e norte do país, donde resultaram interrupções no fornecimento de energia elétrica e comunicações, nas zonas atingidas.

Perante a dimensão dos acontecimentos, e por se tratarem de fenómenos singulares com impacto saliente na receção da TDT nas zonas referenciadas, dedica-se parte deste relatório ao estudo do efeito destas catástrofes no indicador disponibilidade de serviço, por ser o que melhor sinaliza a interrupção das emissões de TDT, por falha das estações emissoras da rede difusora terrestre, ainda que por motivos distintos.

Em ambos os incêndios de 2017, é possível observar, para o indicador disponibilidade de serviço, uma deterioração do seu valor médio agregado, obtido para Portugal continental, devido essencialmente ao contributo da degradação do indicador introduzida pelos distritos afetados pelos incêndios (**Figura 29** e **Figura 30**).

Na onda de calor de agosto, é possível observar claramente, para o indicador disponibilidade de serviço, uma degradação do seu valor médio agregado, obtido para Portugal continental (**Figura 31**), a qual provocou alterações das condições de propagação dos sinais radioelétricos, passíveis de provocar auto interferência na rede SFN, degradando o sinal transmitido.

Relativamente ao incêndio de Monchique, apesar de ter coincidido com a onda de calor de agosto, é claramente visível a sua influência no indicador disponibilidade de serviço, face aos valores nacionais globais (**Figura 32**).

No tocante à tempestade Leslie, apesar da sua influência neste indicador ser observável, não tem um impacto tão profundo como a onda de calor de agosto ou o incêndio de Monchique (**Figura 33**).

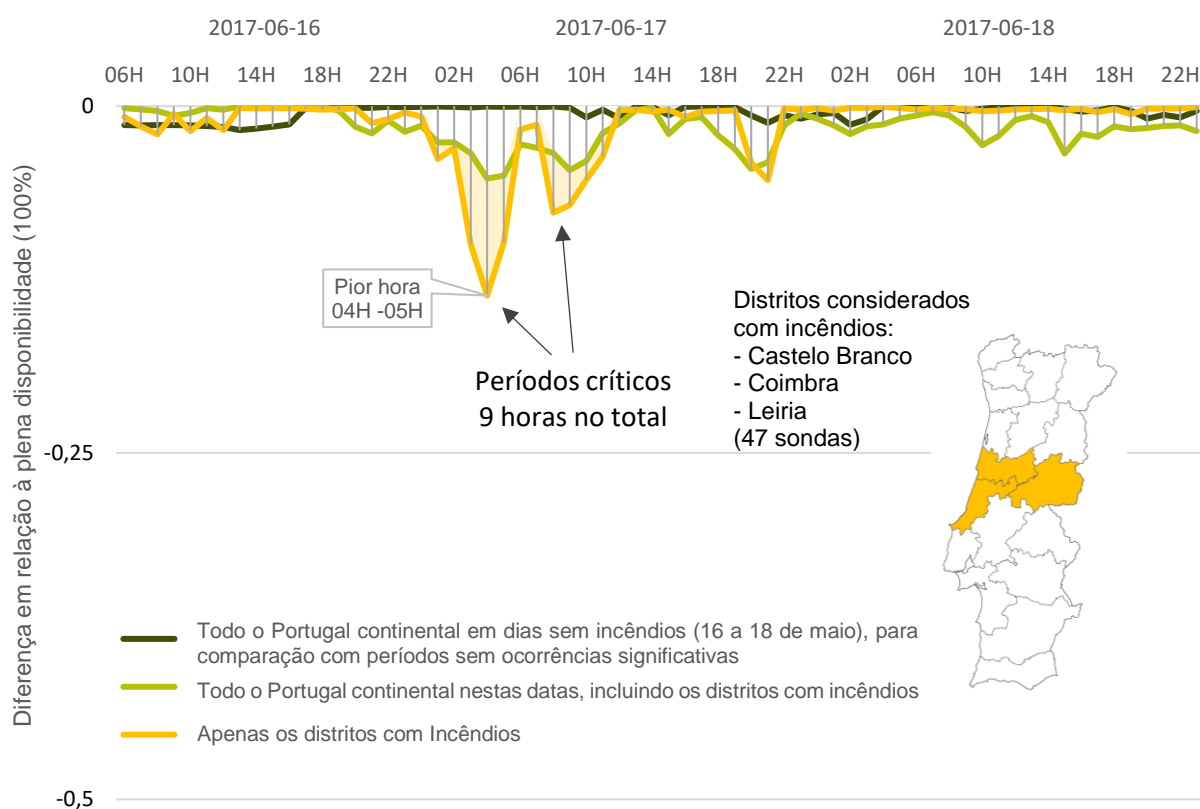
5.6.1. Incêndios de 17 de junho de 2017

A 17 de junho de 2017, deflagra o incêndio de Pedrógão Grande, afetando parte dos distritos de Castelo Branco, Coimbra e Leiria⁹. No entanto, não é observável uma variação significativa da disponibilidade de serviço nestes distritos (**Figura 29**), pelas razões que a seguir se identificam:

⁹ “Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrógão Grande, Castanheira de Pera, Ansião, Alvaiázere, Figueiró dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertã, entre 17 e 24 de junho de 2017”, Relatório final da Comissão Técnica Independente disponível em: https://www.parlamento.pt/Documents/2017/Outubro/RelatórioCTI_VF%20.pdf

- número reduzido de estações a emitir no canal 56, da rede SFN, localizadas na zona afetada;
- por aí existirem vários locais que apenas dispõem de receção por via satélite – não considerada neste estudo (que apenas avalia a distribuição do sinal de TDT por via terrestre);
- por ser possível, em grande parte da zona afetada, a receção de televisão a partir da estação emissora da rede MFN, localizada na Serra da Lousã, zona não atingida pelo incêndio.

Figura 29 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião do incêndio em Pedrógão Grande em 17 de junho de 2017



