



RELATÓRIO
QUALIDADE DE SERVIÇO TDT
Análise dos Dados recolhidos pela Rede de Monitorização Nacional de
Sondas TDT da ANACOM

2016

dezembro de 2016

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
dBd	Decibel relativamente ao ganho de um dipolo linear de meia onda
dBi	Decibel relativamente ao ganho de uma antena pontual isotrópica
dBm	Decibel relativamente a uma potência de referência de 1 mW
DTH	Direct to Home
DUF	Direito de Utilização de Frequências
DVB-H	Digital Video Broadcasting – Handheld
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power (PIRE)
EN	European Norm
ERP	Equivalent Radiated Power (PAR)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDD	Frequency Division Duplex
FX	Fixed External (Receção Fixa Exterior)
GPS	Global Positioning System
HD	High Definition
ITU	International Telecommunication Union
ITU-R	International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector
KML	Keyhole Markup Language
MER	Modulation Error Ratio
μ	Média de uma variável
MFN	Multi-Frequency Network
MPEG	Moving Picture Experts Group
MUX	Multiplexer
MUX A	Multiplexer A
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAR	Potência Aparente Radiada
PC	Personal Computer
PI	Portable Indoor
PIRE	Potência Isotrópica Radiada Equivalente
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
RF	Radiofrequência

RMS	Root Mean Square
RR	Radio Regulations
RS	Reed-Solomon
RS232	Recommended Standard 232
SFN	Single Frequency Network
σ	Desvio Padrão de uma variável
σ^2	Variância de uma variável
SNR	Signal-to-Noise Ratio (Relação Sinal-Ruído)
TDD	Time Division Duplex
TDT	Televisão Digital Terrestre
TV	Televisão
UHF	Ultra High Frequency
UL	Up Link
USB	Universal Serial Bus
vBER	BER após o decodificador de Viterbi (Viterbi BER)
WGS84	World Geodetic System, 1984

Índice

Índice	4
Lista de Figuras	6
Lista de Tabelas	8
1 Sumário Executivo	9
1.1 Enquadramento Geral	9
1.2 Principais Resultados e Conclusões	10
2 Aferição da Qualidade de Serviço	12
2.1 Objetivo	12
2.2 Indicadores utilizados: <i>disponibilidade de serviço</i> e <i>estabilidade de serviço</i>	12
2.2.1 <i>Disponibilidade de Serviço</i>	12
2.2.2 <i>Estabilidade de Serviço</i>	12
3 Metodologia	13
3.1 Sistemas de Medição e Aquisição de Dados	13
3.1.1 <i>Rede de Sondas de Monitorização de TDT</i>	13
3.2 Parâmetros Técnicos e Indicadores de Qualidade e Desempenho	15
4 Amostra	17
4.1 Dimensão da Amostra.....	17
4.2 Estratificação da Amostra	18
4.2.1 <i>Critério de Seleção dos Edifícios</i>	18
4.2.2 <i>Distribuição por NUTS III</i>	18
4.2.3 <i>Distribuição por Distritos do Continente</i>	21
4.3 Recolha de Dados.....	23
5 Resultados	23
5.1 <i>Disponibilidade de Serviço</i>	23
5.1.1 <i>Disponibilidade de Serviço semestral, trimestral e mensal</i>	23
5.1.1.1 <i>Disponibilidade de serviço trimestral: Melhor trimestre</i>	25
5.1.1.2 <i>Disponibilidade de serviço trimestral: Pior trimestre</i>	25
5.1.1.3 <i>Disponibilidade de serviço mensal: Melhor mês</i>	26
5.1.1.4 <i>Disponibilidade de serviço mensal: Pior mês</i>	26
5.1.2 <i>Disponibilidade de Serviço Diária</i>	26
5.1.2.1 <i>Disponibilidade de serviço diária: Melhor dia</i>	28
5.1.2.2 <i>Disponibilidade de serviço diária: Pior dia</i>	30
5.1.3 <i>Disponibilidade de Serviço Geográfica, por distritos</i>	32
5.1.3.1 <i>Disponibilidade de serviço geográfica, em 2016, por distritos</i>	32
5.1.3.2 <i>Disponibilidade de serviço geográfica: semestral, por distritos</i>	35

