



QUALIDADE DE SERVIÇO TDT

Análise dos dados recolhidos pela Rede de Monitorização Nacional de Sondas TDT da ANACOM em 2020

RELATÓRIO QUALIDADE DE SERVIÇO TDT

Análise dos dados recolhidos pela
Rede de Monitorização Nacional de Sondas TDT da ANACOM
em 2020

Dezembro de 2021

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)
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
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
RRC-06	Regional Radiocommunication Conference 2006
RS	Reed-Solomon
SFN	Single Frequency Network
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	11
3. Metodologia.....	17
4. Principais resultados da análise à qualidade de serviço TDT	21
5. Aferição da qualidade de serviço: dados e resultados detalhados	24
5.1. Metodologia de aquisição de dados	24
5.2. Disponibilidade de serviço	26
5.3. Estabilidade de serviço	26
5.4. Amostra	27
5.5. Resultados	29
5.5.1. Disponibilidade de serviço	29
5.5.2. Estabilidade de serviço	34
5.6. Variações na receção após a migração da TDT	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Sondas TDT	9
Figura 2 – Número de acessos à página do <i>site</i> da ANACOM.....	10
Figura 3 – Instalação de receção das sondas TDT	13
Figura 4 – Localização das sondas.....	14
Figura 5 – Novas frequências da rede de TDT.....	15
Figura 6 – Gráfico da análise semanal.....	20
Figura 7 – Gráfico da análise diária	20
Figura 8 – Gráfico da análise horária	20
Figura 9 – Gráfico da análise de um minuto.....	20
Figura 10 – Reclamações feitas diretamente à ANACOM.....	22
Figura 11 – Reclamações relativas à TDT recebidas diretamente pela MEO em 2019	22
Figura 12 – Exemplo de visualização dos dados recolhidos pelas sondas de TDT.....	25
Figura 13 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente	28
Figura 14 – Disponibilidade de serviço, em cada mês, em 2020.....	29
Figura 15 – Disponibilidade de serviço no ano de 2020, variação entre o melhor e pior valor mensal.....	30
Figura 16 – Disponibilidade diária de serviço, no ano 2020	30
Figura 17 – Disponibilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias de 2020	31
Figura 18 – Disponibilidade de serviço, por NUTS II, em 2020	32
Figura 19 – Mapa das zonas Litoral/Interior	32
Figura 20 – Disponibilidade de serviço em 2020, por região	33

Figura 21 – Disponibilidade de serviço, por distritos, no ano 2020.....	34
Figura 22 – Estabilidade de serviço, em cada mês, em 2020	35
Figura 23 – Estabilidade de serviço, variação entre o melhor e pior valor mensal, em 2020	35
Figura 24 – Estabilidade de serviço, em cada dia, em 2020	36
Figura 25 – Estabilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias em 2020.....	37
Figura 26 – Estabilidade de serviço, hora a hora, ao longo de 2020.....	37
Figura 27 – Estabilidade de serviço, por distritos, em 2020	39
Figura 28 – Variação dos valores de campo elétrico e MER	40
Figura 29 – Campo Elétrico e MER melhoram	41
Figura 30 – Campo elétrico melhora e MER diminui	41
Figura 31 – Campo Elétrico e MER diminuíram ligeiramente	42
Figura 32 – Valor de MER melhora apesar de haver menos campo elétrico	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Disponibilidade de serviço em 2020 – Factos e números.....	23
Tabela 2 – Estabilidade de serviço em 2020 – Factos e números	23
Tabela 3 – Comparação entre os melhores e piores distritos em cada um dos indicadores.	24
Tabela 4 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente.	28
Tabela 5 – Disponibilidade de serviço no melhor e pior dias em 2020	31
Tabela 6 – Disponibilidade de serviço, por distritos, em 2020.....	33
Tabela 7 – Estabilidade de serviço nos melhores dias de 2020	36
Tabela 8 – Disponibilidade de serviço, por distritos, em 2020.....	38

Sumário executivo

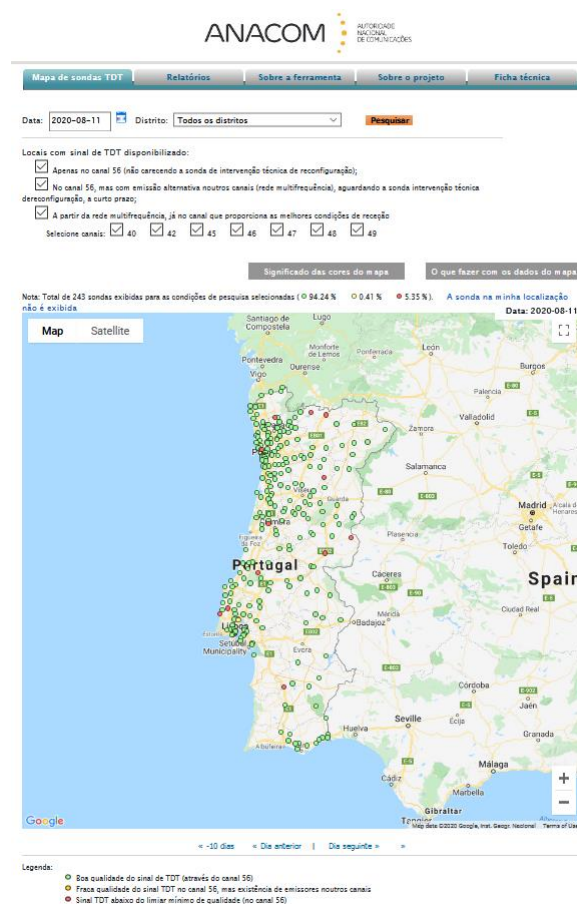
- O presente relatório da qualidade de serviço da Televisão Digital Terrestre (TDT) tem como objetivo analisar, de modo sistemático, a qualidade do sinal da rede de TDT, mantendo a linha de abrangência e profundidade dos anteriores;
- Os resultados aqui apresentados baseiam-se na análise dos dados recolhidos pela rede de monitorização de TDT da ANACOM, constituída por 390 sondas, instaladas em 2014 e distribuídas pelo território continental, e que reúnem 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, 267 sondas, em cada trimestre;
- Com esta infraestrutura de monitorização, fruto de um investimento próprio e desenvolvida com recurso a tecnologia nacional, a ANACOM dispõe 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, em tempo real, eventuais problemas;
- Em termos globais, em 2020, no território continental nacional, o indicador *disponibilidade de serviço* apresentou um valor médio elevado (99,6% do tempo) e o indicador *estabilidade de serviço* também se posicionou num patamar elevado;
- Verifica-se em 2020, contrariando uma tendência de degradação que vinha persistindo, que há evidência de uma melhoria em ambos os indicadores avaliados face ao ano anterior, os quais continuam a apresentar desempenhos elevados, a que correspondem níveis de qualidade considerados muito bons;
- É possível observar-se a melhoria e a convergência dos valores de disponibilidade de serviço entre o litoral e o interior, resultando numa maior homogeneização territorial deste parâmetro de análise;
- O tratamento dos dados das sondas permitiu uma perspetiva única no acompanhamento do processo de migração da TDT, que decorreu durante o ano de 2020, e que aqui tem uma análise em termos de impacto verificando-se que, apesar dos constrangimentos colocados pela pandemia, se observou, na maioria dos locais com medição assistida por sondas, melhorias nos parâmetros avaliados do sinal recebido.

1. Introdução

Este estudo pretende dar a conhecer a qualidade do sinal disponibilizado pela rede de TDT da MEO - Serviços de Comunicações e Multimédia, S.A. ("Altice Portugal") em Portugal continental, suportando-se nos resultados obtidos a partir dos registos de diversos parâmetros técnicos, recolhidos pela rede de sondas de monitorização do sinal da TDT da ANACOM.

Com este relatório, a ANACOM disponibiliza, de forma simples e intuitiva, a informação recolhida e uma ampla e detalhada análise relativamente à qualidade de serviço da TDT durante o ano de 2020, na perspetiva do utilizador que se encontra numa zona de cobertura por via terrestre. Complementarmente, desde fevereiro de 2016, a ANACOM passou a disponibilizar ao público, numa base diária, um mapa (**Figura 1**), com o diagnóstico do comportamento da rede TDT, que pode ser acedido a partir do *site* da ANACOM: http://www.mce-anacom.pt/tdt/sondas_view.php.

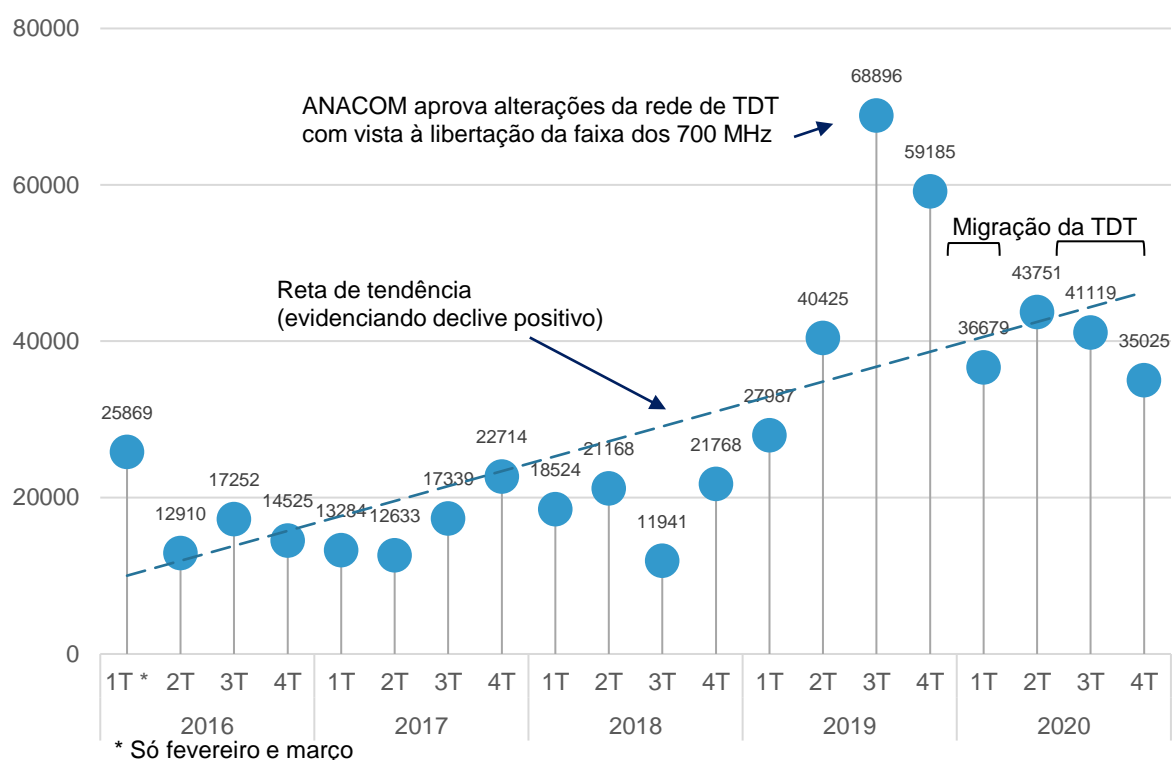
Figura 1 – Mapa de Sondas TDT



Fonte: ANACOM

O número de acessos a este conteúdo do *site* da ANACOM tem apresentado uma boa regularidade de acessos e um número considerável de visitas desde a sua divulgação em 2016 com 70556 acessos, 65970 em 2017 e 73401 em 2018, tendo registado um acréscimo significativo para 196493 acessos em 2019, mantendo valores elevados em 2020, com 156574 acessos, ano em que decorreu a migração da rede TDT (**Figura 2**, dados trimestrais).

Figura 2 – Número de acessos à página do *site* da ANACOM



Em termos de organização de conteúdos do presente relatório, 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 no ano de 2020, que serão mais detalhados nas secções subsequentes, descrevendo-se e definindo-se os indicadores e a amostra usados no âmbito deste estudo. Dedicar-se uma parte deste relatório à migração da TDT, que decorreu entre fevereiro e dezembro de 2020.

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 em termos de coesão social, 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 representou 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 difusão 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, até 2020, 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 autointerferência 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

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

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.

A ANACOM conta, desde 2014, com um conjunto integrado de sondas, instaladas em Portugal continental (**Figura 3**), 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.