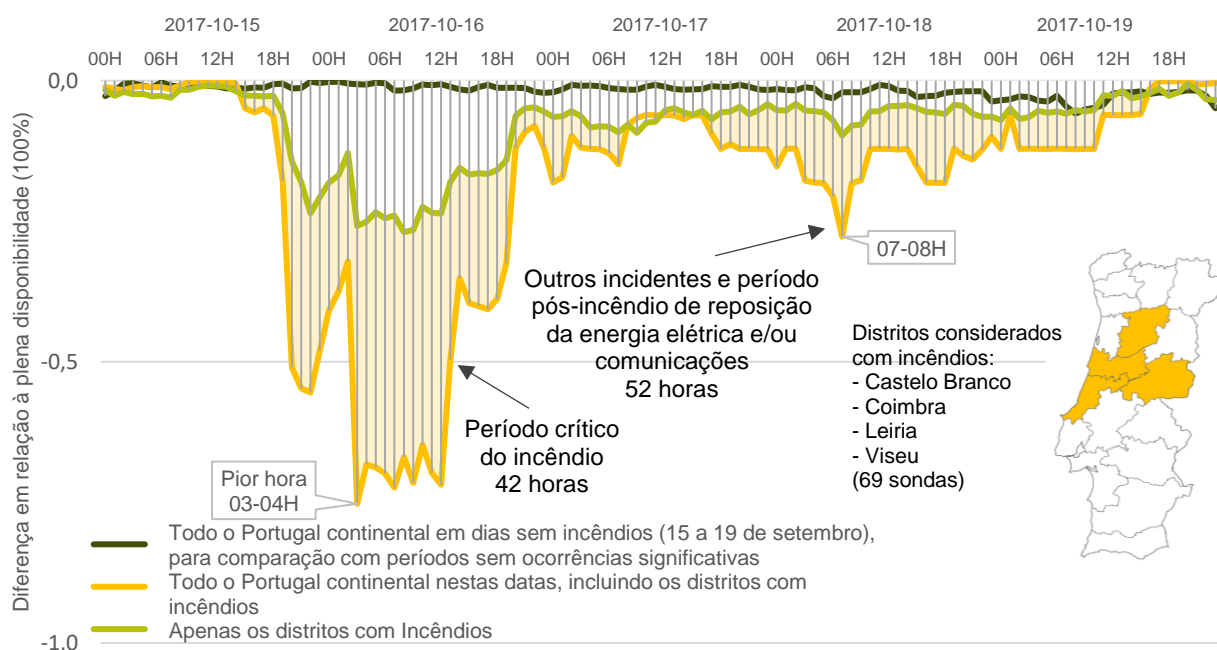
5.6.2. Incêndios de 16 de outubro de 2017

16 de outubro de 2017 foi um dos piores dias de incêndios do ano, com diversas ocorrências dignas de realce, em todo o território nacional, com especial incidência na zona centro do país¹⁰.

Para esta análise, foram tidos em consideração os distritos de Castelo Branco, Coimbra, Leiria e Viseu, nos quais se encontra um número não despidendo de estações emisoras de TDT, potencialmente afetadas pelas falhas de energia elétrica e/ou circuitos de comunicação, ocorridas devido aos incêndios, razão pela qual, se observa uma maior variação dos valores de disponibilidade de serviço.

No gráfico seguinte, já no dia 15, altura em que muitos dos incêndios se encontravam ativos, é nítida a degradação dos valores de disponibilidade do serviço. Porém, é no dia 16 que essa variação é mais expressiva, coincidindo com o período crítico de ocorrência. Apesar de uma ligeira recuperação deste indicador, no dia 17, ainda assim, no dia 18, voltou a verificar-se um decréscimo, não tão acentuado, possivelmente devido aos trabalhos em curso de reposição das infraestruturas de comunicações e energia, ou até devido a outros incêndios (Figura 30).

Figura 30 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião dos incêndios em 16 de outubro



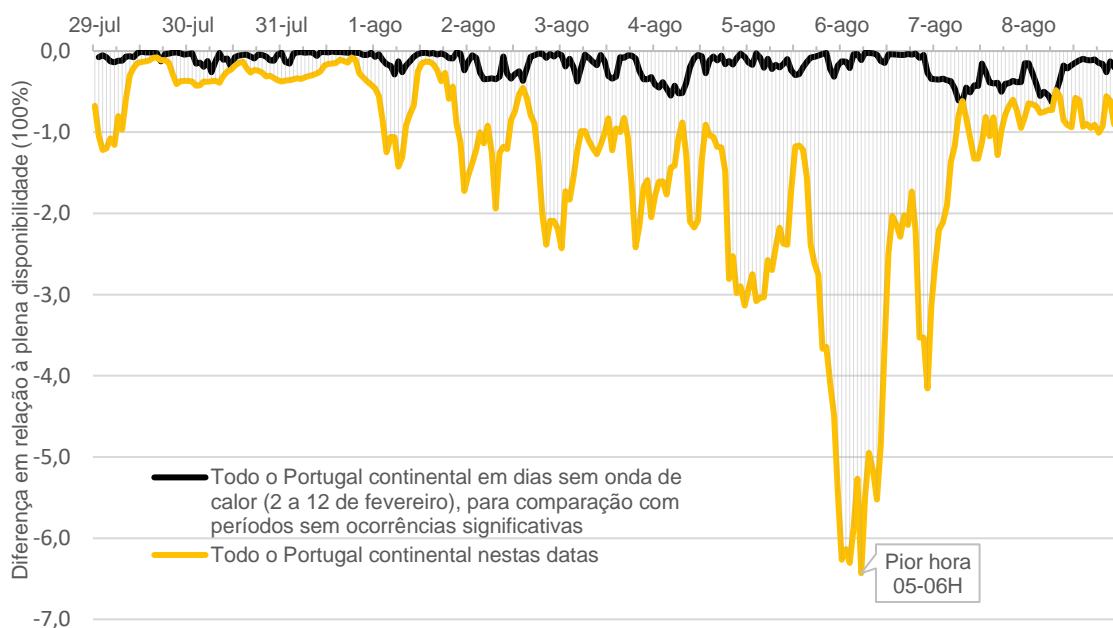
¹⁰ Avaliação dos incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017. Relatório final da Comissão Técnica Independente, disponível em: <https://www.parlamento.pt/Documents/2018/Marco/RelatorioCTI190318N.pdf>

5.6.3. Onda de calor de agosto de 2018

Entre 1 e 7 de agosto de 2018, registou-se uma onda de calor¹¹ que afetou todo o território de continental, que coincidiu com uma variação significativa da disponibilidade de serviço (Figura 31), presumivelmente atribuível aos seguintes fatores:

- a onda de calor causou condições anormais de propagação, que fizeram com que os sinais de TDT emitidos fossem para além das distâncias que resultam do planeamento para situações de propagação normais, conduzindo a interferências indesejadas, no caso em apreço designadas por auto-interferência da rede;
- número elevado de estações a emitir no canal 56, da rede SFN, foram afetadas pelas condições anormais de propagação.

Figura 31 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião da onda de calor de agosto de 2018



¹¹ Ministério da Administração Interna - Declaração da Situação de Alerta face às previsões meteorológicas: <https://www.portugal.gov.pt/pt/qc21/comunicacao/comunicado?i=declaracao-da-situacao-de-alerta-face-as-previsoes-meteorologicas> ;

IPMA - Aumento da severidade meteorológica:

https://www.ipma.pt/pt/media/comunicados.imprensa/detail.html?f=/pt/media/comunicados.imprensa/textos/CI_com_conjunto_IPMA_AN_PC_DGS_31072018.html