5.2	<i>Estabilidade de Serviço</i>	41
5.2.1	<i>Estabilidade de Serviço semestral, trimestral e mensal</i>	41
5.2.1.1	<i>Estabilidade de serviço trimestral: Melhor trimestre</i>	43
5.2.1.2	<i>Estabilidade de serviço trimestral: Pior trimestre</i>	43
5.2.1.3	<i>Estabilidade de serviço mensal: Melhor mês</i>	43
5.2.1.4	<i>Estabilidade de serviço mensal: Pior mês</i>	43
5.2.2	<i>Estabilidade de Serviço Diária</i>	44
5.2.2.1	<i>Estabilidade de serviço diária: Melhor dia</i>	46
5.2.2.2	<i>Estabilidade de serviço diária: Pior dia</i>	48
5.2.3	<i>Estabilidade de Serviço Horária</i>	50
5.2.3.1	<i>Estabilidade de serviço horária: Melhor hora</i>	53
5.2.3.2	<i>Estabilidade de serviço horária: Pior hora</i>	54
5.2.4	<i>Estabilidade de serviço Geográfica, por Distritos</i>	55
5.2.4.1	<i>Estabilidade de serviço geográfica: 2016, por distritos</i>	55
5.2.4.2	<i>Estabilidade de serviço geográfica: semestral, por distritos</i>	59
5.2.4.3	<i>Estabilidade de serviço geográfica: Horária, no ano 2016, por distritos</i>	65
6	Anexo A: Parâmetros Técnicos do Sinal de DVB-T Recolhidos	70
6.1	Intensidade de Campo Elétrico.....	70
6.2	Modulation Error Ratio (MER).....	70
6.2.1	<i>Diagrama de Constelação</i>	71
6.3	Bit Error Ratio (BER).....	72
6.3.1	<i>Bit Error Ratio before Viterbi (cBER)</i>	72
6.3.2	<i>Bit Error Ratio after Viterbi (vBER)</i>	72
6.3.3	<i>Bit Error Ratio after Reed-Solomon (BER RS)</i>	72
6.4	Relação Portadora-Ruído (C/N).....	73
6.4.1	<i>Espectro OFDM do Sinal de DVB-T</i>	73
7	Anexo B: Limiares de Referência	74
7.1	Campo Elétrico.....	74
7.2	Modulation Error Ratio (MER).....	75

Lista de Figuras

Figura 1 – Gráfico da qualidade de serviço da TDT, por distritos, no ano 2016.....	10
Figura 2 – Diagrama da Rede de Sondas de TDT	14
Figura 3 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por NUTS III, utilizando o número de edifícios	20
Figura 4 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente, utilizando o número de edifícios	22
Figura 5 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , em cada semestre do ano 2016	24
Figura 6 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , em cada trimestre, do ano 2016.....	24
Figura 7 - <i>Disponibilidade de Serviço</i> , em cada mês, do ano 2016.....	25
Figura 8 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , em cada dia, no ano 2016	27
Figura 9 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> em cada dia, no 1.º semestre de 2016	27
Figura 10 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> em cada dia, no 2.º semestre de 2016	28
Figura 11 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , ao longo do melhor dia do 1.º semestre de 2016	29
Figura 12 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , ao longo do melhor dia do 2.º semestre de 2016	29
Figura 13 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , ao longo do pior dia do 1.º semestre de 2016	30
Figura 14 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , ao longo do pior dia 2.º semestre de 2016	31
Figura 15 – Gráfico da <i>Disponibilidade de Serviço</i> , por distritos, no ano 2016	33
Figura 16 – Mapa da <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no ano 2016	34
Figura 17 – Gráfico da <i>Disponibilidade de Serviço</i> , por distritos, no 1.º semestre de 2016.....	36
Figura 18 – Mapa da <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no 1.º semestre de 2016	37
Figura 19 – Gráfico da <i>Disponibilidade de Serviço</i> , por distritos, no 2.º semestre de 2016.....	39
Figura 20 – Mapa da <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no 2.º semestre de 2016	40
Figura 21 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , em cada semestre do ano 2016.....	41
Figura 22 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , em cada trimestre, do ano 2016.....	42
Figura 23 - <i>Estabilidade de Serviço</i> , em cada mês, do ano 2016.....	42
Figura 24 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , em cada dia, do ano 2016.....	44
Figura 25 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , em cada dia, do 1.º semestre de 2016.....	45
Figura 26 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , em cada dia, do 2.º semestre de 2016.....	45
Figura 27 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , ao longo do melhor dia do 1.º semestre de 2016.....	46
Figura 28 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , ao longo do melhor dia do 2.º semestre de 2016.....	47
Figura 29 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , ao longo do pior dia do 1.º semestre de 2016	48
Figura 30 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , ao longo do pior dia do 2.º semestre de 2016.....	49
Figura 31 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , nas 24 horas de um dia médio, no ano 2016	50
Figura 32 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , nas 24 horas de um dia médio, do 1.º semestre de 2016	51
Figura 33 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , nas 24 horas de um dia médio, do 2.º semestre de 2016	51
Figura 34 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , hora a hora, ao longo do ano 2016	52
Figura 35 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , hora a hora, ao longo do 1.º semestre de 2016	52
Figura 36 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , hora a hora, ao longo do 2.º semestre de 2016	53

Figura 37 – Gráfico da <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, no ano 2016	57
Figura 38 – Mapa da <i>Estabilidade de Serviço</i> , no ano 2016	58
Figura 39 – Gráfico da <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, no 1.º semestre de 2016	60
Figura 40 – Mapa da <i>Estabilidade de Serviço</i> , no 1.º semestre de 2016	61
Figura 41 – Gráfico da <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, no 2.º semestre de 2016	63
Figura 42 – Mapa da <i>Estabilidade de Serviço</i> , no 2.º semestre de 2016	64
Figura 43 – Referencial I-Q de Constelação da Modulação QAM	70
Figura 44 – Diagrama de Constelação 64-QAM.....	71
Figura 45 – Concentração dos símbolos decodificados em torno do ponto ótimo pertencente à constelação	72
Figura 46 – Espectro OFDM de um sinal de DVB-T (canal 56), usado no cálculo da C/N	73