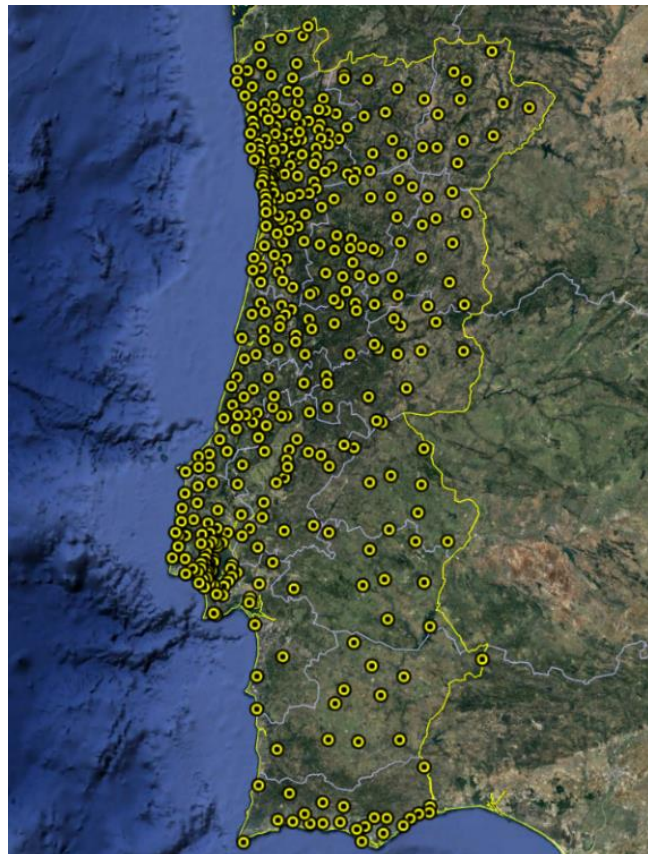
Figura 3 – Instalação de receção das sondas TDT



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

O volume de dados recolhidos pela rede de sondas (**Figura 4**), 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 exemplo, em centrais nucleares⁴, vocacionado e otimizado para o tratamento, em tempo útil, informação estatística relevante.

Figura 4 – Localização das sondas



Fonte: Elaborado com base no Google Earth, 2018.

³ <http://www.espertech.com/>

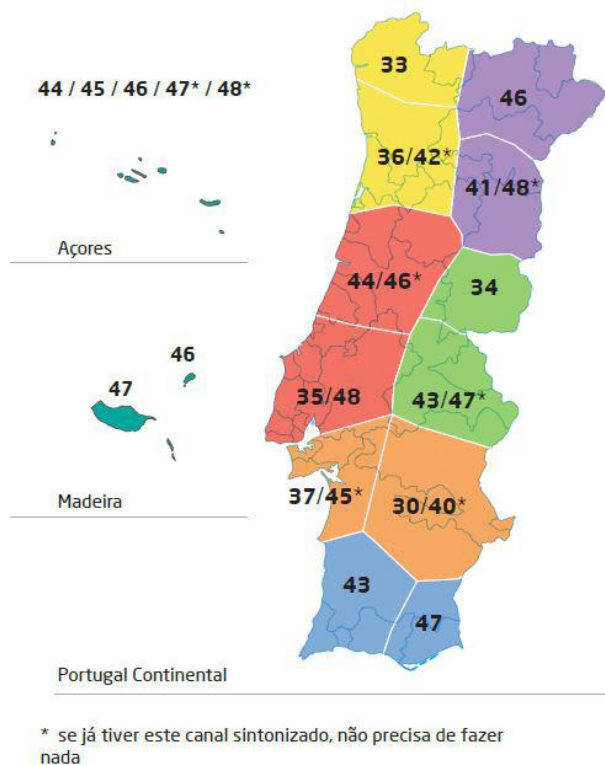
⁴ <https://dzone.com/articles/complex-event-processing-made>

A migração da TDT e o impacto na rede de sondas

Durante a ano de 2020, a rede de televisão digital terrestre foi alterada para possibilitar a introdução em Portugal do 5G, que será a base para o futuro desenvolvimento, de uma forma flexível, de novas aplicações e serviços suportados em redes de comunicações eletrónicas. A Decisão (UE) 2017/899⁵ do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de maio de 2017, relativa à utilização da faixa de frequências de 470-790 MHz na União Europeia (UE), determinou aos Estados-Membros (EM) a disponibilização, da faixa de 694-790 MHz (faixa dos 700 MHz) para serviços de comunicações eletrónicas de banda larga sem fios.

Dado que a TDT utilizava esta faixa de frequências (694-790 MHz), tornou-se necessário migrar a TDT para a faixa dos 470-694 MHz. Como tal, parte dos emissores que compõem a rede nacional de TDT alteraram a sua frequência de emissão, libertando a faixa de frequências até aqui utilizada (**Figura 5**).

Figura 5 – Novas frequências da rede de TDT



Fonte: ANACOM

⁵ <https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1410338>

O processo de alteração da rede TDT abrangeu cerca de 60% a 70% dos utilizadores deste serviço, dado que cerca de 30% a 40% já tinham os seus equipamentos de receção sintonizados para os canais dos emissores que não sofreram alterações.

O concelho de Odivelas foi o primeiro a fazer a migração da rede de TDT, no dia 27 de novembro de 2019, tendo recebido a fase piloto deste processo, que consistiu na alteração do emissor de Odivelas Centro, que passou do canal 56 para o canal 35. Esta alteração abrangeu, para além do concelho de Odivelas, as freguesias de Lumiar, Carnide e Santa Clara, em Lisboa; e Encosta do Sol, na Amadora.

O processo de migração da TDT, que começou a 7 de fevereiro, teve que ser interrompido entre março e agosto, devido à pandemia de COVID-19 mas, à parte essa paragem, decorreu sempre com enorme normalidade. Este processo, além de permitir a evolução para a 5.ª geração móvel, levou igualmente a uma melhoria das condições de receção do sinal de TDT por via terrestre, estimando-se um aumento da cobertura de rede de TDT, de cerca de 2% da população (de 92,5% para 94,5%). A ressintonia dos recetores, que este processo implicou, levou ainda a que muitas pessoas que apenas viam os quatro canais em sinal aberto (RTP1, RTP2, SIC e TVI), tivessem passado a ver os sete canais disponíveis nesta plataforma (além dos já referidos, acrescem a RTP3, RTP Memória e AR TV) e que não viam por desconhecimento e/ou por não saberem fazer a sintonia dos recetores.

Para apoiar a população no processo de migração da TDT, a ANACOM disponibilizou uma linha telefónica gratuita que recebeu mais de 110 mil chamadas durante todo o processo de migração da TDT, que funcionou como o primeiro apoio à sintonia dos equipamentos, constituída por agentes não especializados, externos à ANACOM, aos quais foi dada a necessária formação para apoiarem a maioria dos pedidos de ajuda. Quando o processo de sintonia não era conseguido ou exigia uma análise mais complexa, essas chamadas eram encaminhadas para uma segunda linha de atendimento, constituída por técnicos especializados da ANACOM, que tinham ao seu dispor um conjunto de equipamentos recetores, dos mais comuns encontrados no mercado, que lhes possibilitava efetuar o procedimento de sintonia em simultâneo com quem solicitava o apoio, tendo, sempre que tal era possível, recorrido inclusivamente a videochamadas (através da muito difundida aplicação *WhatsApp*). Esta segunda linha de apoio recebeu quase 13 mil solicitações.

Existiam equipas técnicas para apoio presencial, constituídas por 2 elementos, as quais se deslocavam ao domicílio do utentes, nas situações em que a segunda linha de apoio não conseguiu auxiliar no procedimento de sintonia, onde procediam à sintonia dos recetores, assim como, analisavam a instalação de receção, efetuavam pequenas intervenções nas instalações de receção, nomeadamente, substituição de fichas, suficientes para melhorar significativamente as condições de receção, bem como, se necessário para a boa receção do sinal de TDT, aconselhavam os utentes a efetuarem alterações e/ou reparações na mesma. Estas equipas efetuaram quase cinco mil deslocações para atendimentos presencias, em Portugal continental, Açores e Madeira.

A rede de sondas TDT assumiu-se como uma infraestrutura fundamental para o acompanhamento dinâmico e permanente do processo de migração, podendo-se verificar de imediato as condições de receção nos novos canais, através da resintonia remota individual de cada uma das sondas.

3. Metodologia

As sondas como fonte de dados

As sondas de monitorização do sinal de TDT são dispositivos, que se encontram no extremo de uma cadeia de análise e processamento de dados, que permitem a sensorização e, por consequência, 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 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, 267 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

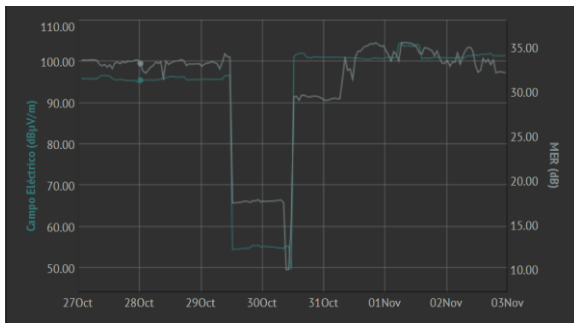
A aplicação de visualização de dados permite a representação gráfica de todos os 6 parâmetros medidos, com diferentes graus de detalhe, possibilitando a análise simultânea de dois parâmetros para efeitos comparativos.

A título ilustrativo, os gráficos seguintes exibem os indicadores registados durante a migração da TDT, em que as **Figura 6**, **Figura 7**, **Figura 8**, e **Figura 9** evidenciam as assinaturas da alteração de canal, com diferentes detalhes temporais, para o mesmo momento.

É possível observar na **Figura 7**:

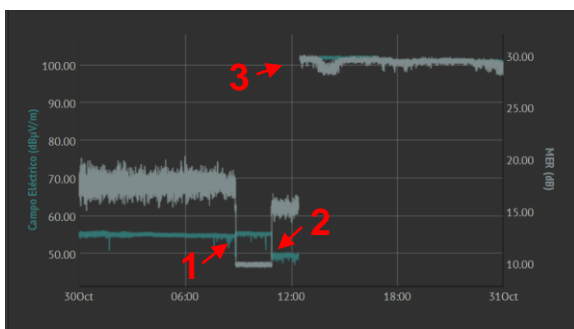
- “momento 1”- o início de funcionamento do emissor “provisório”, ainda no canal antigo, para se proceder à ressintonia do emissor em causa, garantindo assim a continuidade das emissões: a “sonda TDT” regista uma variação de valores dado o emissor “provisório” ter características técnicas diferentes do “oficial”, entretanto desligado;
- “momento 2” – altura em que se desliga o emissor “provisório” e o emissor “oficial” passa a emitir no novo canal: a “sonda TDT” deixa de receber qualquer sinal (diminuição do nível de sinal representado pela linha verde) pelo facto do emissor estar a emitir no novo canal / frequência;
- “momento 3” - com a ressintonia da “sonda TDT”, ficando a receber o novo canal. passa a ser garantida a supervisão do sinal que se encontra a ser distribuído pela rede TDT, notando-se uma melhoria dos valores de ambos os parâmetros indicados (nível de sinal e MER).

Figura 6 – Gráfico da análise semanal



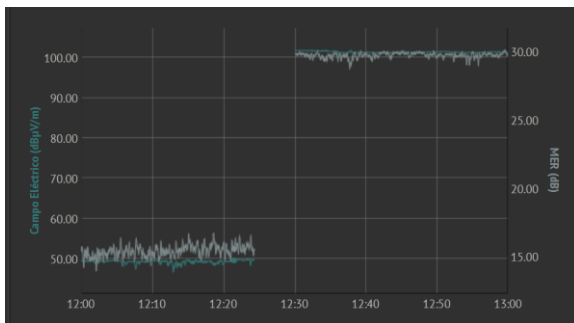
Nota: 1 209 600 valores representados, agrupados em períodos de 30 minutos.

Figura 7 – Gráfico da análise diária



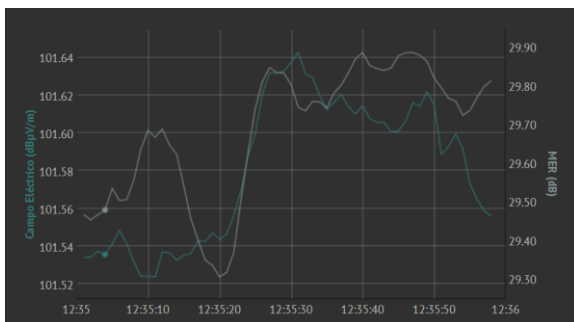
Nota: 172 800 valores representados

Figura 8 – Gráfico da análise horária



Nota: 7 200 valores representados

Figura 9 – 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 2020, suportou-se em, aproximadamente, 50 mil milhões de registos, provenientes de, em média, 267 sondas, consideradas em cada trimestre, e apresenta os resultados obtidos ao longo de todo o ano.

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 ano analisado, alcançou valores de disponibilidade de serviço próximos de 100% (**Tabela 1**) e um nível de estabilidade de serviço elevada (

Tabela 2).