5.6.4. Incêndio de Monchique

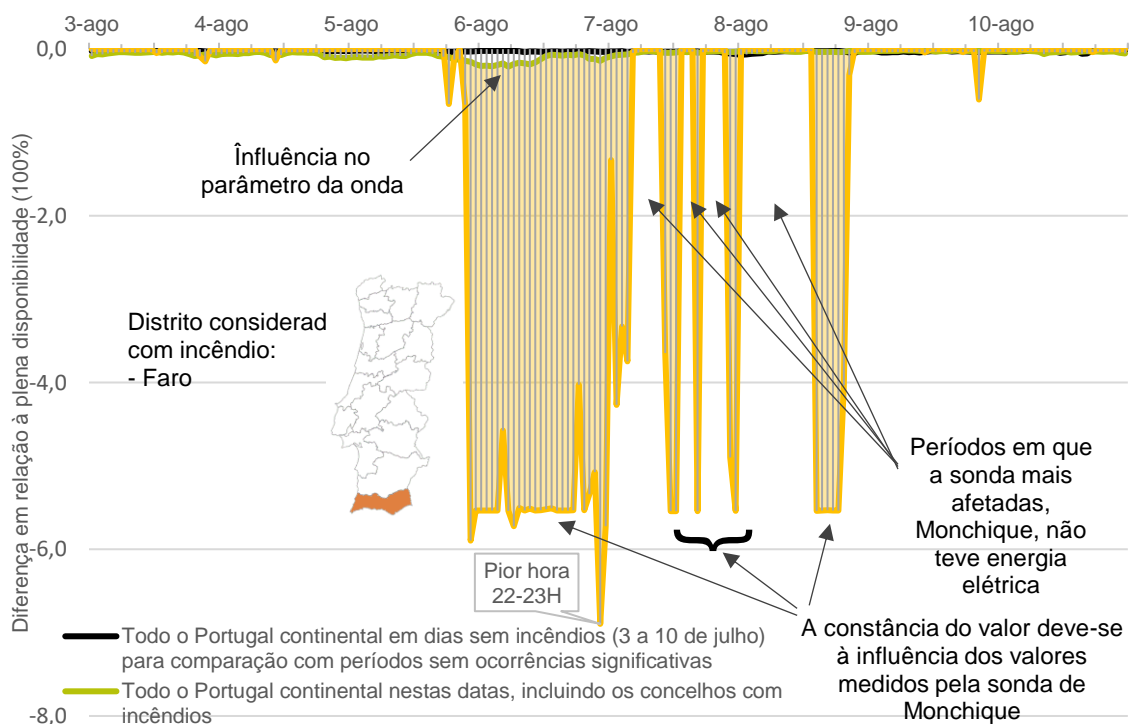
A ignição do incêndio na zona de Monchique deu-se entre 3 e 10 de agosto de 2018, tendo sido particularmente afetados os concelhos de Monchique, Portimão e Silves.

Para o estudo desta ocorrência, considerou-se toda a área geográfica delimitada pelo distrito de Faro, onde se encontram 14 estações emisoras de TDT. Não obstante, apenas uma destas estações foi significativamente afetada pelo incêndio, provavelmente devido a falhas de energia elétrica e/ou de circuitos de comunicação.

No gráfico da **Figura 32**, é observável uma constância do valor de disponibilidade de serviço, entre os dias 6 e 8 de agosto, que reflete o efeito isolado de uma só sonda, a de Monchique, a única a registar valores cuja maior contribuição se deve ao emissor de Monchique, o qual foi, presumivelmente, afetado por problemas de comunicações e/ou energia elétrica.

Por outro lado, observa-se que a influência de um único incidente circunscrito, o incêndio, degrada o parâmetro disponibilidade de serviço no distrito de Faro, de forma mais acentuada que a onda de calor que ocorreu na mesma altura e que também afetou todo o distrito.

Figura 32 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião do incêndio de Monchique



5.6.5. Tempestade Leslie de 13 de outubro de 2018

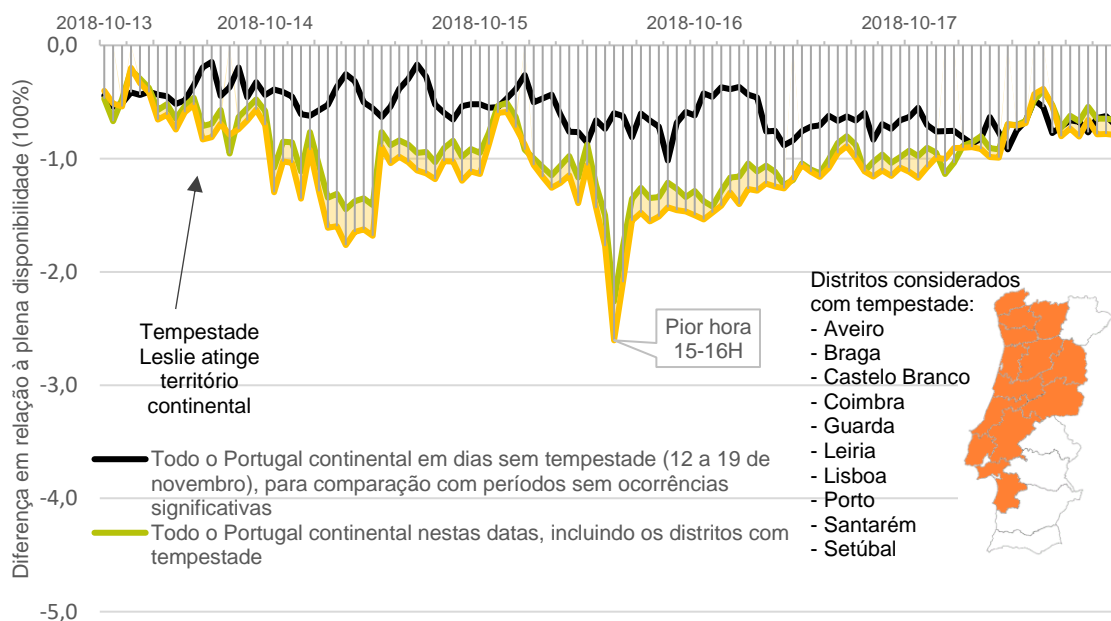
A 13 de outubro de 2018, a tempestade Leslie assolou o território continental, com especial incidência nas zonas centro e norte.

Nesta análise, teve-se em consideração a área geográfica onde se incluem os distritos de Aveiro, Braga, Castelo Branco, Coimbra, Guarda, Leiria, Lisboa, Porto, Santarém, Setúbal, Viana do Castelo, Vila Real e Viseu, dentro da qual, existe um número considerável de estações emisoras de TDT, potencialmente afetadas por falhas de energia elétrica e/ou de circuitos de comunicação, devido à tempestade Leslie.

No gráfico seguinte, é observável uma ligeira variação da disponibilidade de serviço, face ao período homólogo em novembro, mas não muito significativa, provavelmente por as estações emisoras não terem sido tão afetadas por falhas nas linhas de energia e/ou comunicação, ou em tão grande extensão, como ocorreu nos incêndios de 2017 (Figura 33).

Pode-se verificar que, após a passagem da tempestade Leslie e do período em que decorreram os trabalhos de reparação das linhas de comunicação e elétricas, os valores de disponibilidade de serviço regressaram aos níveis habituais.