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Níveis de Estabilidade de Serviço	16
Tabela 2 – Dimensão da amostra, por erro amostral	18
Tabela 3 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por NUTS III, utilizando o número de edifícios.....	19
Tabela 4 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente, utilizando o número de edifícios	21
Tabela 5 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> nos melhores dias dos semestres de 2016	28
Tabela 6 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> nos piores dias de 2016.....	30
Tabela 7 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no ano 2016 (melhores distritos)	32
Tabela 8 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no ano 2016 (piores distritos)	32
Tabela 9 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , por distritos, no ano 2016	33
Tabela 10 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no 1.º Semestre de 2016 (melhores distritos).....	35
Tabela 11 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no 1.º Semestre de 2016 (piores distritos).....	35
Tabela 12 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , por distritos, no 1.º Semestre de 2016.....	36
Tabela 13 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no 2.º Semestre de 2016 (melhores distritos).....	38
Tabela 14 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , no 2.º Semestre de 2016 (piores distritos).....	38
Tabela 15 – <i>Disponibilidade de Serviço</i> , por distritos, no 2.º Semestre de 2016.....	39
Tabela 16 – <i>Estabilidade de Serviço</i> nos melhores dias dos semestres de 2016	46
Tabela 17 – <i>Estabilidade de Serviço</i> nos piores dias dos semestres de 2016	48
Tabela 18 – Hora de maior <i>Estabilidade de Serviço</i> , por semestre, no ano 2016	54
Tabela 19 – Hora de menor <i>Estabilidade de Serviço</i> , por semestre, no 2.º semestre de 2016.....	54
Tabela 20 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , no ano 2016 (melhores distritos)	56
Tabela 21 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , no ano 2016 (piores distritos)	56
Tabela 22 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, no ano 2016	57
Tabela 23 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , no 1.º Semestre de 2016 (melhores distritos)	59
Tabela 24 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , no 1.º Semestre de 2016 (piores distritos)	59
Tabela 25 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, no 1.º Semestre de 2016	60
Tabela 26 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , no 2.º Semestre de 2016 (melhores distritos)	62
Tabela 27 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , no 2.º Semestre de 2016 (piores distritos)	62
Tabela 28 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, no 2.º Semestre de 2016	63
Tabela 29 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, por período horário, no ano 2016.....	66
Tabela 30 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, por período horário, no 1.º semestre de 2016.....	67
Tabela 31 – <i>Estabilidade de Serviço</i> , por distritos, por período horário, no 2.º semestre de 2016.....	68
Tabela 32 – C/N mínima de um sinal de DVB-T (64-QAM, 2/3)	75

1 Sumário Executivo

1.1 Enquadramento Geral

O acesso gratuito à televisão digital é efetuado através de duas alternativas possíveis:

- por via terrestre (TDT), através da rede de frequência única (SFN) no canal 56 ou da rede de multifrequência (MFN) em *overlay*;
- por via satélite (DTH).

A informação recolhida pela rede de sondas de monitorização do serviço de **Televisão Digital Terrestre** (doravante designado por **TDT**) permite obter conclusões sob duas perspetivas: i) a *disponibilidade de serviço*¹ na receção e ii) a *estabilidade de serviço*² na receção.

A *disponibilidade de serviço* (o serviço encontra-se disponível) verifica-se sempre que o sinal de **TDT** difundido pelo operador permite a correta receção do serviço de televisão.

A *estabilidade de serviço* é um indicador que tem em conta o grau de variabilidade das características do sinal TDT que são determinantes para a *disponibilidade de serviço* no momento.

Os resultados apresentados ao longo deste relatório deverão ser entendidos como valores globais médios, obtidos no período ou circunstâncias especificadas.

O relatório “QoS TDT” de 2016 suportar-se-á nos cerca de 60 mil milhões de registos, provenientes de, em média, 320 sondas por trimestre, e apresentará de forma cumulativa os resultados verificados ao longo de todo o ano 2016, sendo que o detalhe poderá ser encontrado nos relatórios semestrais e trimestrais realizados.

O objetivo deste relatório sobre a Qualidade de Serviço da TDT é dar a conhecer a qualidade de serviço da rede TDT, de forma simples. Na ferramenta que a ANACOM disponibiliza no seu *site*, é possível ter-se uma perspetiva diária do comportamento da rede TDT, complementando a informação que periodicamente a ANACOM produz sobre a Qualidade de Serviço da TDT (QoS TDT).

¹ De forma simples, *disponibilidade de serviço* mede a percentagem de tempo, em determinado período, em que o acesso ao sinal de televisão se faz sem interrupções

² De forma simples, *estabilidade de serviço* permite inferir sobre a estabilidade de receção do sinal TDT e classifica-se em três níveis: **elevada**, **aceitável** e **baixa**.