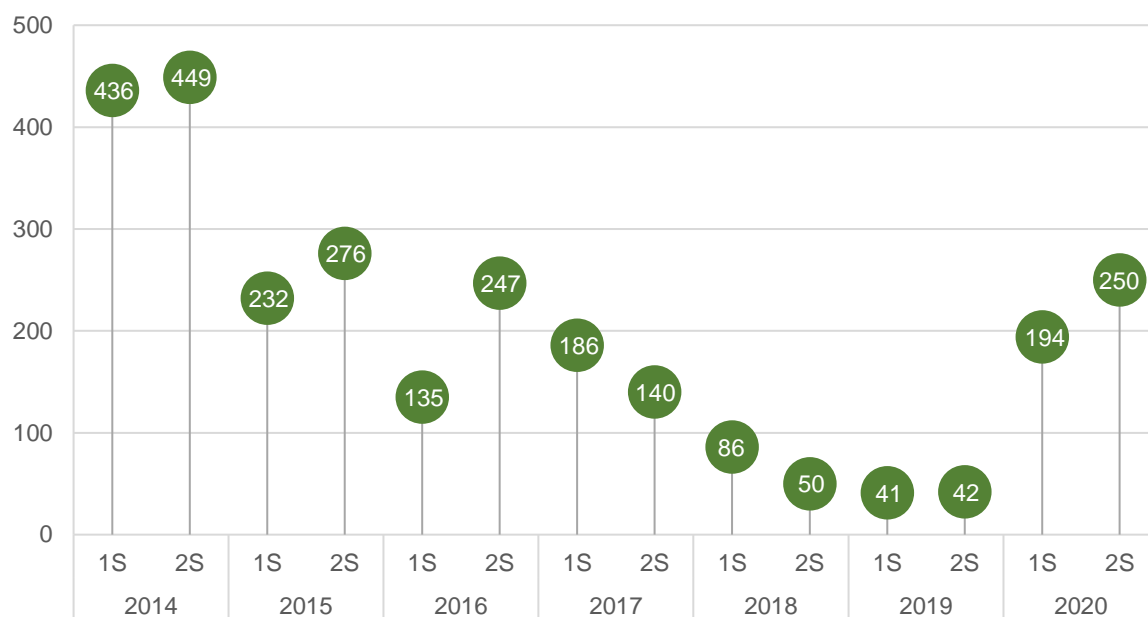
No respeitante às reclamações relativas à TDT, rececionadas na ANACOM (**Figura 10**), vinha a verificar-se um decréscimo significativo do seu número, resultante das medidas adotadas para a estabilização do funcionamento da rede de difusão, entre as quais se incluiu a entrada em funcionamento e posterior expansão do conjunto de emissores a operar em MFN, na sequência da comunicação da ANACOM à PTC (atual MEO), cujas as causas se atribuíram 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 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.

Após a descida consistente do número de reclamações desde 2014, com 885 (das quais, 436 no 1.º semestre, e 449 no 2.º), para 83 (41 e 42, nos 1.º e 2.º semestres, respetivamente), em 2019, em 2020 foram rececionadas 444 reclamações (sendo 194 no 1.º semestre, e 250 no 2.º), correspondente a um variação de +534%, que representa um aumento significativo do número de reclamações, embora muito provavelmente devido a

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

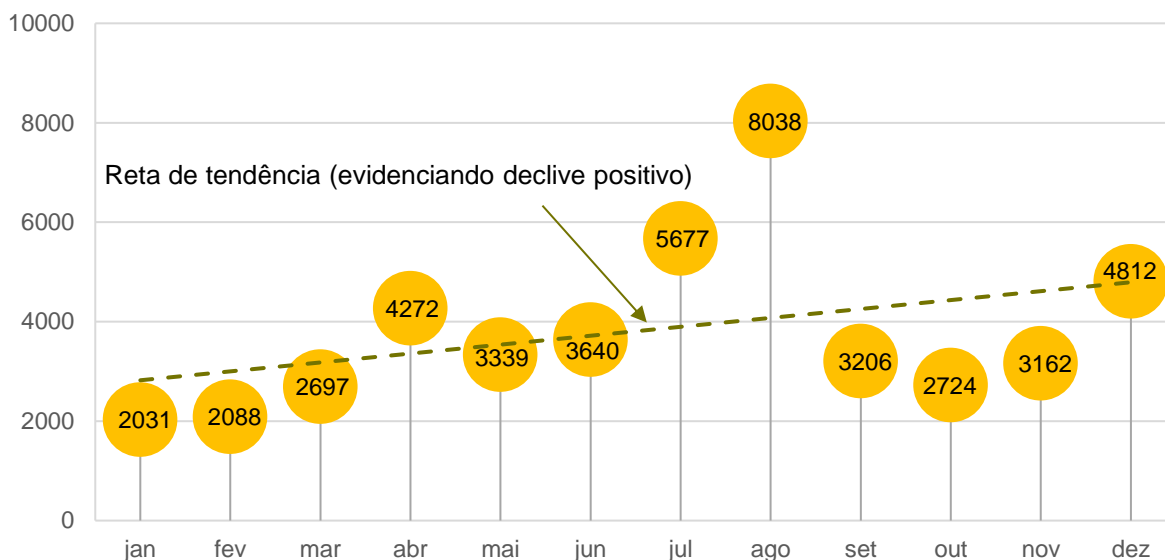
dificuldades sentidas no processo de resintonia dos novos canais de receção durante o ano de 2020 e apesar de existirem canais de apoio especializados para assistir o público.

Figura 10 – Reclamações feitas diretamente à ANACOM



Quanto ao número de reclamações relacionadas com a TDT, dirigidas à MEO (**Figura 11**), vislumbra-se uma tendência crescente, com a particularidade de que os valores de novembro e dezembro já incorporam o início do processo de migração da TDT, com a fase piloto que ocorreu em Odivelas.

Figura 11 – Reclamações relativas à TDT recebidas diretamente pela MEO em 2019



Fonte: Valores disponibilizados pela MEO

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

Tabela 1 – Disponibilidade de serviço em 2020 – Factos e números

Valor médio anual (Portugal continental):	99,6%
Melhor distrito:	Guarda (99,9%)
Pior distrito:	Évora (98,4%)
Melhor dia (Portugal continental):	8 de novembro (≈100%)
Pior dia (Portugal continental):	4 de fevereiro (98,2%)

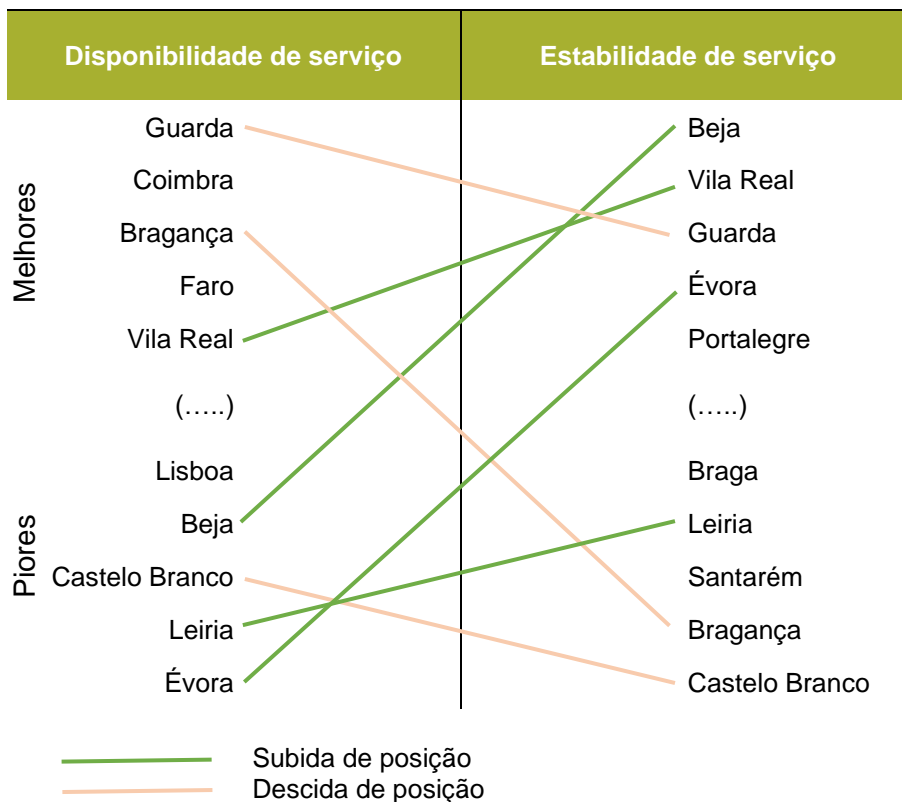
Tabela 2 – Estabilidade de serviço em 2020 – Factos e números

Melhor distrito:	Beja
Pior distrito:	Castelo Branco
Melhor dia (Portugal continental):	27 de novembro
Pior dia (Portugal continental):	10 de março

Melhor hora (Portugal continental):	Das 12:00 às 13:00
Pior hora (Portugal continental):	Das 23:00 à 24:00

A **Tabela 3** evidencia o facto de não existir uma correspondência perfeita entre um valor de disponibilidade de serviço quase plena e um valor de estabilidade elevado, e vice-versa. Além disso, os distritos onde se se verificaram os melhor e pior desempenhos da rede de TDT não apresentam uma regularidade consistente em ambos os indicadores em simultâneo, ocorrendo casos em que ocupam patamares opostos (por exemplo, Évora surge como o pior distrito em termos de disponibilidade de serviço e como o quarto melhor distrito no tocante à estabilidade de serviço). Isto significa que, com base nos dados que se recolheram, não se obtiveram distritos sempre e persistentemente com valores mais baixos nos dois indicadores em igualdade de circunstâncias.

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



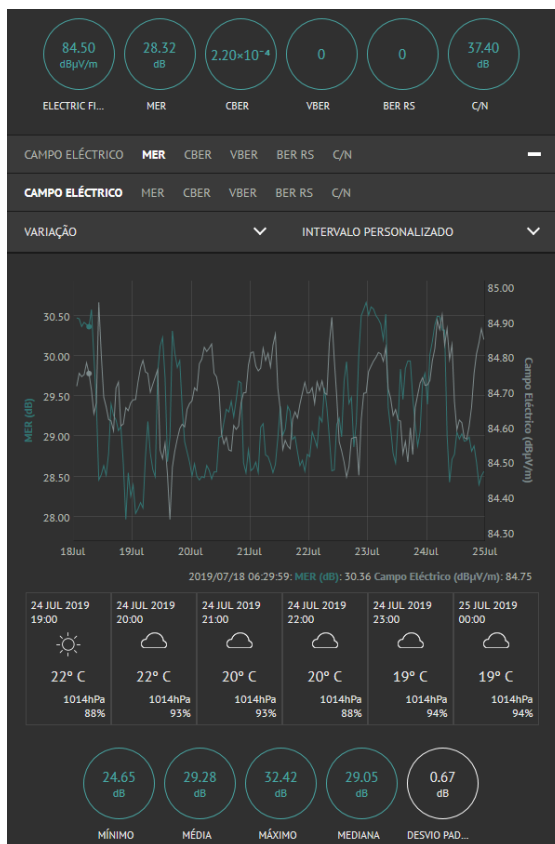
5. Aferição da qualidade de serviço: dados e resultados detalhados

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 por segundo, em zonas com cobertura TDT (por via terrestre), através das sondas de monitorização do sinal de TDT. Neste âmbito, importa referir que foi tida em conta a preocupação de garantir que a instalação de cada uma das sondas reproduziria as condições de receção de um utilizador comum, sendo em tudo semelhantes às que se encontrariam nas suas casas, conseguindo-se, deste modo, do ponto de vista técnico, uma desejável equivalência e representatividade amostral que permite 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 12**).

Figura 12 – Exemplo de visualização dos dados recolhidos pelas sondas de 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, que constituíram a infraestrutura base de um projeto-piloto, que permitiu testar, em ambiente real, a solução técnica desenhada. 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 devido à eventual indisponibilidade de algumas dessas sondas (ou por avaria, manutenção ou outras condicionantes), no erro amostral estatístico desejável (**Figura 13**).

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 autointerferências (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 13), 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.