Figura 33 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião da tempestade Leslie em 13 de outubro de 2018





ANEXO A METODOLOGIA

Anexo A: Metodologia

A.1 Sistemas de Medição e Aquisição de Dados

A rede de sondas de monitorização do sinal de TDT da ANACOM emergiu da necessidade de obter informação sólida, credível e abrangente, que permitisse aferir a qualidade do sinal de televisão rececionado pela população portuguesa.

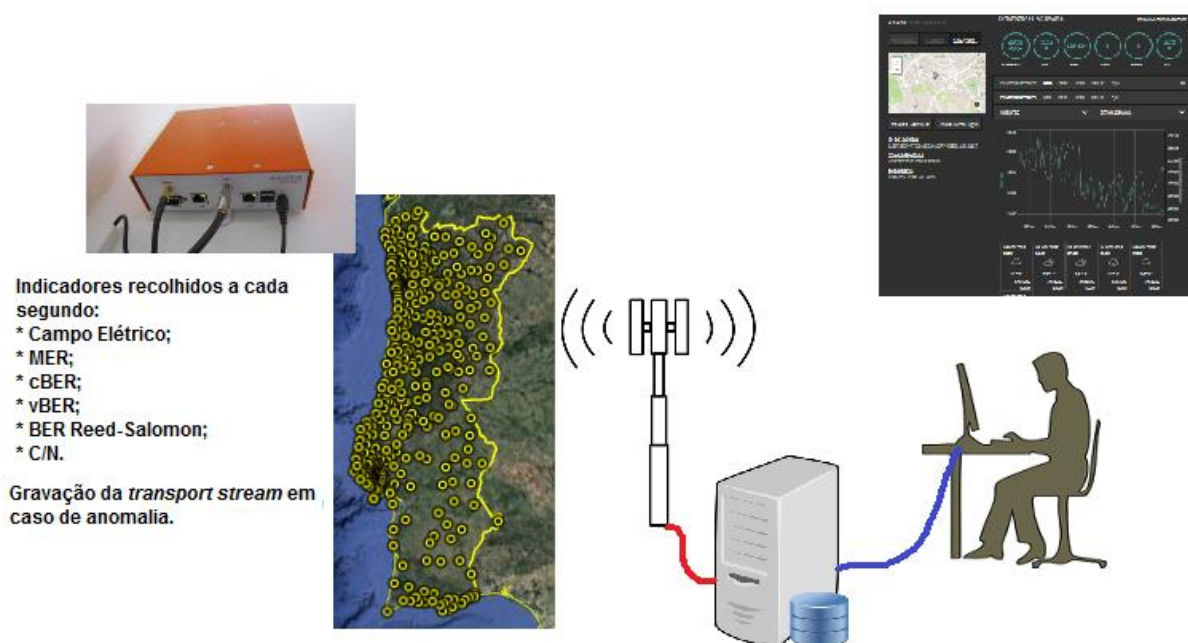
Pretendeu-se implementar uma solução tecnológica de baixo custo, flexível e o menos intrusiva possível, funcionando de forma autónoma e totalmente controlada remotamente. Embora houvesse no mercado produtos que respondiam parcialmente a alguns dos requisitos necessários, para além dos custos substancialmente mais elevados, que inviabilizariam uma rede de monitorização desta dimensão, nenhuma dessas soluções comerciais cumpria, adequada e eficazmente, a totalidade das especificações técnicas e funcionais pretendidas. Por essa razão, a ANACOM optou por promover a conceção de um sistema/sonda de raiz, através do desenvolvimento de tecnologia à medida. Nesse sentido, a rede de sondas de monitorização de TDT é inovadora a nível mundial e assenta em conhecimento e tecnologia 100% portugueses que tem despertado bastante interesse a nível internacional.

Esta rede é constituída por 390 sondas, criteriosamente distribuídas a nível nacional, que recolhem, em permanência e praticamente em tempo real, diversos indicadores e parâmetros técnicos que permitem caracterizar a receção de TDT e suportar conclusões acerca da cobertura e do sinal de TDT disponível nos diferentes locais. Por essa razão, cada uma das sondas pretende simular, de forma fidedigna, as condições de receção de TDT na perspetiva do utilizador comum.

Este importante conjunto de meios tecnológicos, que passou a estar ao dispor da ANACOM em setembro de 2014, veio sobremaneira reforçar a sua capacidade de analisar e responder, numa perspetiva integrada e muito mais focalizada, a solicitações que advêm, naturalmente, da sua atividade de supervisão. Adicionalmente, contribui-se, de forma decisiva, com informação muito relevante para a tomada de decisões relativas ao acompanhamento e evolução da rede de difusão digital (TDT).

O diagrama da **Figura A 1** ilustra a arquitetura (topologia) e funcionalidades da rede de sondas, implementada no território continental.

Figura A 1 – Diagrama da Rede de Sondas de TDT



Com base nos Censos 2011, definiu-se uma amostra representativa da distribuição dos edifícios em Portugal continental, com um erro de amostragem máximo em torno de 5%, para um grau de confiança de 95%, encontrando-se, a partir desta abordagem estatística, o número adequado de sondas a incluir na rede de monitorização do sinal de TDT, assim como a sua distribuição geográfica.

A.2 Parâmetros Técnicos e Indicadores de Qualidade e Desempenho

Os indicadores, neste relatório, que avaliam o comportamento da rede TDT traduzem o grau de disponibilidade de serviço e o grau de estabilidade de serviço.

Considera-se que existe disponibilidade de serviço sempre que o sinal da TDT apresenta características técnicas cujos parâmetros analisados¹² ultrapassam o limiar mínimo para a correta receção do sinal de TDT fixado pelas normas e recomendações internacionais,

¹² No Anexo B, descrevem-se, em pormenor, todos os parâmetros técnicos recolhidos pelas sondas e, no Anexo C, detalham-se os cálculos dos limiares mínimos dos parâmetros técnicos usados nas análises apresentadas neste documento.

nomeadamente, as emanadas pela International Telecommunication Union – Radiocommunication (ITU-R) (Anexo C).

Do ponto de vista técnico, considera-se que existe disponibilidade de serviço (TDT) sempre que o parâmetro MER (*Modulation Error Ratio*) ultrapassar o valor de 19,5 dB e a intensidade do campo elétrico seja superior (para o exemplo do canal 56 da SFN) a 50,07 dB μ V/m (Anexo C).

A estabilidade de serviço avalia-se a partir do desvio dos valores do parâmetro MER registados face ao seu valor médio trimestral, mensal, diário ou horário (consoante a análise em causa). Tem-se, por isso, em consideração o desvio padrão dos valores MER e a respetiva média, comparando-se o efeito combinado de ambos com o limiar mínimo necessário à receção do serviço.

A média do parâmetro MER, ou MER médio, será doravante representada por μ_{MER} , e o seu desvio padrão por σ_{MER} .

A conjugação destes dois conceitos (média e desvio padrão) permite inferir sobre a estabilidade de serviço que, para os fins pretendidos neste estudo, será tanto maior ou menor, consoante maior ou menor seja o valor que resulta do cálculo $\mu_{MER} - \sigma_{MER}$, de acordo com os níveis definidos na **Tabela A 1**.