1.2 Principais Resultados e Conclusões

Globalmente, o tratamento da informação recolhida pela rede de monitorização do serviço da TDT leva à conclusão que, durante o ano 2016, em grande parte do país onde há cobertura TDT, a receção do serviço ocorreu sem problemas, i.e., a receção de televisão fez-se de forma quase permanente e sem interrupções.

Em termos médios, a qualidade do sinal da TDT no **ano 2016** foi muito boa, com valores de **disponibilidade de serviço próximos dos 100%** e nível de **estabilidade de serviço quase sempre elevada**, tendo **Aveiro** sido o distrito em que durante mais tempo não foi possível receber o sinal de televisão e **Setúbal** o distrito em que houve maior número de períodos (apesar de de pequena duração) de intermitência na receção de televisão, i.e., a períodos largos de boa receção de televisão seguiram-se períodos de muito menor duração, em que a receção não foi possível. Globalmente, **Guarda** com maiores tempos de receção de serviço, e **Beja**, ao longo de todo o período, com o menor número de interrupções na receção de televisão, foram os distritos do país com os melhores resultados, durante o **ano 2016**.

Ao longo de todo o país, no **ano 2016**, a qualidade de serviço da TDT resume-se no gráfico abaixo:

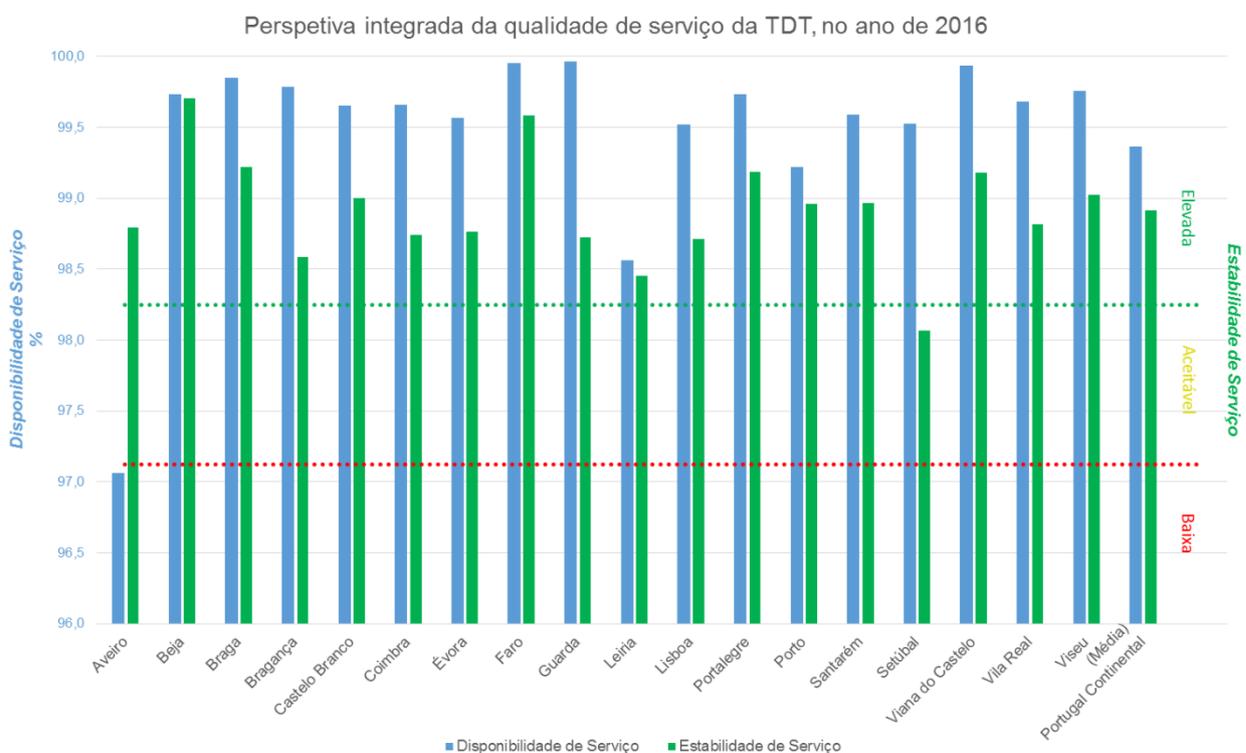


Figura 1 – Gráfico da qualidade de serviço da TDT, por distritos, no ano 2016

Do ponto de vista da efetiva capacidade de recepção da TDT, o ano 2016 foi caracterizado por uma *disponibilidade de serviço* de **99,37 %**, sendo que o melhor e o pior dia ocorreram nos dias **9 de janeiro de 2016** e **8 de junho de 2016** e apresentaram níveis de *disponibilidade de serviço* diária de **99,96 %** e **95,35 %**, respetivamente.

Dos doze meses do ano, aquele em que a rede TDT apresentou melhor desempenho, com *disponibilidade de serviço* de **99,77 %**, foi o mês de **janeiro de 2016**, enquanto o mês com uma *disponibilidade de serviço* mais baixa, com **98,83 %**, foi **julho de 2016**.