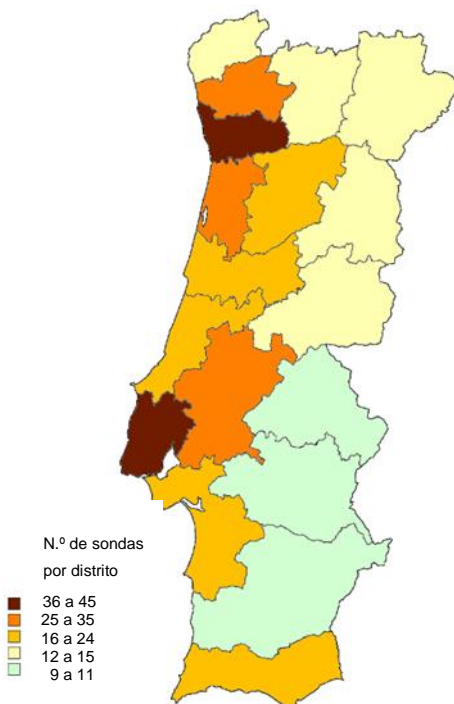
Distrito	Dimensão amostral (5%)
Aveiro	29
Beja	11
Braga	34
Bragança	12
Castelo Branco	13
Coimbra	23
Évora	9
Faro	23
Guarda	14
Leiria	23
Lisboa	43 + 2**
Portalegre	9
Porto	45
Santarém	23 + 2**
Setúbal	24
Viana do Castelo	14
Vila Real	13
Viseu	24
Portugal continental	386* + 4**

* 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 13 – 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

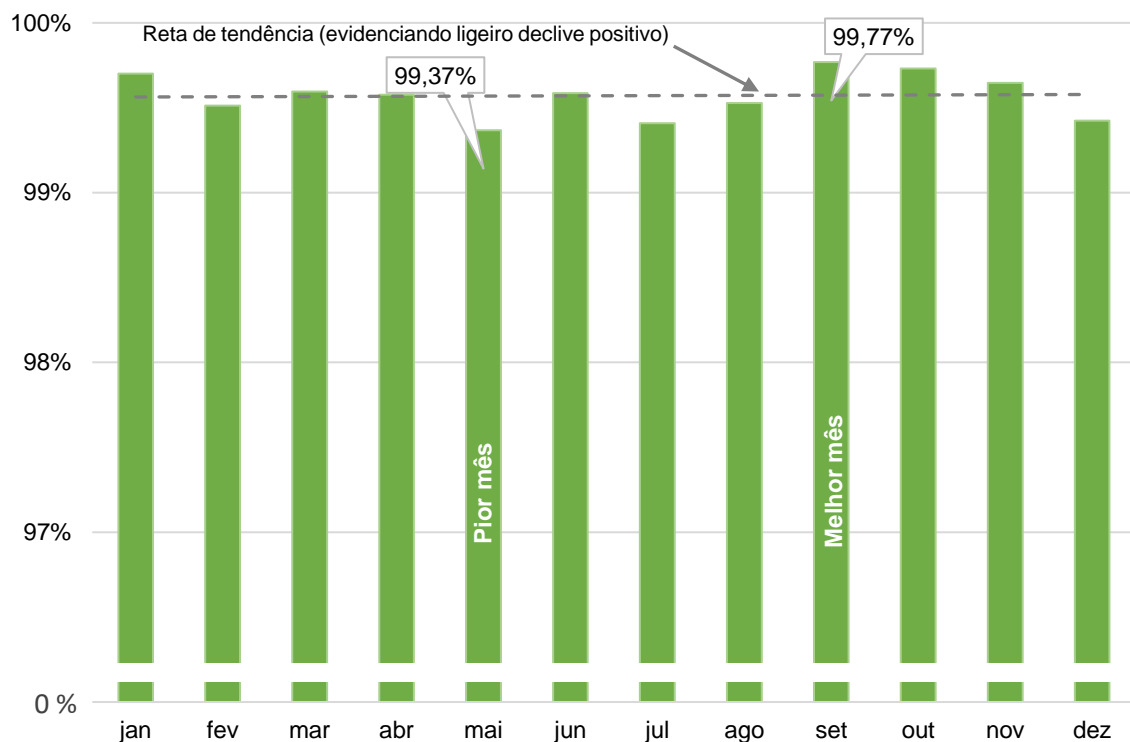
5.5.1. Disponibilidade de serviço

O ano de 2020 foi caracterizado por uma disponibilidade de serviço média de 99,6%.

Disponibilidade de serviço mensal

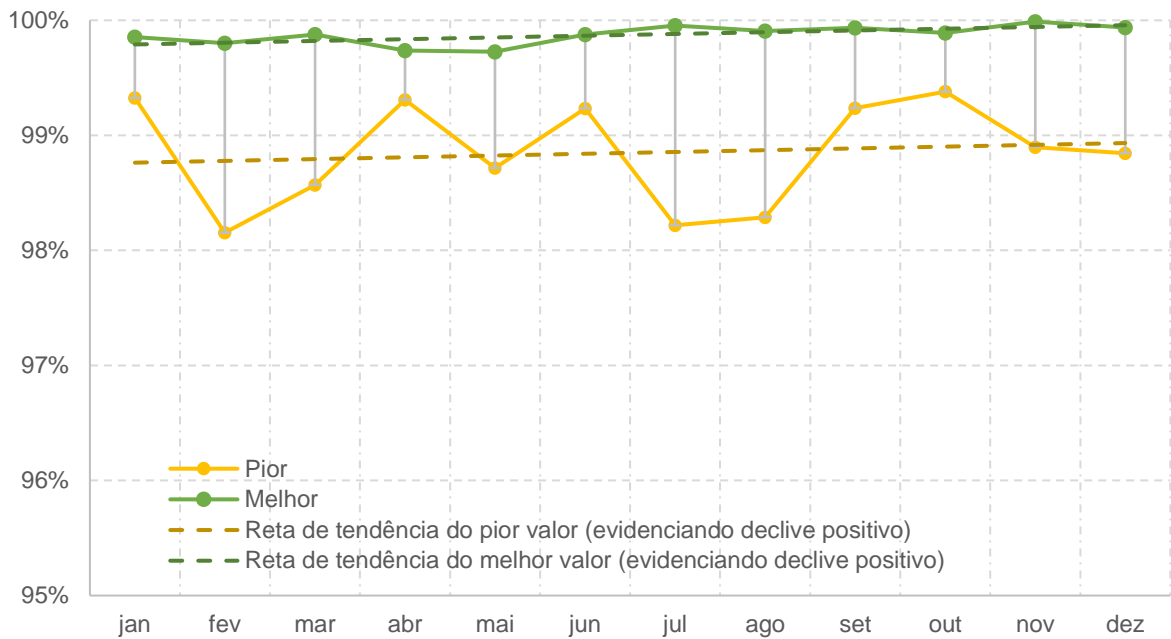
A **Figura 14** ilustra a evolução mensal, ao longo do período em análise, do indicador disponibilidade de serviço. De um modo geral, em termos globais, verifica-se uma muito ligeira tendência de melhoria do indicador, na janela temporal considerada.

Figura 14 – Disponibilidade de serviço, em cada mês, em 2020



O gráfico da **Figura 15** 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 do ano.

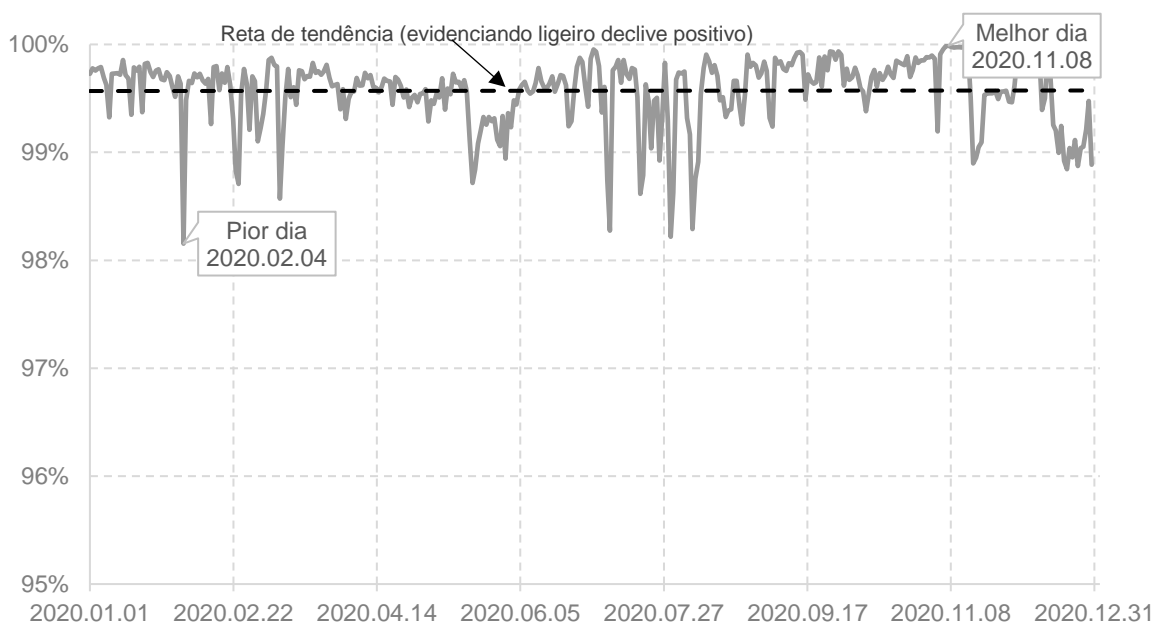
Figura 15 – Disponibilidade de serviço no ano de 2020, variação entre o melhor e pior valor mensal



Disponibilidade de serviço diária

A **Figura 16** ilustra a evolução diária, ao longo de 2020, do indicador disponibilidade de serviço.

Figura 16 – Disponibilidade diária de serviço, no ano 2020

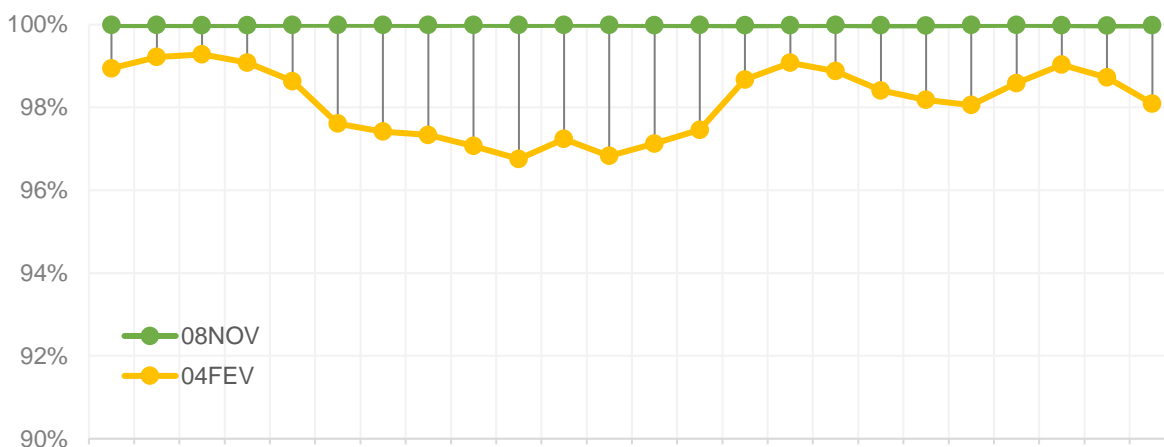


A **Figura 17** evidencia a variação do indicador disponibilidade de serviço (**Tabela 5**), ao longo das 24 horas do melhor e pior dias.

Tabela 5 – Disponibilidade de serviço no melhor e pior dias em 2020

Indicador	Dia	Disponibilidade de Serviço
Melhor	8 de novembro	≈100,0%
Pior	4 de fevereiro	98,2%

Figura 17 – Disponibilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias de 2020

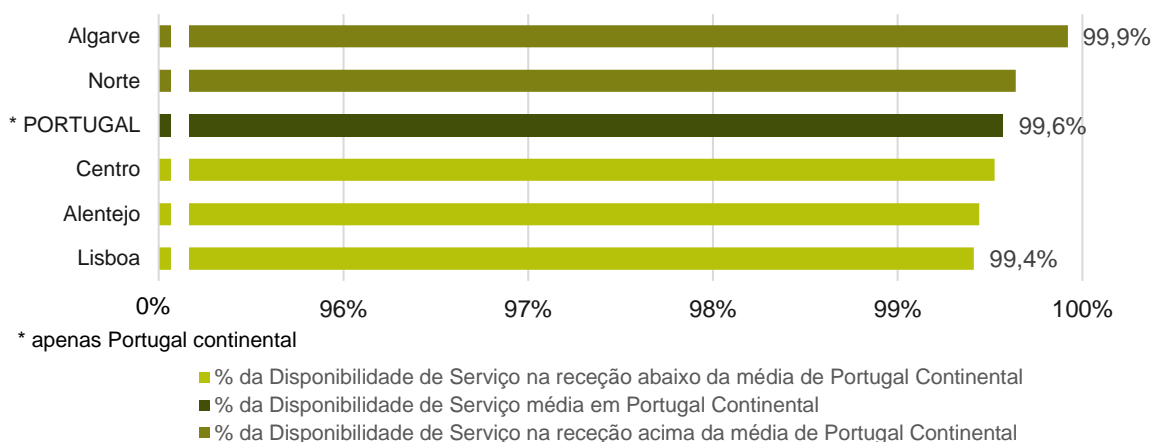


Disponibilidade de serviço por NUTS II

Neste estudo, consideram-se as definições do Decreto-Lei n.º 244/2002, de 5 de novembro, como referência para a delimitação das regiões NUTS II aqui adotadas.

Durante o ano de 2020 (**Figura 18**), o Algarve e a zona Norte destacaram-se por terem atingido valores acima da média de Portugal continental.