Tabela A 1 – Níveis de Estabilidade de Serviço

$\mu_{MER} - \sigma_{MER}$	Níveis de Estabilidade de Serviço
≥ 24 dB	Elevada
$\geq 19,5$ dB e < 24 dB	Aceitável
$< 19,5$ dB	Baixa

Assim, os níveis de estabilidade de serviço supra indicados na **Tabela A 1**, lêem-se da seguinte forma:

- estabilidade de serviço **elevada**

quando, face à qualidade média do sinal, as variações não são de molde a criar qualquer dificuldade na receção de TDT que ocorrerá assim de forma permanente;

- estabilidade de serviço **aceitável**

quando, face à qualidade média do sinal, as variações podem ter algum impacto na receção do sinal de TDT, nomeadamente, nas instalações de receção menos conservadas ou com problemas (más ligações, má orientação da antena, por exemplo) ou em recetores de menor qualidade;

- estabilidade de serviço **baixa**

quando, existe forte probabilidade de a receção do sinal de TDT ser afetada. Nestas condições, todas as instalações são afetadas, sendo os recetores de menor qualidade e as instalações menos bem conservadas ou com menor qualidade de instalação as mais vulneráveis.



ANEXO B
AMOSTRA

Anexo B: Amostra

B.1 Dimensão da Amostra

De acordo com os dados provisórios dos Censos 2011 da população portuguesa, existem em Portugal continental cerca de 10 milhões de habitantes e aproximadamente de 3,4 milhões de edifícios¹³.

No que respeita ao território geográfico, Portugal continental tem uma superfície de 89 089 km².

Considerando que se pretende avaliar a cobertura TDT (por via terrestre) nas zonas do país em que essa cobertura existe, através da colocação de sondas no topo dos edifícios selecionados e não em alojamentos familiares específicos, a unidade amostral a considerar são os edifícios em Portugal continental com TDT por via terrestre. A principal razão que justifica esta opção prende-se com o facto da receção de TDT, num edifício, ser feita através de uma instalação coletiva, que expectavelmente distribui, de modo uniforme, o mesmo sinal recebido a partir de uma antena comum, proporcionando-lhes, por isso, o mesmo grau de qualidade. Como tal, parte-se da premissa de que uma família, independentemente do andar ou fração em que habita num dado edifício, recebe o sinal de TDT com a mesma qualidade que qualquer outra família inserida no mesmo prédio, mas noutra andar ou apartamento.

Nestas circunstâncias, uma única sonda (e respetiva instalação de receção) replicará, de forma fidedigna, as condições de receção de qualquer uma das frações que integrem um mesmo edifício, sendo por si só suficiente e representativa da realidade subjacente a uma multiplicidade de agregados familiares residentes nesse edifício.

A dimensão amostral necessária para obter uma amostra representativa de Portugal continental, independentemente de se considerar como variável explicativa a população portuguesa, os edifícios, ou o território nacional, considerando um grau de confiança de 95% e um erro amostral de 5%, é de 384. Conforme se demonstra na **Tabela B 1**, melhorar o erro amostral exigiria um aumento considerável do número de sondas a instalar.

¹³ De acordo com a definição do INE, entende-se por edifício uma “construção permanente, dotada de acesso independente, coberta e limitada por paredes exteriores ou paredes-meias que vão das fundações à cobertura e destinada à utilização humana ou a outros fins”.

Tabela B 1 – Dimensão da amostra, por erro amostral

	Erro amostral		
	5%	4%	3%
Dimensão da amostra	384	600	1 067

Nota: considerando um grau de confiança de 95%

Importa referir que apenas se dispõe de dados (número de edifícios) para: (i) Portugal continental, e não para: (ii) Portugal continental com TDT via terrestre. No entanto, como o universo dos dados é muito elevado, a dimensão da amostra é idêntica, quer se usem valores associados a (i) ou a (ii).

B.2 Estratificação da Amostra

Por se considerar que existem diferentes realidades ao nível da receção da TDT em Portugal (tais como maior densidade de edifícios em determinadas localidades), estratificou-se a amostra de 386 sondas (erro amostral: 4,99%), para garantir que as regiões com diferentes características estão representadas na amostra, de forma proporcional ao seu peso na população.

A definição da variável de estratificação a utilizar depende principalmente do âmbito do estudo. Neste caso em particular, as sondas foram distribuídas de acordo com a distribuição do número de edifícios por NUTS III, com base nos resultados do Recenseamento Geral da População (2011) do Instituto Nacional de Estatística.

B.2.1 Critério de Seleção dos Edifícios

Ainda que idealmente a seleção dos edifícios para colocação das sondas devesse ser realizada de forma aleatória, a ANACOM não dispõe de uma base de dados georreferenciada dos edifícios de Portugal continental. Assim, reconhecendo-se que existe alguma perda em termos de aleatoriedade no que se refere à localização das sondas, utilizou-se um método dirigido, tendo-se recorrido a edifícios de entidades públicas para colocação das sondas, localizados em zonas de cobertura terrestre (segundo informação disponibilizada pelo operador¹⁴).

¹⁴ <http://tdt.telecom.pt>

B.2.1 Distribuição por NUTS III

A **Tabela B 2** e o mapa da **Figura B 1** refletem a distribuição da amostra por NUTS III, com base na variável de estratificação considerada, para um erro amostral de 5%.

Tabela B 2 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por NUTS III, utilizando o número de edifícios