Quanto à *estabilidade de serviço*, o ano 2016 caracterizou-se por ser um período em que a *estabilidade de serviço* foi **elevada**.

Os meses com maior e menor *estabilidade de serviço* foram, respetivamente, **dezembro de 2016** e **julho de 2016**. Os dias com maior e menor *estabilidade de serviço* foram, respetivamente, **3 de dezembro de 2016** e **8 de junho de 2016**.

Ao longo de todo o ano, a hora em que a rede se apresentou mais estável, com menos variações, para a recepção do sinal da TDT foi a das **12 horas (das 12:00 às 13:00)**, enquanto que a pior hora, ainda que com *estabilidade de serviço* **elevada**, foi a da **1 hora (das 1:00 às 2:00)**.

2 Aferição da Qualidade de Serviço

2.1 Objetivo

Com este estudo pretende-se analisar a qualidade do sinal de televisão digital distribuído por via terrestre, na perspetiva do utilizador/cidadão que se localiza em zona de cobertura TDT.

Para o efeito, baseou-se essa análise em informação que é recolhida, segundo a segundo, em zonas com cobertura TDT, através de equipamentos especificamente desenvolvidos para o efeito, sondas, que fazem uso de instalações de receção idênticas/similares às que o utilizador comum utiliza para receber televisão.

2.2 Indicadores utilizados: *disponibilidade de serviço e estabilidade de serviço*

2.2.1 DISPONIBILIDADE DE SERVIÇO

A *disponibilidade de serviço* traduz, para quem se encontra a ver televisão, se houve ou não interrupções no acesso ao serviço. Várias poderão ser as razões que justificam essas interrupções ou “falhas temporárias do sinal”, nomeadamente falhas de energia, vandalismo sobre as infraestruturas dos emissores, intempéries, incêndios florestais e auto-interferências (interferências provocadas por sinais provenientes de outros emissores da rede, que chegam à instalação de receção fora do intervalo de guarda).

2.2.2 ESTABILIDADE DE SERVIÇO

Consoante as horas, os dias, os meses e as localizações existem maiores ou menores variações do sinal recebido e registado pelas sondas da rede de monitorização da TDT.

Dadas as características dos equipamentos de receção (televisores e set top boxes), uns de melhor qualidade do que outros, tais variações poderão traduzir-se em inacessibilidades temporárias ao serviço de televisão.

Criou-se assim o indicador *estabilidade de serviço* para dar conta da variação da qualidade do sinal recebido, durante um determinado período de tempo e em determinada localização.

Definiram-se para o efeito três níveis de *estabilidade de serviço*:

- receção *muito estável* em que o acesso ao serviço é garantido, com probabilidades quase nulas de ser interrompido (*estabilidade de serviço elevada*);
- receção *estável* em que pontualmente algumas instalações (as mais fragilizadas, por falta de manutenção, por exemplo) terão problemas na receção do sinal (*estabilidade de serviço aceitável*);
- receção *com instabilidade*, em que os momentos com e sem acesso ao serviço se sucedem com alguma frequência (*estabilidade de serviço baixa*).

3 Metodologia

3.1 Sistemas de Medição e Aquisição de Dados

3.1.1 REDE DE SONDAS DE MONITORIZAÇÃO DE TDT

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, 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 2 ilustra a arquitetura (topologia) e funcionalidades da rede de sondas, implementada no território continental.

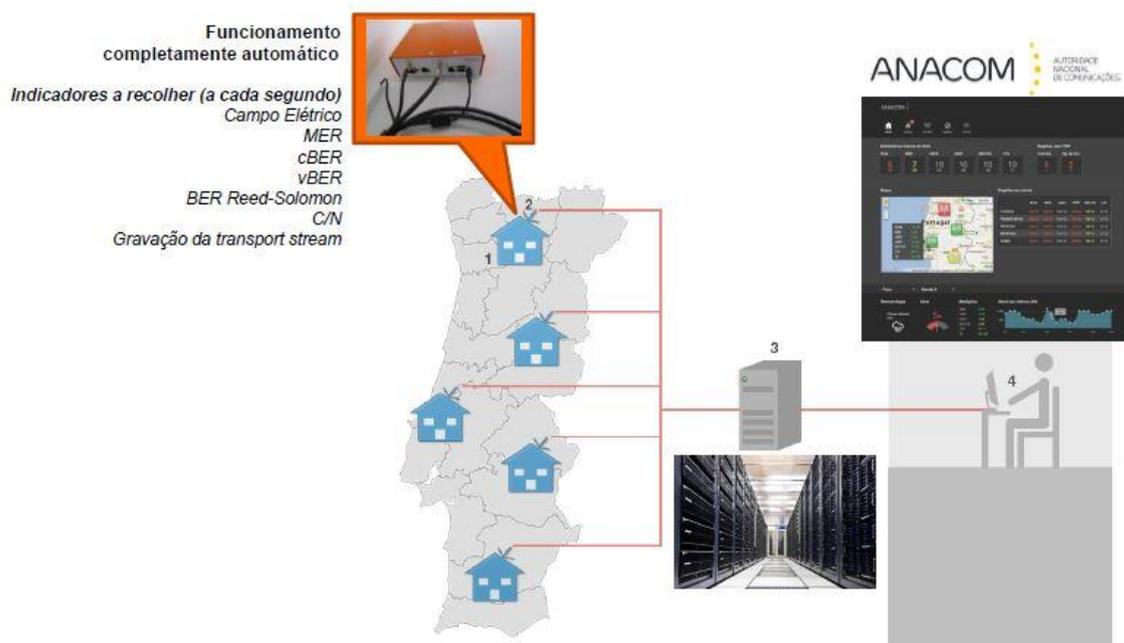


Figura 2 – Diagrama da Rede de Sondas de TDT

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.