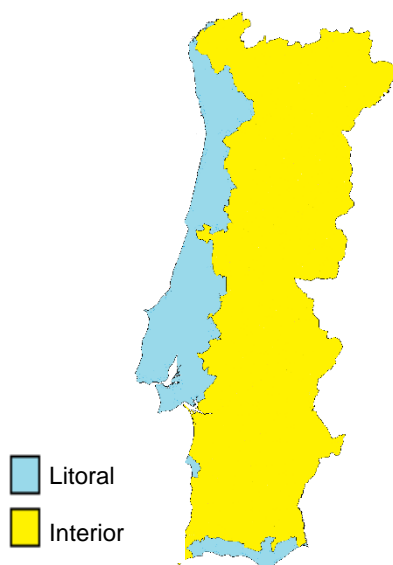
Figura 18 – Disponibilidade de serviço, por NUTS II, em 2020



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 assumem-se incluídas no Litoral (**Figura 19**).

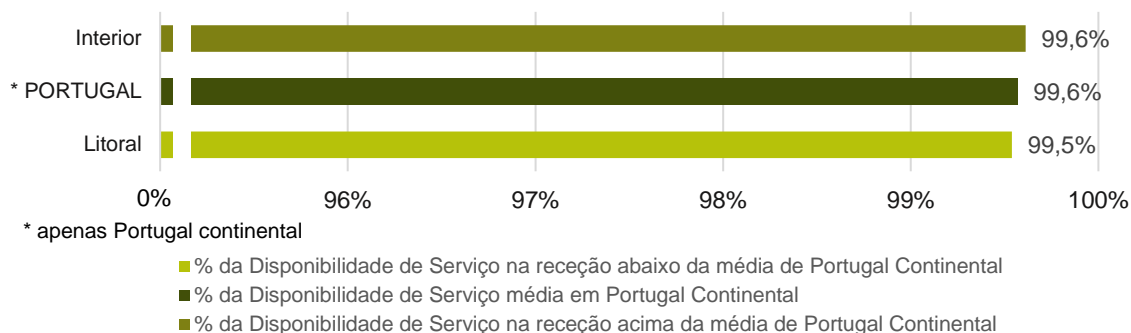
Figura 19 – Mapa das zonas Litoral/Interior



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

No horizonte temporal analisado, o Interior apresentou valores acima da média de Portugal continental, enquanto que o Litoral se posicionou abaixo desse limiar (**Figura 20**).

Figura 20 – Disponibilidade de serviço em 2020, por região



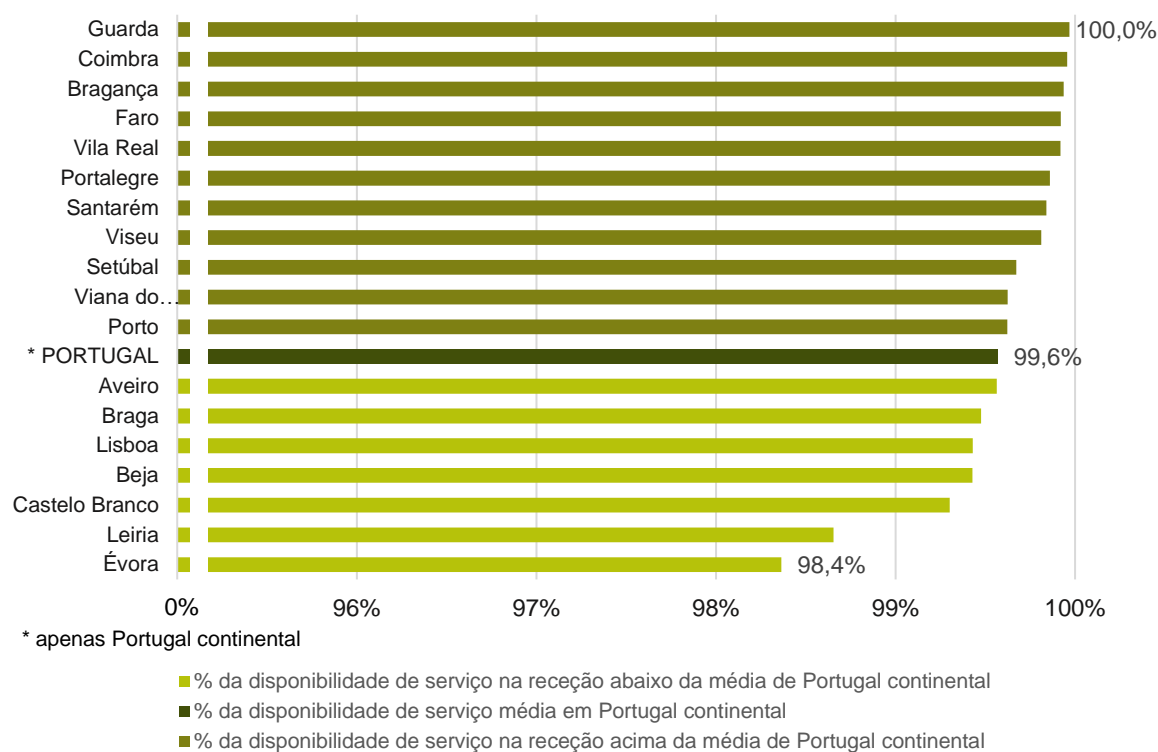
Disponibilidade de serviço por distrito

Em 2020, Guarda, Coimbra e Bragança foram os distritos onde se registou a maior disponibilidade de serviço, enquanto que, nos distritos de Évora, Leiria e Castelo Branco, foi onde se registou uma menor disponibilidade de serviço (Tabela 6 e Figura 21).

Tabela 6 – Disponibilidade de serviço, por distritos, em 2020

Distritos	População total do distrito	População com TDT, em percentagem	Disponibilidade de Serviço em 2020, em percentagem
Aveiro	714.351	90,41	99,56
Beja	152.706	68,12	99,43
Braga	848.444	95,68	99,48
Bragança	136.459	75,98	99,94
Castelo Branco	195.949	91,16	99,30
Coimbra	429.714	83,31	99,96
Évora	167.434	85,65	98,36
Faro	450.484	94,26	99,92
Guarda	160.931	79,48	99,97
Leiria	470.777	90,54	98,66
Lisboa	2.244.984	96,73	99,43
Portalegre	118.952	81,89	99,86
Porto	1.816.045	97,12	99,62
Santarém	454.444	85,10	99,84
Setúbal	849.842	97,30	99,67
Viana do Castelo	244.947	97,30	99,62
Vila Real	207.184	83,27	99,92
Viseu	378.166	84,19	99,81
Portugal continental	10.041.813	92,61	99,570

Figura 21 – Disponibilidade de serviço, por distritos, no ano 2020



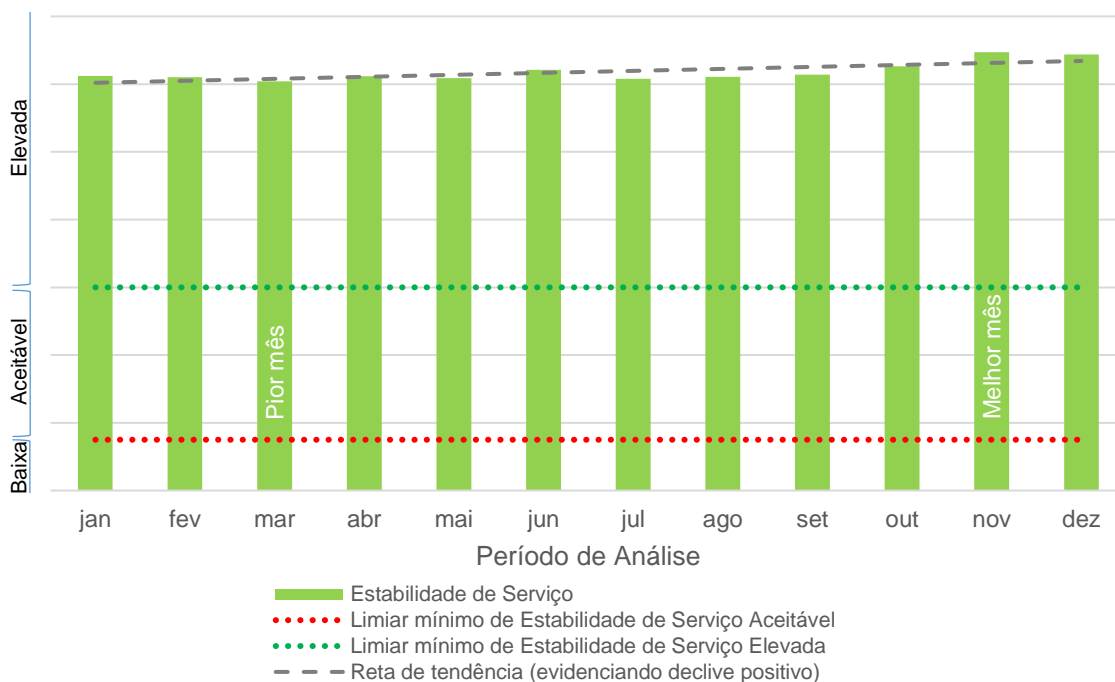
5.5.2. Estabilidade de serviço

Na **Figura 22** é representada a evolução mensal, ao longo do ano em análise, da estabilidade de serviço, observando-se uma tendência relativamente constante deste indicador.

Estabilidade de serviço mensal

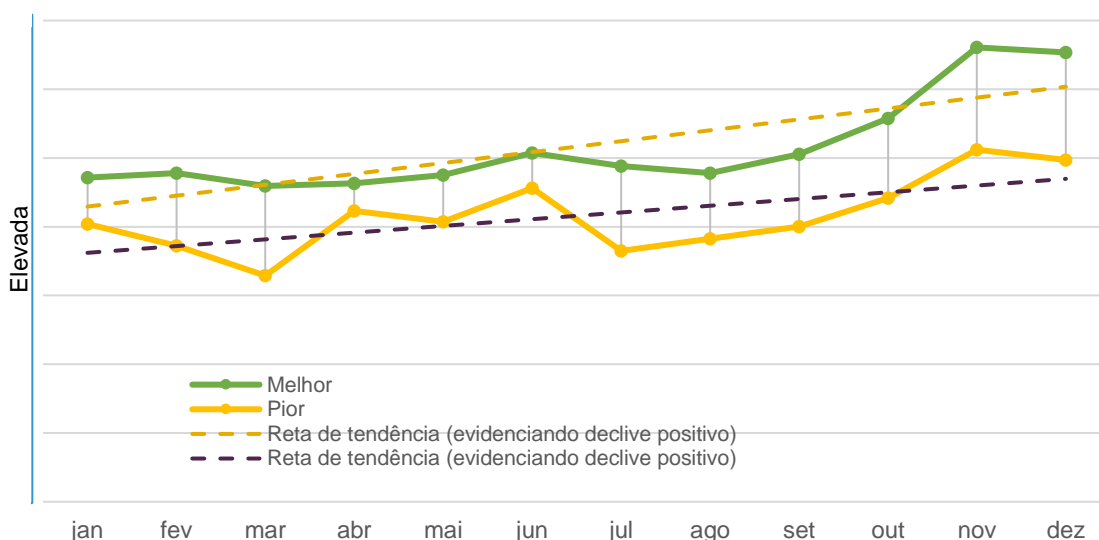
O indicador estabilidade de serviço mensal caracteriza a estabilidade do sinal TDT na receção e traduz, numa base mensal, a variação desse parâmetro ao longo do ano (**Figura 22**), verificando-se uma ligeira tendência de melhoria do indicador no período analisado.

Figura 22 – Estabilidade de serviço, em cada mês, em 2020



O gráfico da **Figura 23** 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 ano, verificando-se uma tendência de melhoria do indicador ao longo do período analisado.

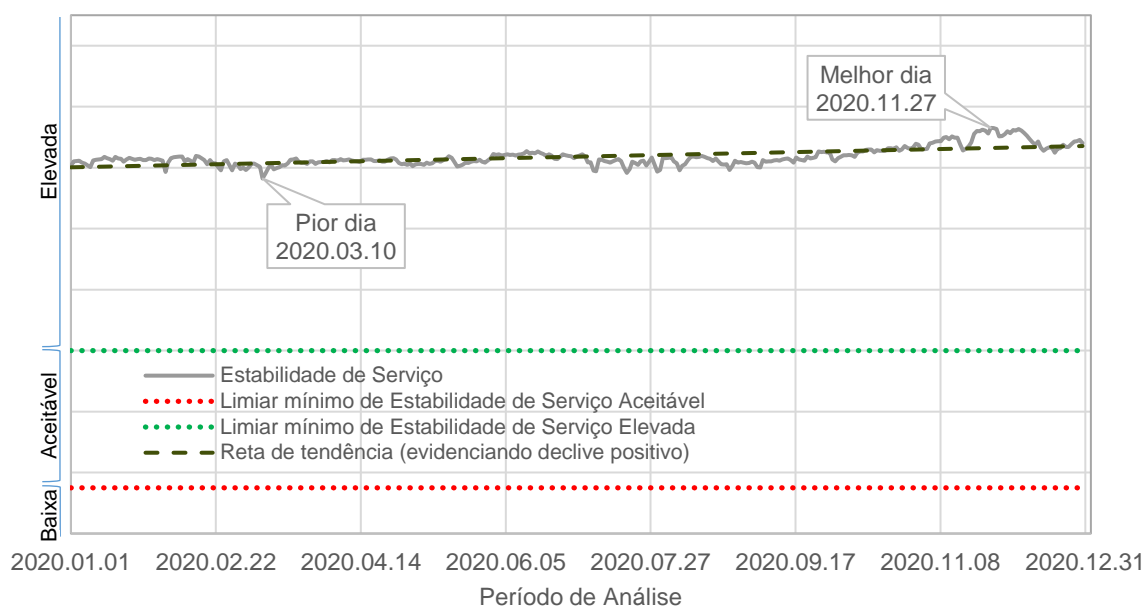
Figura 23 – Estabilidade de serviço, variação entre o melhor e pior valor mensal, em 2020



Estabilidade de serviço diária

Na **Figura 24**, é representada a evolução diária, ao longo do ano, do indicador estabilidade de serviço, observando-se uma melhoria deste indicador no período analisado.