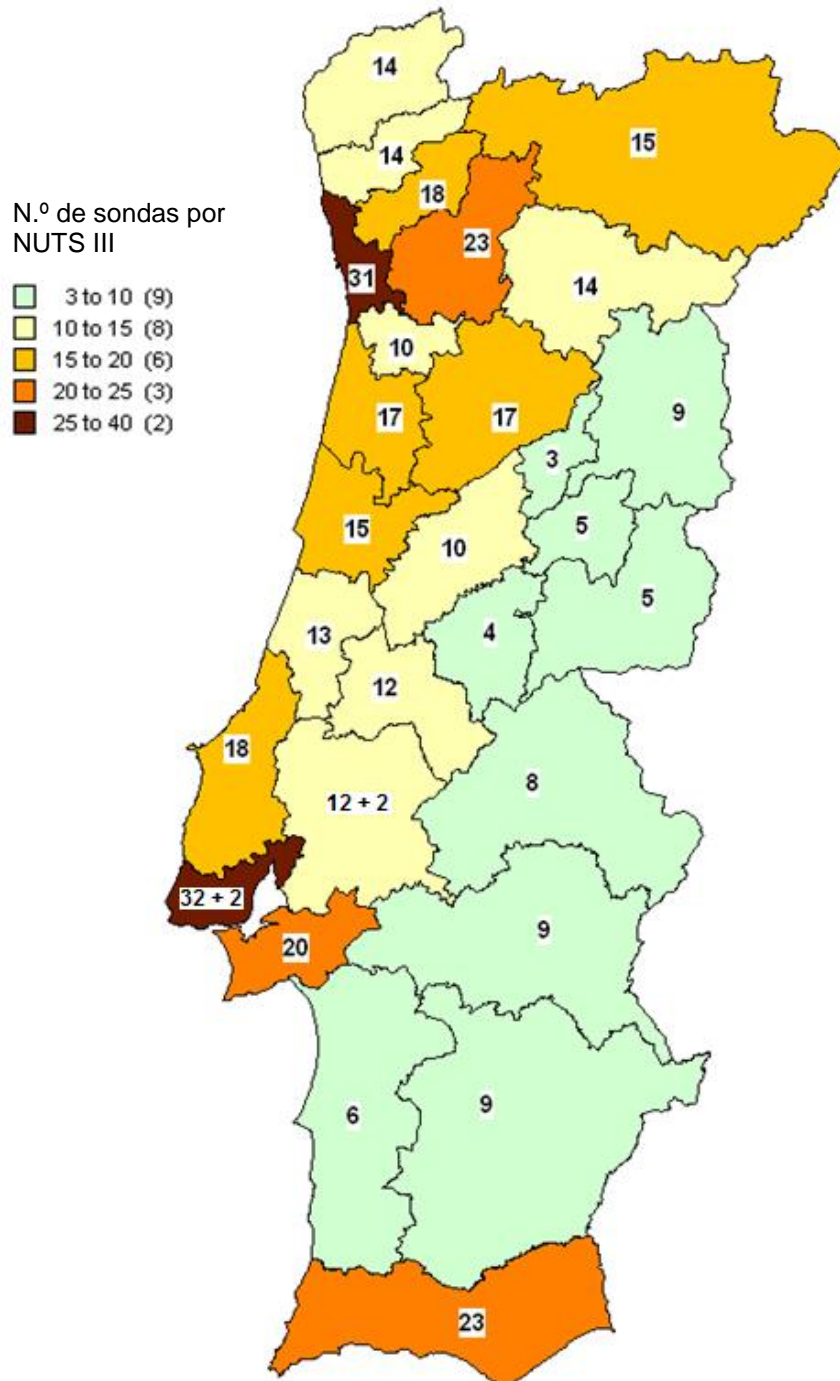
NUTS III	Dimensão amostral (5%)
Minho-Lima	14
Cávado	14
Ave	18
Grande Porto	31
Tâmega	23
Entre Douro e Vouga	10
Douro	14
Alto Trás-os-Montes	15
Baixo Vouga	17
Baixo Mondego	15
Pinhal Litoral	13
Pinhal Interior Norte	10
Dão-Lafões	17
Pinhal Interior Sul	4
Serra da Estrela	3
Beira Interior Norte	9
Beira Interior Sul	5
Cova da Beira	5
Oeste	18
Médio Tejo	12
Grande Lisboa	32 + 2**
Península de Setúbal	20
Alentejo Litoral	6
Alto Alentejo	8
Alentejo Central	9
Baixo Alentejo	9
Lezíria do Tejo	12 + 2**
Algarve	23
Portugal continental	386* + 4**

* Não coincide com as 384 sondas indicadas, para um erro amostral de 5%, devido a arredondamentos à unidade.

** Sondagens adicionais correspondentes à rede piloto de testes que foram posteriormente integradas na rede global de monitorização do sinal de TDT

Fonte: ANACOM, com base em dados do INE – Censos da população de 2011.

Figura B 1 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por NUTS III, utilizando o número de edifícios



Fonte: ANACOM, com base em dados do INE – Censos da população de 2011.

B.2.3 Distribuição por Distritos do Continente

A distribuição da amostra por NUTS III foi posteriormente reafectada pelos distritos do continente conforme apresentado na **Tabela B 3** e no mapa da **Figura B 2**.

Tabela B 3 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente, utilizando o número de edifícios

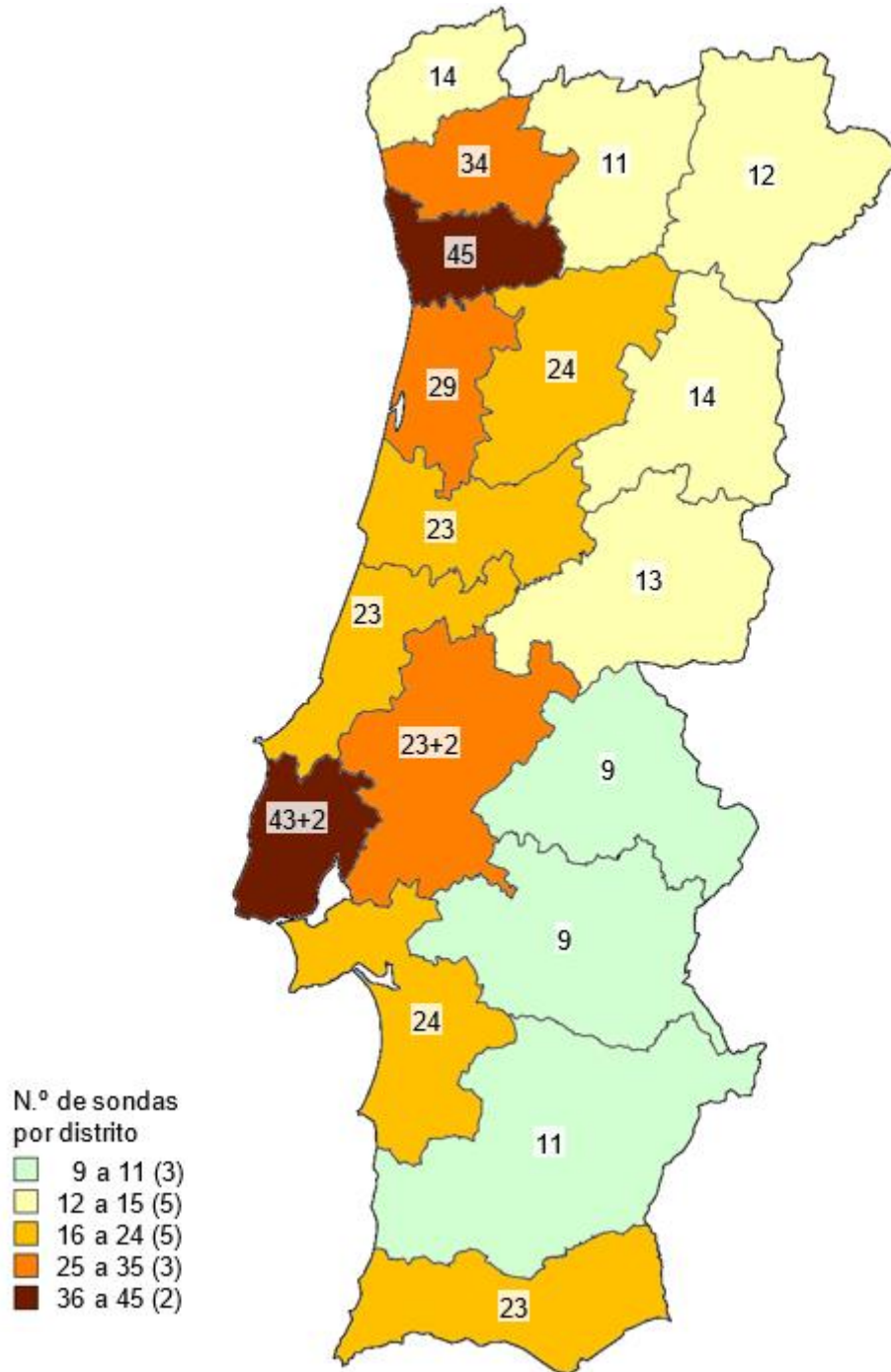
Distrito	Dimensão amostral (5%)
Aveiro	29
Beja	11
Braga	34
Bragança	12
Castelo Branco	13
Coimbra	23
Évora	9
Faro	23
Guarda	14
Leiria	23
Lisboa	43 + 2**
Portalegre	9
Porto	45
Santarém	23 + 2**
Setúbal	24
Viana do Castelo	14
Vila Real	13
Viseu	24
Portugal continental	386* + 4**