3.2 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 analisados³ ultrapassam o limiar mínimo para a correta receção do sinal de TDT fixado pelas normas e recomendações internacionais, nomeadamente, as emanadas pela UIT-R (Anexo B).

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 B).

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 1.

³ No **Anexo A**, descrevem-se, em pormenor, todos os parâmetros técnicos recolhidos pelas sondas e, no **Anexo B**, detalham-se os cálculos dos limiares mínimos dos parâmetros técnicos usados nas análises apresentadas neste documento.

Tabela 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 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.

4 Amostra

4.1 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 cerca de 3,4 milhões de edifícios⁴.

No que respeita ao território geográfico, Portugal continental tem uma superfície de cerca 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 2, melhorar o erro amostral exigiria um aumento considerável do número de sondas a instalar.

⁴ 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 2 – Dimensão da amostra, por erro amostral

	<i>Erro amostral</i>		
	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 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)**.

4.2 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.

4.2.1 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 operador⁵).

4.2.2 DISTRIBUIÇÃO POR NUTS III

A Tabela 3 e o mapa da Figura 3 refletem a distribuição da amostra por NUTS III, com base na variável de estratificação considerada, para um erro amostral de 5%.

⁵ <http://tdt.telecom.pt>

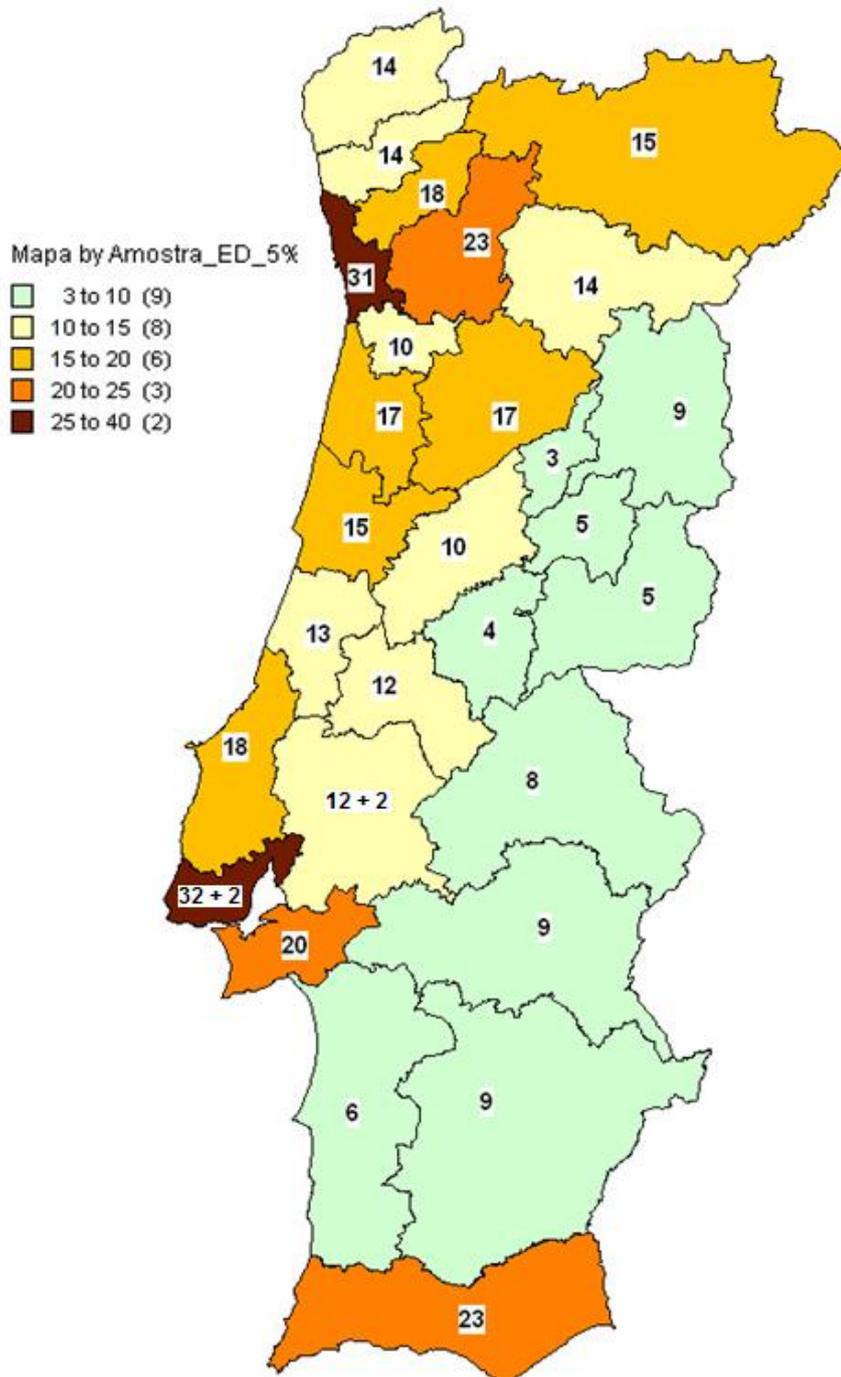
Tabela 3 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por NUTS III, utilizando o número de edifícios