Figura 24 – Estabilidade de serviço, em cada dia, em 2020



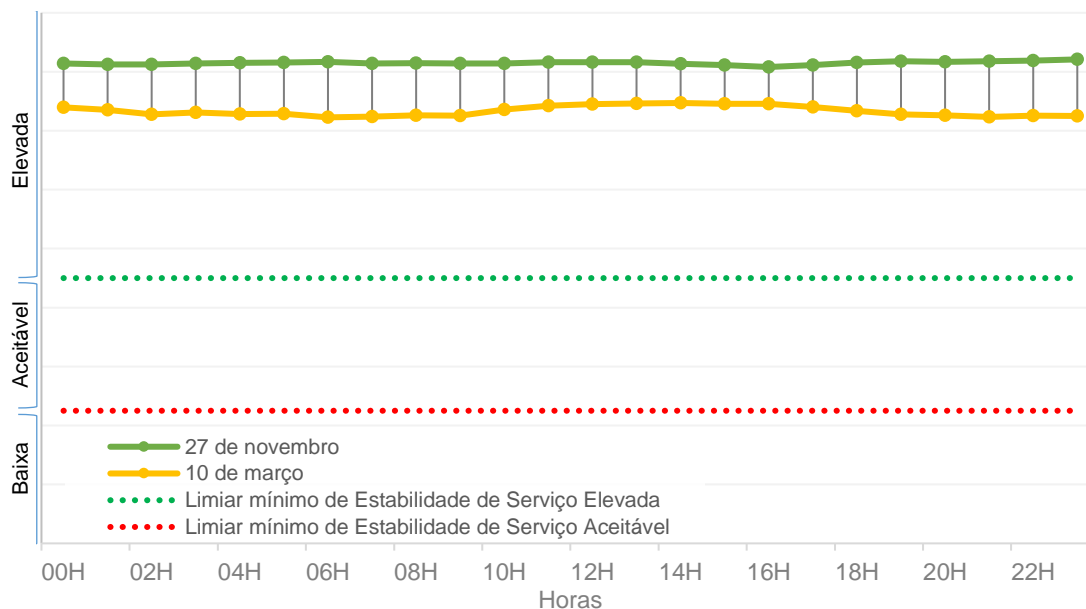
A

Figura 25 apresenta a estabilidade de serviço, nos melhor e pior dias do ano (**Tabela 7**), não se destacando diferenças assinaláveis entre ambos.

Tabela 7 – Estabilidade de serviço nos melhores dias de 2020

Indicador	Dia	Estabilidade de serviço
Melhor	27 de novembro	Elevada
Pior	10 de março	Elevada

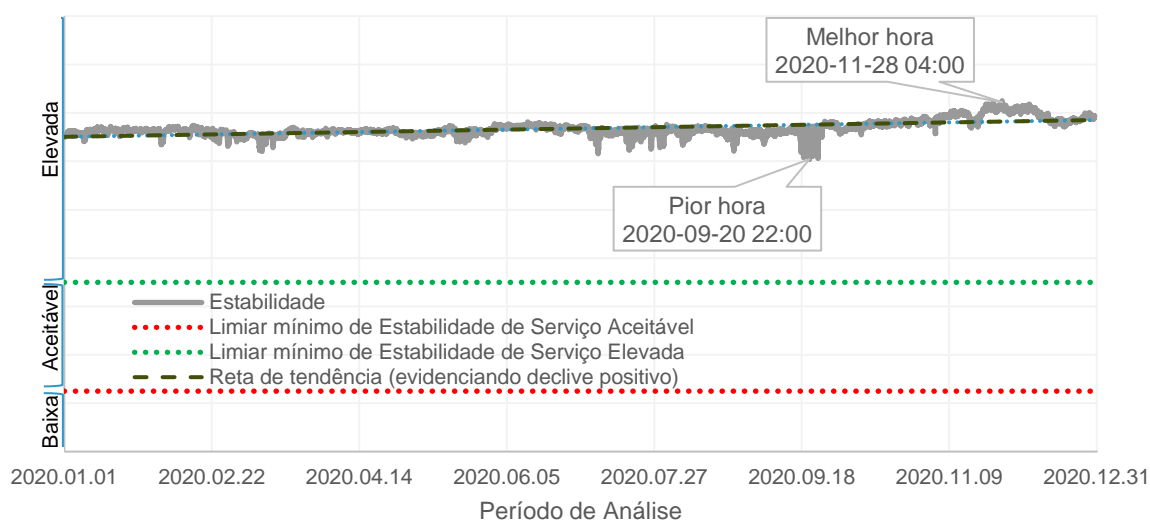
Figura 25 – Estabilidade de serviço, ao longo dos melhores e piores dias em 2020



Estabilidade de serviço horária

Na **Figura 26**, evidencia-se a estabilidade de serviço média, registada hora a hora, ao longo do ano, observando-se uma melhoria deste indicador no período analisado.

Figura 26 – Estabilidade de serviço, hora a hora, ao longo de 2020



Nota: estão representadas 17520 observações

Estabilidade de serviço por distrito

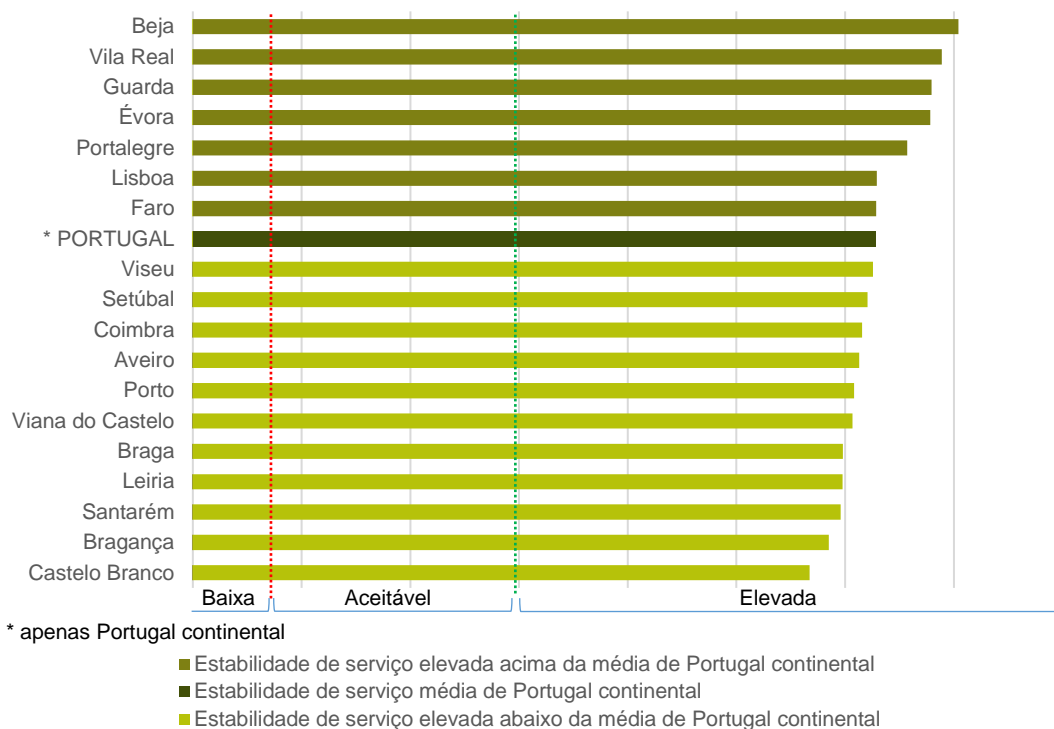
Beja, Vila Real e Guarda foram os distritos onde se registou, no ano de 2020, a melhor estabilidade de serviço, enquanto que os distritos de Castelo Branco, Bragança e Santarém registaram uma pior estabilidade de serviço (**Tabela 8**).

Ainda assim, ao longo do período em análise, os distritos de Beja, Évora, Faro, Guarda, Lisboa, Portalegre e Vila Real atingiram uma estabilidade de serviço superior à média nacional (**Figura 27**)

Tabela 8 – Disponibilidade de serviço, por distritos, em 2020

Distritos	População total do distrito	População com TDT, em percentagem	Estabilidade de serviço em 2020
Aveiro	714.351	90,41	Elevada
Beja	152.706	68,12	Elevada
Braga	848.444	95,68	Elevada
Bragança	136.459	75,98	Elevada
Castelo Branco	195.949	91,16	Elevada
Coimbra	429.714	83,31	Elevada
Évora	167.434	85,65	Elevada
Faro	450.484	94,26	Elevada
Guarda	160.931	79,48	Elevada
Leiria	470.777	90,54	Elevada
Lisboa	2.244.984	96,73	Elevada
Portalegre	118.952	81,89	Elevada
Porto	1.816.045	97,12	Elevada
Santarém	454.444	85,10	Elevada
Setúbal	849.842	97,30	Elevada
Viana do Castelo	244.947	97,30	Elevada
Vila Real	207.184	83,27	Elevada
Viseu	378.166	84,19	Elevada
Portugal continental	10.041.813	92,61	Elevada

Figura 27 – Estabilidade de serviço, por distritos, em 2020



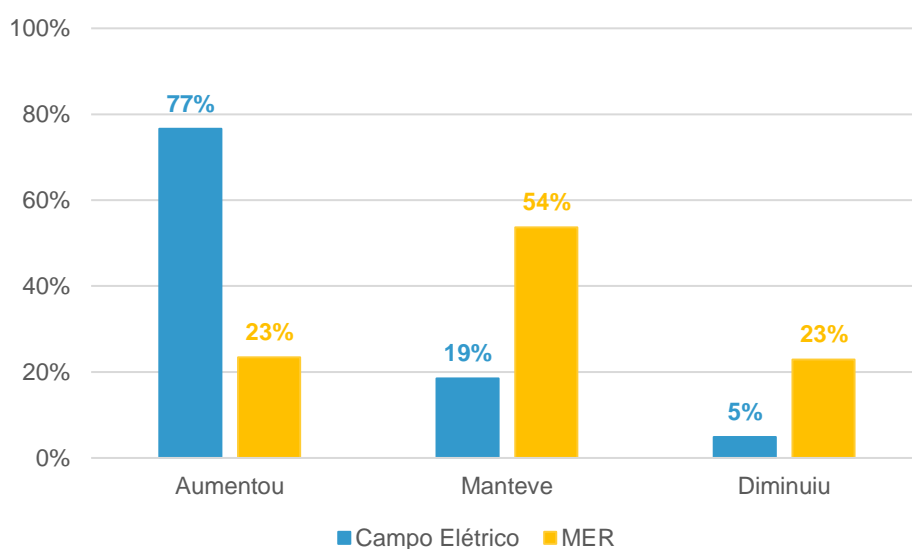
5.6. Variações na receção após a migração da TDT

Pretende-se com este capítulo dar uma primeira perspetiva das variações de sinal decorrentes do processo de migração da TDT, sendo que, para uma análise mais profunda, é necessário avaliar o comportamento das sondas durante um maior período de tempo.

Na maioria das sondas em que ocorreu a migração do canal de TDT, houve uma melhoria imediata das condições de receção, apesar de nos emissores migrados não terem ocorrido alterações nas suas potências de emissão, quer por as novas frequências permitirem um maior nível de sinal nos mesmos locais, quer por as antenas de receção terem melhores características de receção nos novos canais, ou mesmo por, dado ter deixado de existir uma rede SFN nacional e existir agora um conjunto de redes SFN regionais, haverem menos sinais de TDT, no mesmo canal, a chegarem a um determinado local, o que reduz a possibilidade de aparecerem problemas de autointerferências.