* Não coincide com as 384 sondas indicadas, para um erro amostral de 5%, devido a arredondamentos à unidade.

** Sondas adicionais correspondentes à rede piloto de testes que foram posteriormente integradas na rede global de monitorização do sinal de TDT

Fonte: ANACOM, com base em dados do INE – Censos da população de 2011.

Figura B 2 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente, utilizando o número de edifícios



Fonte: ANACOM, com base em dados do INE – Censos da população de 2011.

B.3 Recolha de Dados

Todas as sondas da rede de monitorização do sinal de TDT se encontram exclusivamente em locais com cobertura terrestre e a medir o sinal disponibilizado pela rede de difusão do operador.

Foram instaladas 390 sondas, garantindo-se um erro amostral de 4,96%. No entanto, por razões de ordem técnica, algumas sondas poderão não estar disponíveis em permanência ao longo do período em análise, o que poderá originar uma ligeira degradação desse erro, em diferentes momentos temporais.



ANEXO C
PARÂMETROS
TÉCNICOS DO
SINAL DE DVB-T

Anexo C: Parâmetros Técnicos do Sinal de DVB-T

C.1 Parâmetros técnicos recolhidos

De modo a caracterizar a cobertura DVB-T são recolhidos em permanência pelas sondas diversos parâmetros técnicos e indicadores de desempenho da rede de difusão digital, discriminados em seguida.

C.1.1 Intensidade de Campo Elétrico.

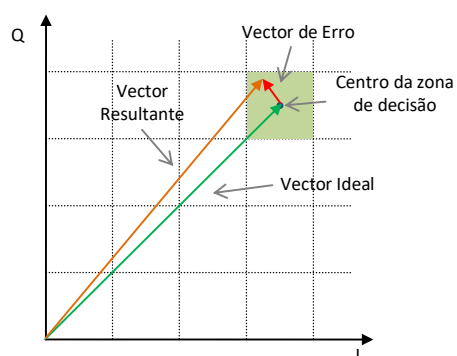
A intensidade de Campo Elétrico medida resulta da combinação dos sinais recebidos diretamente, com os resultantes de eventuais ecos ou reflexões ocorridos em obstruções decorrentes da orografia do terreno ou causados por sinais provenientes de outros emissores.

O valor da intensidade de campo, numa dada área, é caracterizado estatisticamente por um valor médio (ou mediano) e um desvio padrão.

C.1.2 Modulation Error Ratio (MER).

É uma figura de mérito que permite, a partir da análise dos erros associados à modulação de um sinal digital, obter indicações relevantes acerca da degradação que o sinal sofre até chegar à entrada do recetor.

Figura C 1 – Referencial I-Q de Constelação da Modulação QAM



A medição do MER é calculada a partir da medição do vetor de erro, dado pela distância entre o posicionamento ideal do símbolo, ou seja, o centro do respetivo quadrado da constelação e a ponto do diagrama em que o símbolo foi efetivamente mapeado

(Figura C 1). Os comprimentos destes vetores de erro são medidos ao longo do tempo, em cada campo do diagrama, com base no seguinte cálculo:

$$MER [dB] = 10 \times \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\}$$

Em que:

$(I_j^2 + Q_j^2)$: Vetor da posição ideal do símbolo

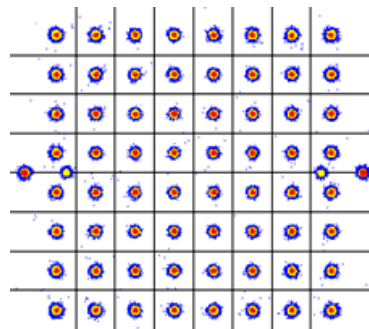
$(\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)$: Vetor de erro

Diagrama de Constelação

O diagrama de constelação corresponde a uma representação gráfica, segundo um referencial definido pelos eixos ortogonais: I (em fase) e Q (em quadratura), dos símbolos dos sinais associados a uma determinada modulação digital (Figura C 2).

Este diagrama fornece uma indicação visual rápida da qualidade do sinal que está a ser rececionado, permitindo aferir grosseiramente se o mesmo é passível de ser desmodulado ou não.

Figura C 2 – Diagrama de Constelação 64-QAM

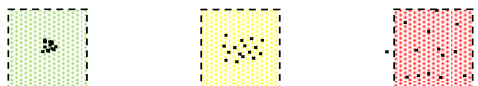


A concentração de símbolos descodificados junto a um ponto esperado da constelação permite avaliar a qualidade do sinal rececionado, sendo que, quanto mais concentrados estiverem os símbolos descodificados, em torno de um dado ponto, melhor é a qualidade do sinal rececionado, pois significa que o vetor resultante, que corresponde a esse símbolo, está geralmente no centro da zona de decisão.

Por outro lado, se existir uma elevada dispersão de símbolos em torno de um ponto esperado da constelação, o sinal apresentará alguma degradação, dado que o símbolo

enviado poderá, eventualmente, cair numa zona de decisão adjacente, correspondente a outro ponto da constelação, originando um erro na receção (**Figura C 3**).

Figura C 3 – Concentração dos símbolos descodificados em torno do ponto ótimo pertencente à constelação



C.1.3 Bit Error Ratio (BER)

O BER contabiliza o número de bits errados detetados, no total de bits transmitidos, durante um dado intervalo de tempo.

No caso do DVB-T, é usual analisar-se o BER em três etapas distintas da cadeia de processamento de sinal usada na descodificação do conteúdo difundido pela rede:

Bit Error Ratio before Viterbi (cBER)

Permite avaliar o grau de degradação que o sinal transmitido sofreu ao longo do percurso entre o emissor e o equipamento recetor, dado ser esta a etapa inicial do processo de identificação e correção de eventuais erros presentes no sinal recebido. A partir daqui, o sinal será enviado ao corretor/descodificador de *Viterbi*, para correção de alguns dos erros. É natural, ainda assim, persistirem erros remanescentes no sinal. Todavia, estes serão posteriormente tratados pelo descodificador de *Reed-Solomon*.

