

**SÉRGIO ANTUNES
JOSÉ PEDRO BORREGO
FÁBIO PINTO DA SILVA**

REDE DE SONDAS TDT

1. O estabelecimento da TDT em Portugal

A televisão digital terrestre (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, por via hertziana, recorrendo a tecnologias de transmissão digitais.

A TDT tem um papel fundamental na sociedade, pois permite o acesso gratuito, livre e permanente à informação e aos serviços de programas televisivos.

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, gravação de programas e pausa da emissão, dependendo dos equipamentos terminais utilizados. 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, e que diferentes emissores possam 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 Plataforma de Televisão Digital Portuguesa, S. A. (PTDP) uma licença de âmbito nacional. No entanto, após terem sido ultrapassados os prazos estipulados para o início da operação da rede, e depois da PTDP indicar não ser possível iniciar a exploração comercial por razões alheias à sua vontade, nem indicar prazos para tal, foi revogado o ato de atribuição à PTDP de uma licença para o estabelecimento e exploração de uma plataforma de televisão digital terrestre, por despacho ministerial de 25 de março de 2003.

Em 2008 foi lançado um 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. Neste concurso foi apresentada uma única candidatura, a da PT Comunicações (PTC), atual MEO, que, por reunir os requisitos exigidos, viu ser-lhe 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 ainda em funcionamento.

A difusão do sinal digital de televisão faz-se através da rede do operador, a MEO, de dois modos:

- 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.

2. 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 (interferências provocadas por outros emissores da rede de difusão, cujos sinais, previsivelmente, não deveriam chegar ao local de receção em causa) que impediram o acesso aos canais disponibilizados na TDT, numa área considerável do território continental, durante algumas horas ao longo de uma semana. A pedido da ANACOM, o operador apresentou uma solução técnica para mitigar o problema, no mais curto espaço de tempo possível, que contemplava a entrada em funcionamento de três novos emissores em multifrequência – Monte da Virgem (canal 42), Lousã (canal 46) e Montejunto (canal 49)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 televisão digital terrestre. 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.

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

¹ <https://www.anacom.pt/>.

essa razão, a ANACOM optou por promover a conceção de um sistema/sonda de raiz, através do desenvolvimento de tecnologia à medida.

3. A rede de sondas TDT

Como o objetivo era avaliar a cobertura TDT (por via terrestre) nas zonas do país em que o sinal chega por essa via, a unidade amostral considerada foram 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 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 que viva no mesmo prédio, mas noutro andar ou apartamento.

Para instalar as sondas recorreu-se a edifícios de entidades públicas localizados em zonas de cobertura terrestre (segundo informação disponibilizada pelo operador)², orientando a antena de receção, que se encontra a aproximadamente 10 m de altura, para o *best server*, de modo a «reproduzir» uma instalação típica de um utilizador (direção do melhor sinal), o que segue a filosofia de base subjacente à Recomendação ITU-R SM-1875, garantindo-se que a instalação apresenta a integridade necessária, de acordo com as melhores práticas.

Todo o procedimento de instalação foi gerido com recurso a uma aplicação instalada num *tablet*, para garantir que eram cumpridos todos os passos considerados para a instalação, permitindo uma uniformização de métodos entre todas as equipas instaladoras, registar os dados de instalação, contabilizar os ganhos e perdas do sistema global de receção e gerar um relatório individual de instalação, com todos os dados técnicos relevantes.

A distribuição das trezentas e noventa sondas da rede (figura 1) obedeceu a critérios estatísticos baseados nos Censos 2011, através da definição de 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 (Tabela 1).



FIGURA 1 — Instalação de receção das sondas TDT

Fonte: ANACOM

² <http://tdt.telecom.pt>

As sondas da rede 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.

TABELA 1 – 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.

** 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

Este importante conjunto de meios tecnológicos, que passou a estar ao dispor da ANACOM em setembro de 2014, veio reforçar a sua capacidade de analisar e responder, numa perspetiva integrada e muito mais focalizada, às solicitações que lhe eram dirigidas. Adicionalmente, passa a estar disponível um conjunto de informação muito relevante para a tomada de decisões relativas ao acompanhamento e evolução da rede TDT.

Este projeto promovido pela ANACOM e que tem uma vincada componente de investigação e desenvolvimento (I&D) foi implementado por um consórcio nacional, escolhido por concurso público internacional, constituído por duas empresas

de base tecnológica, a Ubiwhere, L.^{da}, 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 Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência — Laboratório Associado (INESC-TEC) da Faculdade de Engenharia do Porto (FEUP). Para a instalação das sondas no terreno, a ANACOM contou com o apoio da Associação Nacional de Freguesias (ANAFRE) que mobilizou 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. A rede de sondas de monitorização de TDT é inovadora a nível mundial, assenta em conhecimento e tecnologia 100 % portugueses, e tem despertado bastante interesse a nível internacional.