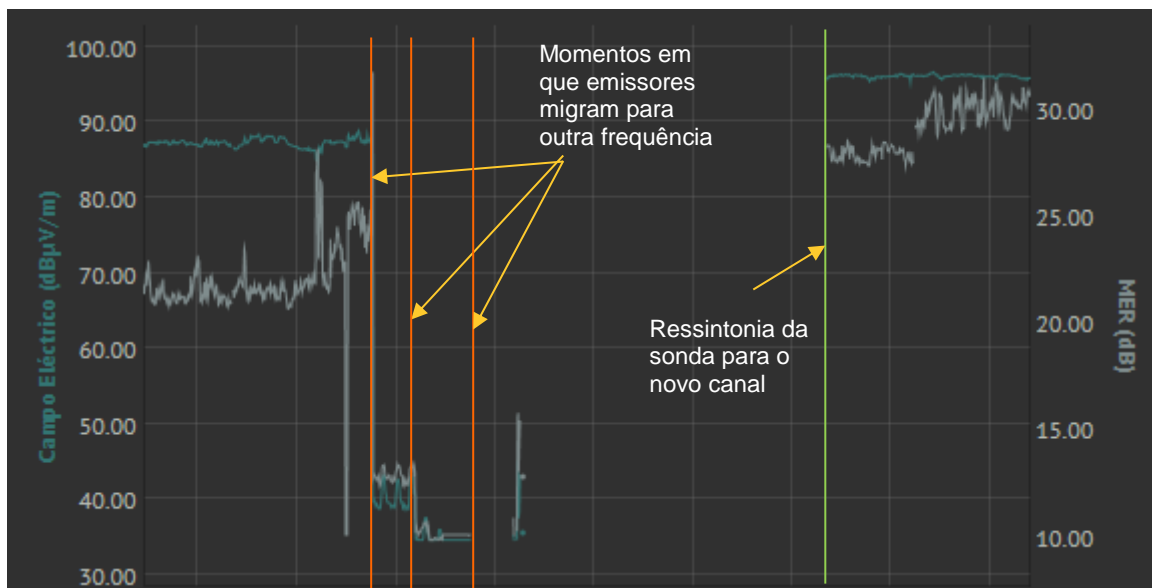
De um modo geral, apenas com os dados ainda disponíveis, verificou-se uma melhoria nos valores de campo elétrico em 77% das sondas afetadas pela migração da TDT e que 54% delas mantiveram o valor do parâmetro MER, conforme se pode ver na **Figura 28**. As sondas que apresentam valores menores em ambos os parâmetros, não evidenciam, na sua grande maioria, variações que impeçam a correta desmodulação do sinal de TDT, continuando a manter valores elevados. No entanto, só a análise dos valores recebidos pelas sondas de monitorização do sinal de TDT, por um período mais alargado, que permita uma maior comparação temporal, poderá permitir concluir sobre as variações ocorridas no local em que cada uma delas se localiza.

Figura 28 – Variação dos valores de campo elétrico e MER



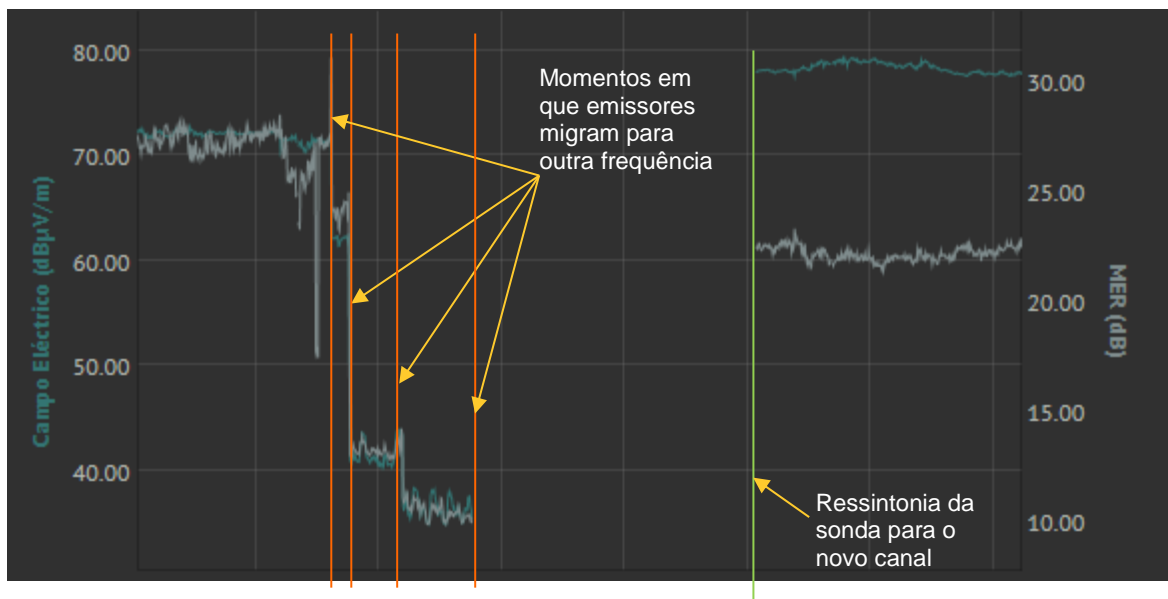
Apresentamos de seguida alguns exemplos de variações do valor de campo elétrico e de MER rececionados pelas sondas de monitorização do sinal de TDT, antes e depois da migração da TDT, para diferentes situações, como por exemplo, locais em que ambos os sinais melhoraram (**Figura 29**), bastante (quase 10 vezes mais) ao nível do campo elétrico traduzindo-se também, de forma bastante significativa no valor de MER.

Figura 29 – Campo Elétrico e MER melhoram



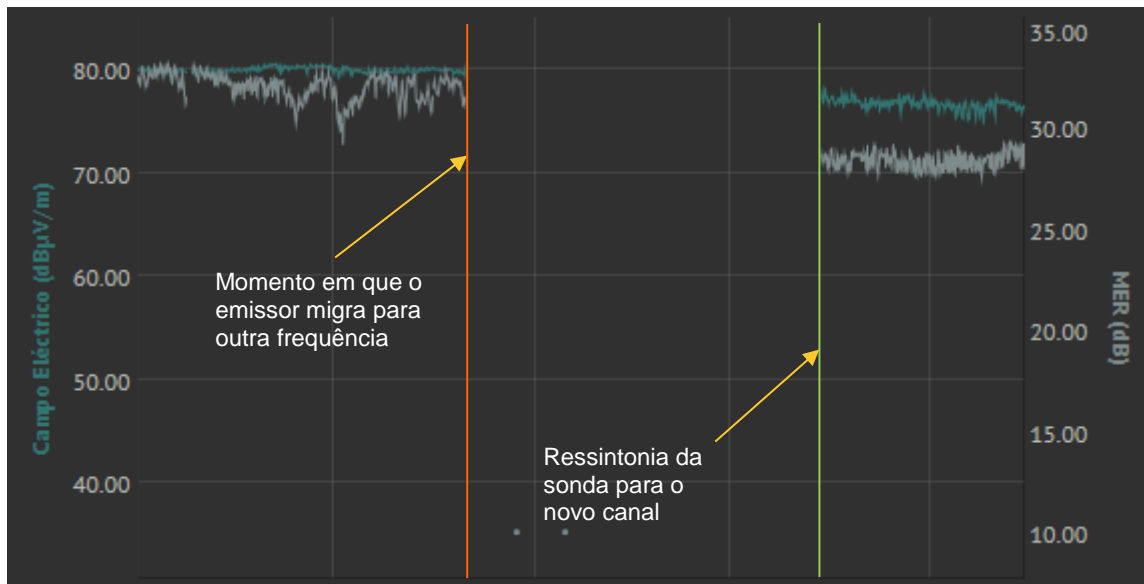
Local em que, apesar do campo elétrico ter melhorado, isso não se traduziu na melhoria significativa das condições de recepção do sinal de televisão (houve decréscimo do valor de MER (**Figura 30**), possivelmente por ainda não terem migrado todos os emissores que servem este local, no momento do registo).

Figura 30 – Campo elétrico melhora e MER diminui



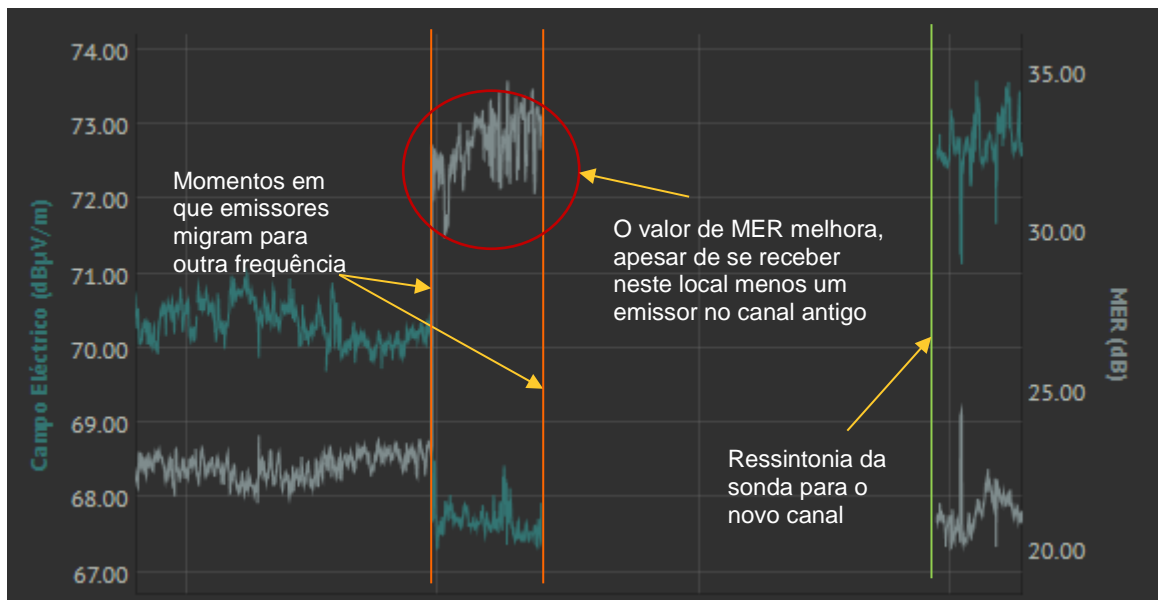
Exemplo de uma sonda em que ambos os parâmetros diminuíram de forma ligeira após a migração (**Figura 31**).

Figura 31 – Campo Eléctrico e MER diminuíram ligeiramente



Por fim, uma situação em que durante a migração dos diferentes emissores que são rececionados neste local, quando um deles altera a sua frequência, havendo menos campo elétrico, verifica-se uma melhoria do parâmetro MER (**Figura 32**).

Figura 32 – Valor de MER melhora apesar de haver menos campo elétrico



Esta é a demonstração do fenómeno da auto-interferência que acontece nesta e noutras redes de comunicações (como a da redes públicas móveis: 2G, 3G, 4G e a futura rede de 5G) que se resolve, evita, com um correto planeamento por parte do operadores.

Na verdade, quando o emissor que mudou de frequência, e por isso deixou de transmitir no canal em que inicialmente se encontrava, a recepção do sinal TDT passou a fazer-se com mais qualidade / estabilidade ao longo do tempo, conforme indica o parâmetro MER através da sua subida de valor.

Com valores de qualidade de MER mais elevados, a recepção instantânea do sinal continua a ser excelente, com a vantagem de poder acomodar variações (normalmente resultantes da propagação de sinal) que muito dificilmente afetarão a recepção permanente do sinal.

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.

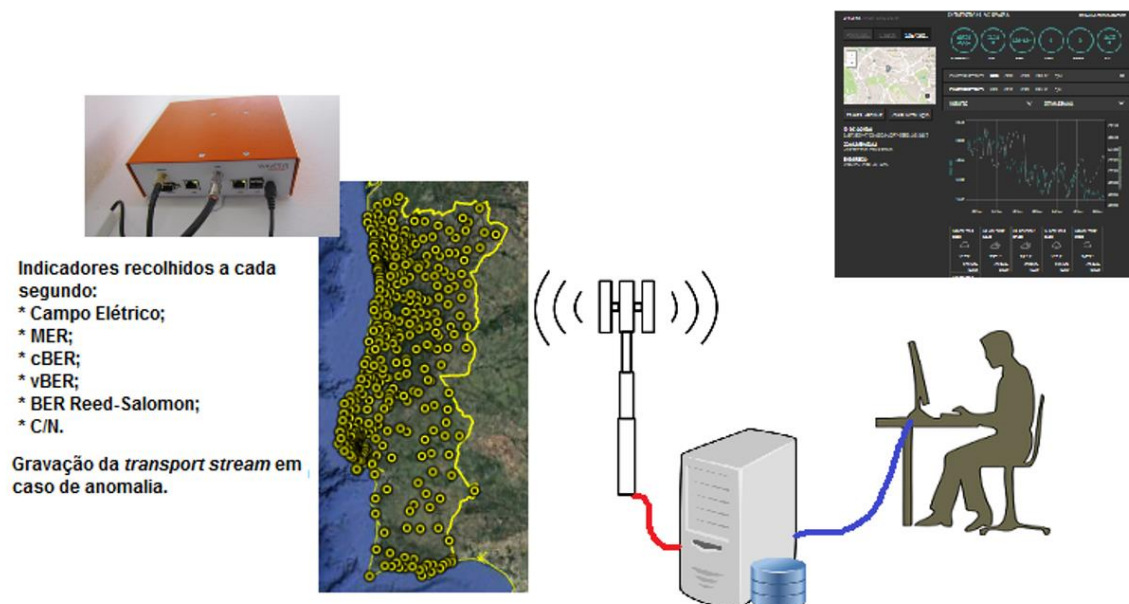
Pretendeu-se implementar uma solução tecnológica de baixo custo, flexível e o menos intrusiva possível, funcionando de forma autónoma e totalmente controlada remotamente. Embora houvesse no mercado produtos que respondiam parcialmente a alguns dos requisitos necessários, para além dos custos substancialmente 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 analisados⁹ ultrapassam o limiar mínimo para a correta receção do sinal de TDT fixado pelas normas e recomendações internacionais, nomeadamente, as emanadas pela International Telecommunication Union – Radiocommunication (ITU-R) (Anexo C).