<i>NUTS III</i>	<i>Dimensão amostral (5%)</i>
Portugal continental	386* + 4**
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

* 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.



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

Figura 3 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por NUTS III, utilizando o número de edifícios

4.2.3 DISTRIBUIÇÃO POR DISTRITOS DO CONTINENTE

A distribuição da amostra por NUTS III foi posteriormente reafectada pelos distritos do continente conforme apresentado na Tabela 4 e no mapa da Figura 4.

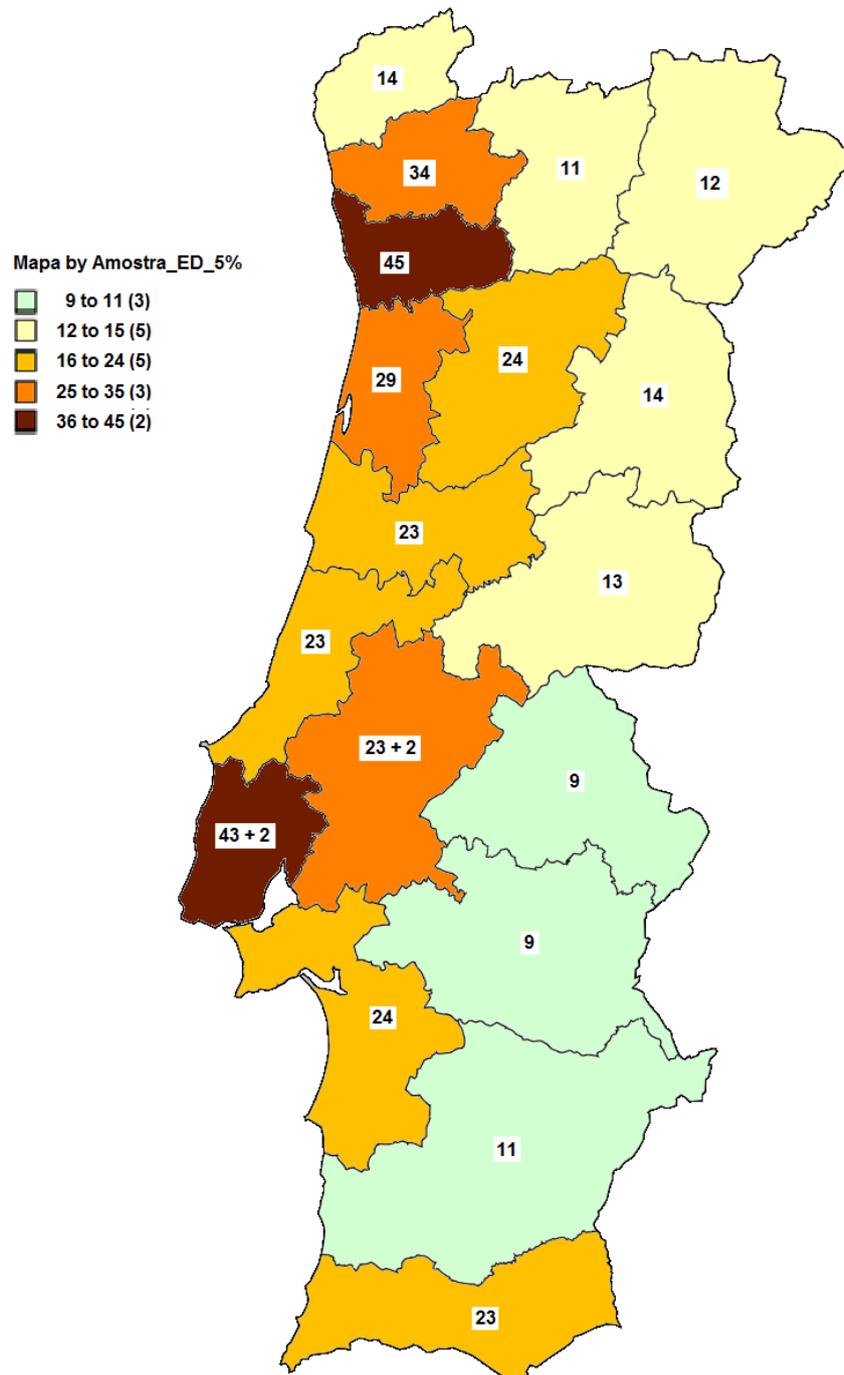
Tabela 4 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente, utilizando o número de edifícios

<i>Distrito</i>	<i>Dimensão amostral (5%)</i>
Portugal continental	386* + 4**
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

* 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.