O volume de dados recolhidos pela rede de sondas (figura 2) resulta da agregação de um conjunto de seis parâmetros por sonda, medidos a cada segundo, que perfazem dezenas de milhares de 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 ESPER², que permite analisar séries, normalmente associadas a conjuntos de megadados (*big data*), em tempo real, também usado, por exemplo, em centrais nucleares³, e vocacionado e otimizado para o tratamento em tempo útil de informação estatística relevante.

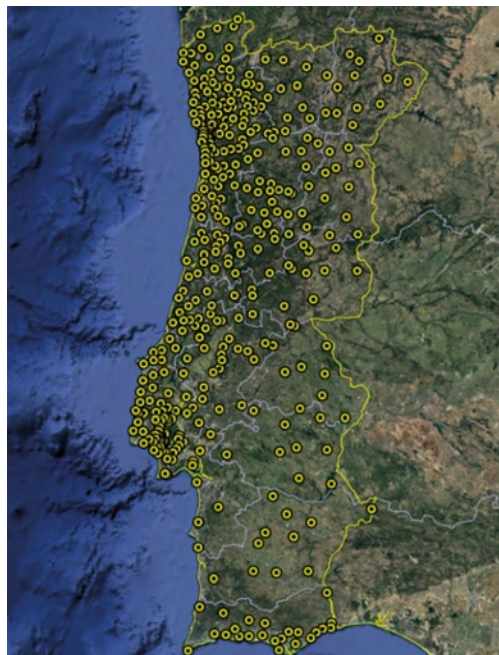


FIGURA 2 — Localização das sondas

Fonte: Google Earth, 2018

4. As sondas como fonte de dados e avaliação da qualidade de serviço

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, consequentemente, 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 (figura 3).

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.

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).

² <http://www.espertech.com/>.

³ <https://dzone.com/>.

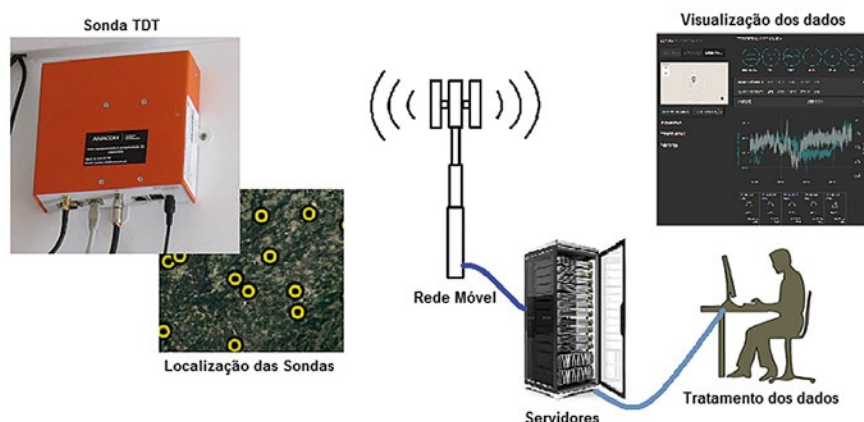


FIGURA 3 — Diagrama da rede de sondas de TDT

Fonte: ANACOM

Com os dados recolhidos pela rede de sondas 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.

Da informação recolhida pela rede de sondas de monitorização do serviço de TDT 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:

4.1. 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).

Considera-se que existe disponibilidade de serviço sempre que o sinal da TDT apresenta características técnicas cujos parâmetros analisados 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).

4.2. Estabilidade de serviço

A estabilidade de serviço foi definida de acordo com normas e recomendações internacionais e permite inferir sobre a estabilidade de receção do sinal TDT. 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.

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). Considera-se, por isso, 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 (Tabela 2).

TABELA 2 – Níveis de estabilidade de serviço

Valor combinado	Níveis de estabilidade de serviço
≥ 24 dB	Elevada
≥ 19,5 dB e < 24 dB	Aceitável
< 19,5 dB	Baixa

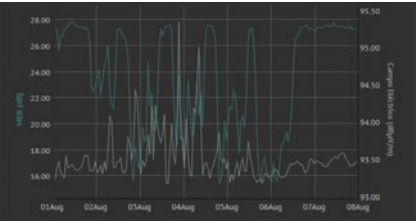
Fonte: ANACOM

5. Uma ilustração do potencial de análise

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

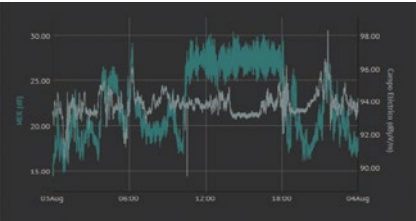
A título ilustrativo, os gráficos seguintes exibem os indicadores registados aquando da onda de calor em 2018, em que as figuras 4, 5, 6 e 7 evidenciam as assinaturas de impacto ao nível das várias frequências de observação possíveis. Podendo ainda ser analisada, para um conjunto de sondas, ou sonda individual, a sua distribuição estatística com recurso a histogramas (figura 8).