⁹ 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.

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 edifícios¹⁰.

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.

¹⁰ 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 operador¹¹).

¹¹ <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

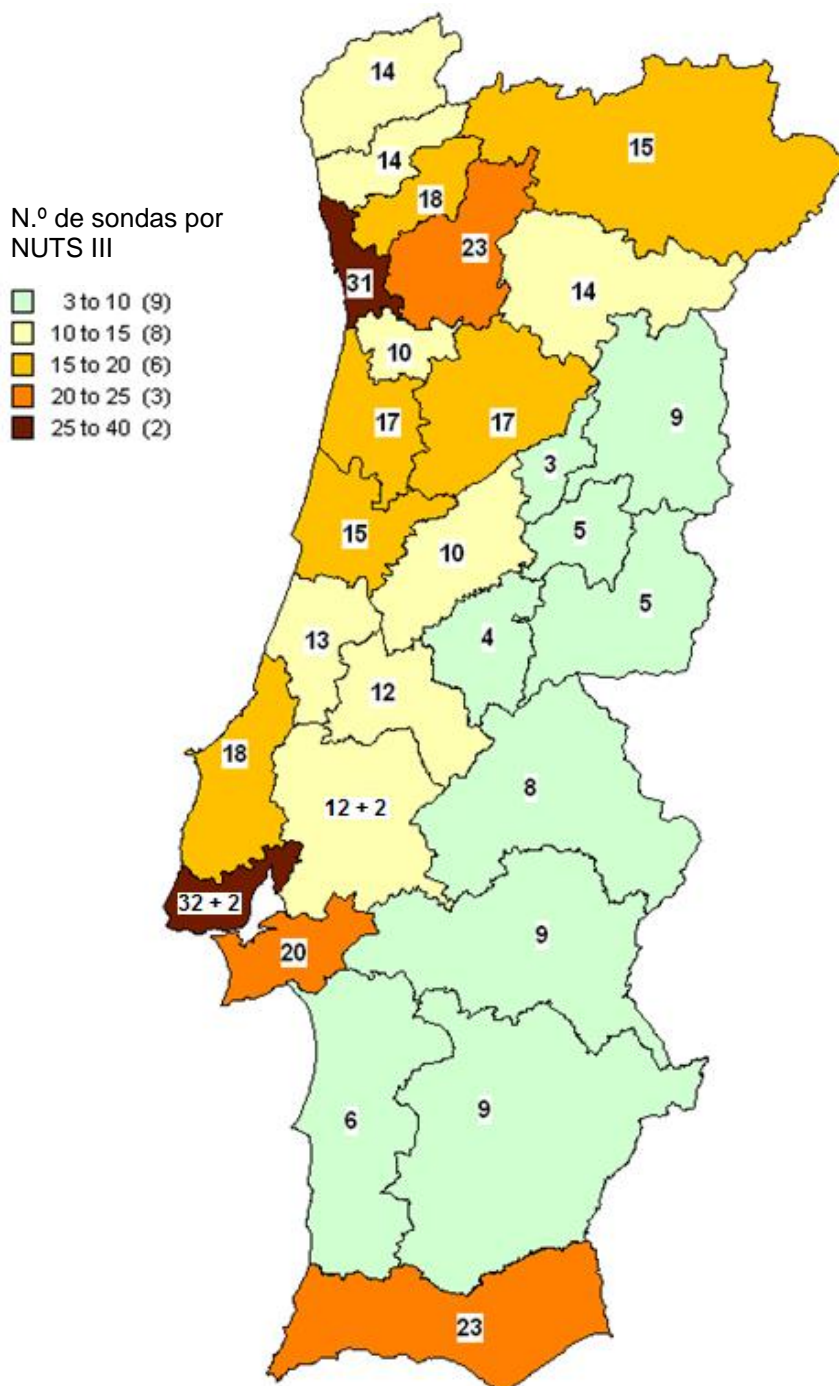
NUTS III	Dimensão amostral (5%)
Minho-Lima	14
Cávado	14
Ave	18
Grande Porto	31
Tâmega	23
Entre Douro e Vouga	10
Douro	14
Alto Trás-os-Montes	15
Baixo Vouga	17
Baixo Mondego	15
Pinhal Litoral	13
Pinhal Interior Norte	10
Dão-Lafões	17
Pinhal Interior Sul	4
Serra da Estrela	3
Beira Interior Norte	9
Beira 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

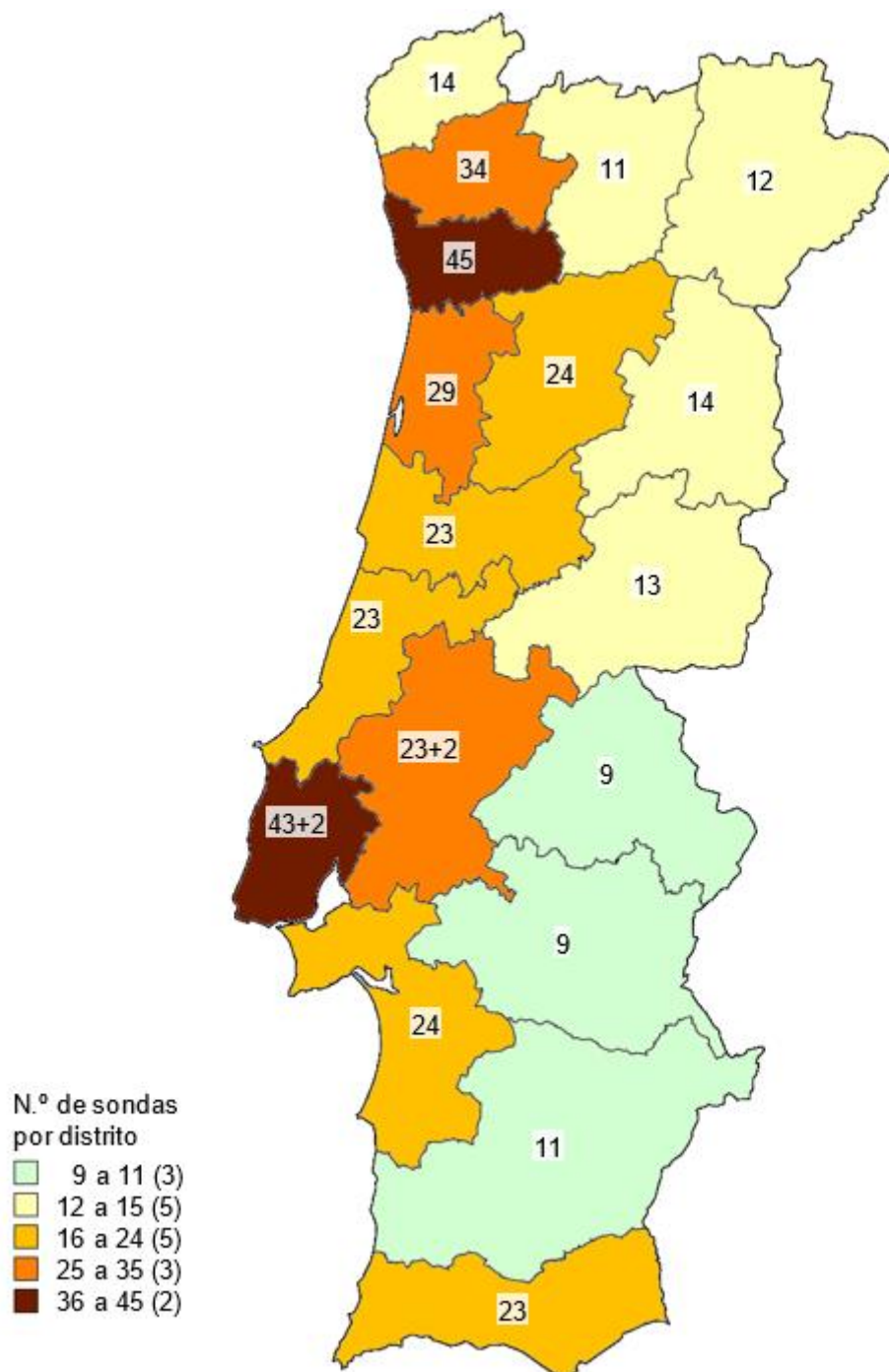
Distrito	Dimensão amostral (5%)
Aveiro	29
Beja	11
Braga	34
Bragança	12
Castelo Branco	13
Coimbra	23
Évora	9
Faro	23
Guarda	14
Leiria	23
Lisboa	43 + 2**
Portalegre	9
Porto	45
Santarém	23 + 2**
Setúbal	24
Viana do Castelo	14
Vila Real	13
Viseu	24
Portugal continental	386* + 4**

* 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.

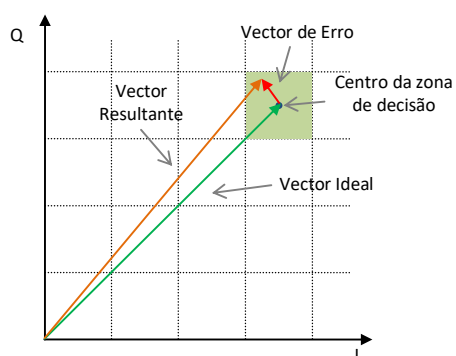
A intensidade de Campo Elétrico medida resulta da combinação dos sinais recebidos diretamente, com os resultantes de eventuais ecos ou reflexões ocorridos em obstruções decorrentes da orografia do terreno ou causados por sinais provenientes de outros emissores.

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

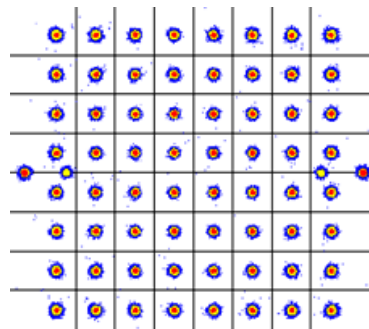
$(\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)$: Vetor de erro

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

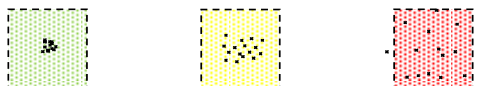


A concentração de símbolos descodificados junto a um ponto esperado da constelação permite avaliar a qualidade do sinal rececionado, sendo que, quanto mais concentrados estiverem os símbolos descodificados, em torno de um dado ponto, melhor é a qualidade do sinal rececionado, pois significa que o vetor 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.

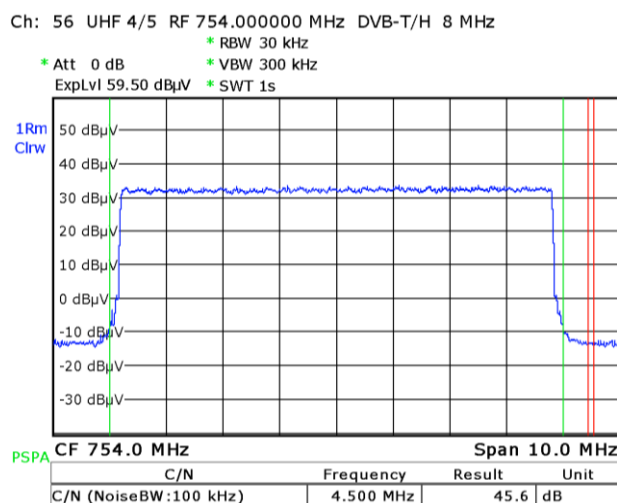
Espectro OFDM do Sinal de DVB-T

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.

QUALIDADE DE SERVIÇO TDT

Análise dos dados recolhidos pela Rede
de Monitorização Nacional de Sondas
TDT da ANACOM em 2020



Lisboa (Sede)

Av. José Malhoa, 12
1099 - 017 Lisboa
Portugal
Tel: (+351) 217211000
Fax: (+351) 217211001

Porto

Rua Direita do Viso, 59
4250 - 198 Porto
Portugal
Tel: (+351) 226198000

Açores

Rua dos Valados, 18 - Relva
9500 - 652 Ponta Delgada
Portugal
Tel: (+351) 296302040

Madeira

Rua Vale das Neves, 19
9060 - 325 S. Gonçalo - Funchal
Portugal
Tel: (+351) 291790200



Atendimento ao público

800206665
info@anacom.pt

www.anacom.pt
Dezembro 2021