Bit Error Ratio after Viterbi (vBER)

O BER, avaliado nesta etapa da cadeia de descodificação, dá-nos indicação da quantidade de erros que ainda ficaram por corrigir após a depuração efetuada pelo descodificador *Viterbi*.

Bit Error Ratio after Reed-Solomon (BER RS)

Finalmente, o BER assim obtido quantifica o número de bits errados que o sistema não conseguiu corrigir, mesmo após a ação dos dois descodificadores: o de *Viterbi* e o de *Reed-Solomon*. E, como tal, esses erros irão influenciar a qualidade da imagem rececionada, que começará por apresentar algumas zonas mal descodificadas e, se o sinal estiver bastante degradado, o recetor poderá decidir não mostrar qualquer imagem.

C.1.4 Relação Portadora-Ruído (C/N)

A relação Portadora-Ruído (C/N) é uma forma das formas de caracterizar a relação sinal-ruído exibida por um sinal a analisar, neste caso em particular, o de DVB-T. A C/N pode ser obtida a partir do espectro OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*) do sinal de DVB-T, estabelecendo-se a relação que resulta da integração da potência do sinal dentro sua banda e da integração da potência ruído na banda imediatamente adjacente já fora do canal.

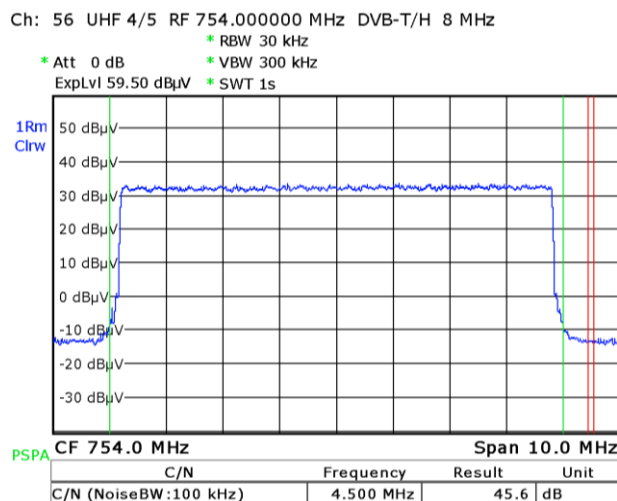
Espectro OFDM do Sinal de DVB-T

O princípio da modulação OFDM, adotada na norma DVB-T, baseia-se na técnica de multiplexagem por divisão em frequência, permitindo enviar milhares de subportadoras em simultâneo, o que possibilita a transmissão de débitos binários elevados, sem que exista interferência intersimbólica (IIS), uma vez que, todas elas são ortogonais entre si.

Uma vez que, é adicionada, aos dados a transmitir, informação redundante destinada a auxiliar a correção de erros no recetor, e que esses dados são distribuídos por diversas subportadoras, é possível aumentar a robustez da informação transmitida, assegurando uma melhor proteção contra interferências de banda estreita, e contra o desvanecimento seletivo na frequência. Esta modulação é por vezes referida como COFDM (Coded OFDM).

A análise do espectro do sinal DVB-T (**Figura C 4**) permite detetar, eventualmente, a existência de uma interferência a afetar o sinal recebido, por exemplo, a existência de uma portadora interferente dentro do canal, a degradação do sinal face à sua relação portadora/ruído, ou mesmo uma anomalia do emissor.

Figura C 4 – Espectro OFDM de um sinal de DVB-T (canal 56), usado no cálculo da C/N



C.2 Limiares de Referência

C.2.1 Campo Elétrico

Um dos indicadores de desempenho da rede DVB-T considerados neste estudo é o nível de intensidade de campo elétrico. **Porém, importa referir que este indicador, por si só, não é suficiente para fornecer garantias absolutas acerca da qualidade do sinal DVB-T recebido.**

É fundamental complementar essa análise técnica com os indicadores anteriormente apresentados, nomeadamente o MER.

Não obstante, apresentam-se em seguida os cálculos dos limiares de referência para os valores de intensidade de campo elétrico para o Serviço de Radiodifusão Televisiva Digital (TDT).

De acordo com Tabela A.3.2-2, do documento da International Telecommunication Union (ITU) “*Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862 MHz (RRC-06)*”, o valor de intensidade de campo (elétrico) médio mínimo, expresso em unidades dBµV/m, necessário para que se garanta efetivamente cobertura de DVB-T, com uma probabilidade de 95%, para a Recepção Fixa Exterior (FX), é dado pela expressão:

$$E_{95\%}(f) = E(f_r) + \text{Corr}$$

O fator *Corr* para a forma de receção considerada (fixa exterior), é dado por:

- **FX:** $Corr = 20\log_{10}\left(\frac{f}{f_r}\right)$

Onde, *f* é a frequência central do canal (por exemplo, para o canal 56, corresponde a 754 MHz), e *f_r* a frequência de referência: 500 MHz.

Concretizando a expressão matemática anteriores para o sistema DVB-T, com modulação de 64-QAM, e com taxa de código (*code rate*) de 2/3, e usando como exemplo o canal 56, o valor do campo médio mínimo necessário para que se garanta cobertura, para uma probabilidade de 95% dos locais, é:

- **FX:** $E_{95\%}(754) = 52,5 + 20\log_{10}\left(\frac{754}{500}\right) = 56,07 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

A partir do valor anterior, é possível, a partir da Tabela 3-8 do Acordo de Genebra de 2006 (GE06), determinar também o valor do campo médio mínimo necessário para que se garanta cobertura, para uma probabilidade de 70% dos locais:

- **FX:** $E_{70\%}(754) = E_{95\%}(754) - 6 \text{ dB} = 50,07 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

C.2.2 Modulation Error Ratio (MER)

O GE06 estabelece, na sua Tabela A.3.2-1, o valor de **19,5 dB** para Relação Portadora-Ruído (C/N) mínima de um sinal de DVB-T, aplicável à configuração da rede de TDT adotada em Portugal e considerando um canal de propagação de *Rice* para modelizar a **receção fixa exterior**, conforme sumariado na **Tabela C 1**.

Tabela C 1 – C/N mínima de um sinal de DVB-T (64-QAM, 2/3)

C/N (dB) mínima						
Modulação	Taxa de Código	Canal				
		Gauss	Rice	Rayleigh		
			Receção Fixa Exterior	Receção Portátil Exterior	Receção Portátil Interior	Receção Móvel
64-QAM	2/3	18,4	19,5	21,8	21,8	24,8

Uma vez que, no Plano Técnico do caderno de encargos do concurso público, para atribuição do DUF associado ao Mux A, se estipulava que os pressupostos de planeamento

da rede e de cobertura radioelétrica tinham por base o GE06, adotou-se o limiar de **19,5 dB**, como mínimo para o parâmetro MER.