FIGURA 4 – Gráfico da análise semanal



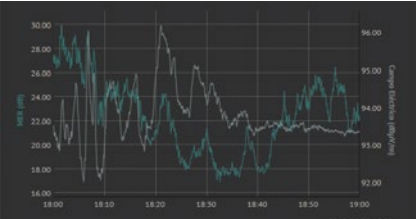
Nota: 1209 600 valores representados, agrupados em períodos de 30 minutos.
Fonte: ANACOM

FIGURA 5 – Gráfico da análise diária



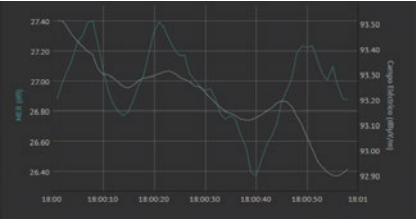
Nota: 172 800 valores representados
Fonte: ANACOM

FIGURA 6 – Gráfico da análise horária

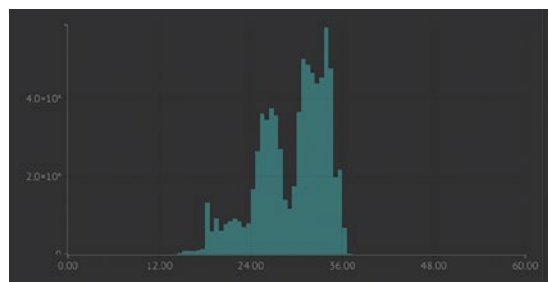


Nota: 7 200 valores representados
Fonte: ANACOM

FIGURA 7 – Gráfico da análise de um minuto

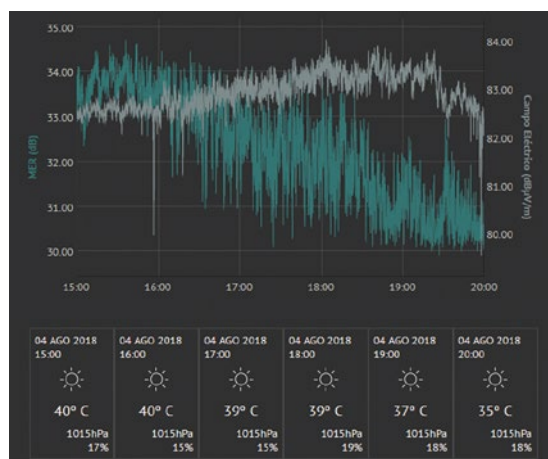


Nota: 120 valores representados
Fonte: ANACOM

FIGURA 8 – Histograma do valor de MER para o distrito de Lisboa (período de 30 dias)

Fonte: ANACOM

Adicionalmente, é ainda registada informação meteorológica georreferenciada que permite estudar eventuais correlações entre as medições das sondas e as condições meteorológicas que se faziam sentir na altura e no local onde foram obtidas (figura 9).

FIGURA 9 – Exemplo da informação meteorológica disponibilizada

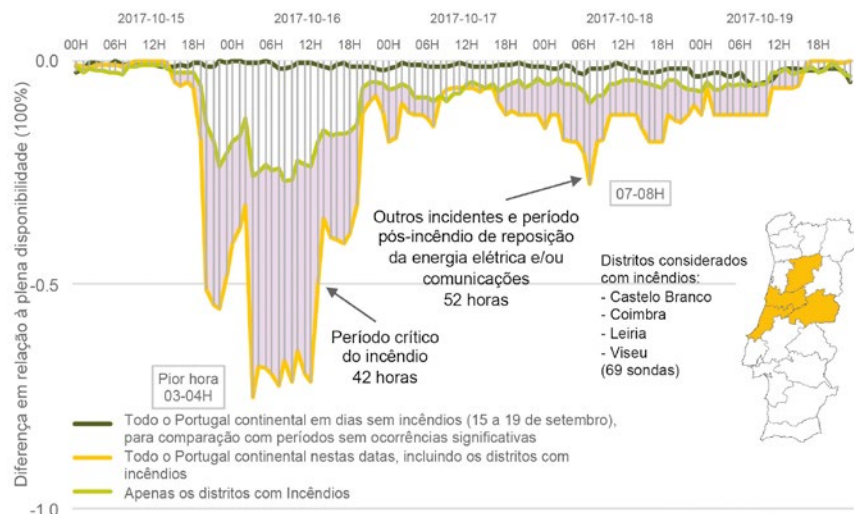
Fonte: ANACOM

6. Sensibilidade às perturbações ambientais

O tratamento dos dados permite observar 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, com o litoral a registar habitualmente uma maior disponibilidade de serviço face ao interior.

A informação reunida permitiu ainda avaliar o impacto de eventos singulares como os incêndios florestais, nomeadamente os de outubro de 2017, a partir da degradação dos indicadores analisados (figura 10).

FIGURA 10 – Variação da disponibilidade de serviço face à plena disponibilidade, por ocasião dos incêndios em 16 de outubro de 2017



Fonte: ANACOM

7. Conclusões

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. Passou a ser possível recolher elementos diretamente a partir do terreno que permitem avaliar a qualidade da receção/cobertura bem como detetar eventuais problemas em tempo real.