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

Figura 4 – Estratificação da amostra (erro amostral de 5%), por distritos do continente, utilizando o número de edifícios

4.3 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. Pelos motivos aduzidos, os resultados do ano 2016 baseiam-se nos registos dos vários trimestres de 2016 obtidos com, em média, **320 sondas⁶ por trimestre**.

5 Resultados

5.1 Disponibilidade de Serviço

Detalhar-se-ão em seguida os resultados que é possível extrair da rede de monitorização da TDT nas perspetivas que abaixo se identificam.

5.1.1 DISPONIBILIDADE DE SERVIÇO SEMESTRAL, TRIMESTRAL E MENSAL

O indicador *disponibilidade de serviço* semestral, trimestral e mensal dá uma ideia do grau de disponibilidade do sinal TDT na receção, respetivamente, semestre a semestre, trimestre a trimestre, e mês a mês (Figura 5, Figura 6 e Figura 7).

Com uma *disponibilidade de serviço* de **99,52 %**, o 1.º semestre de 2016 foi o melhor do ano 2016, sendo que o 2.º semestre de 2016 proporcionou uma *disponibilidade de serviço* de **99,20 %**.

⁶ Número de Sondas, por distrito, consideradas neste estudo está mencionado nos relatórios trimestrais do ano 2016.

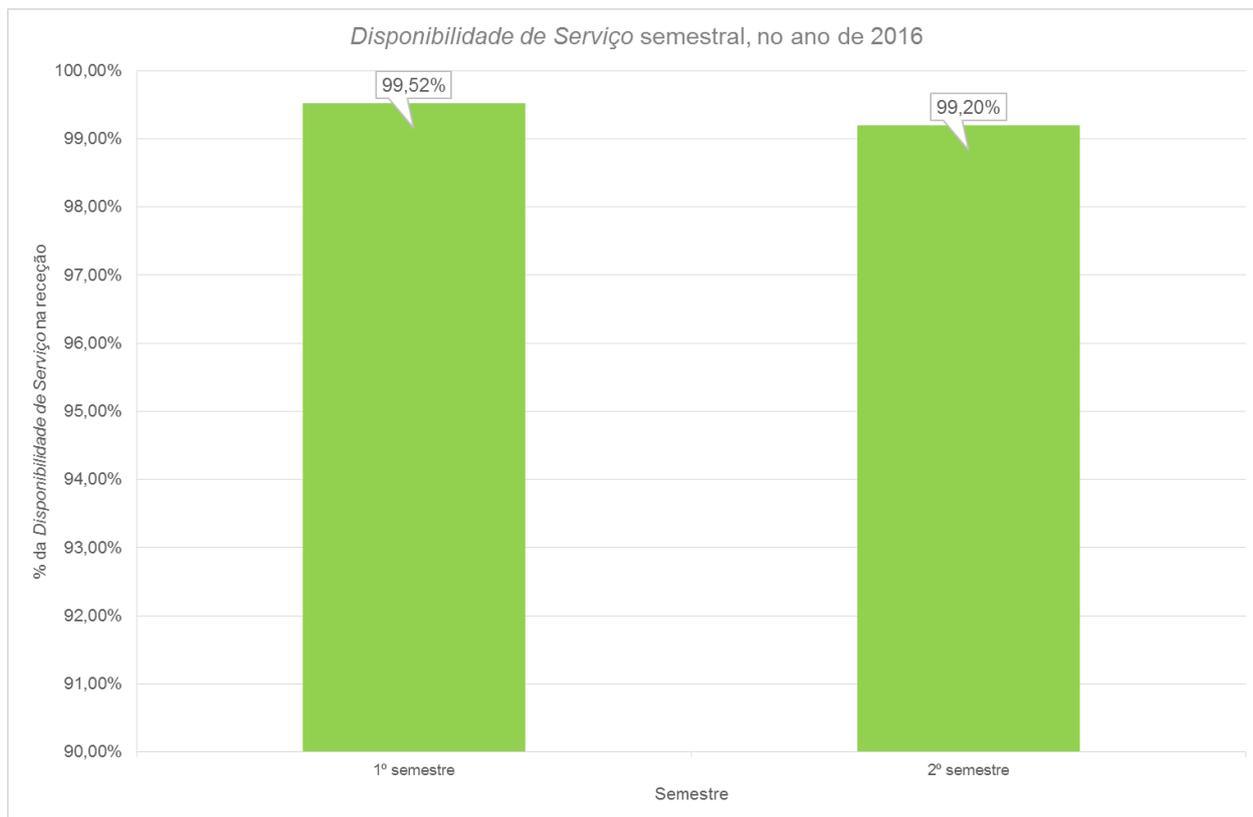


Figura 5 – Disponibilidade de Serviço, em cada semestre do ano 2016

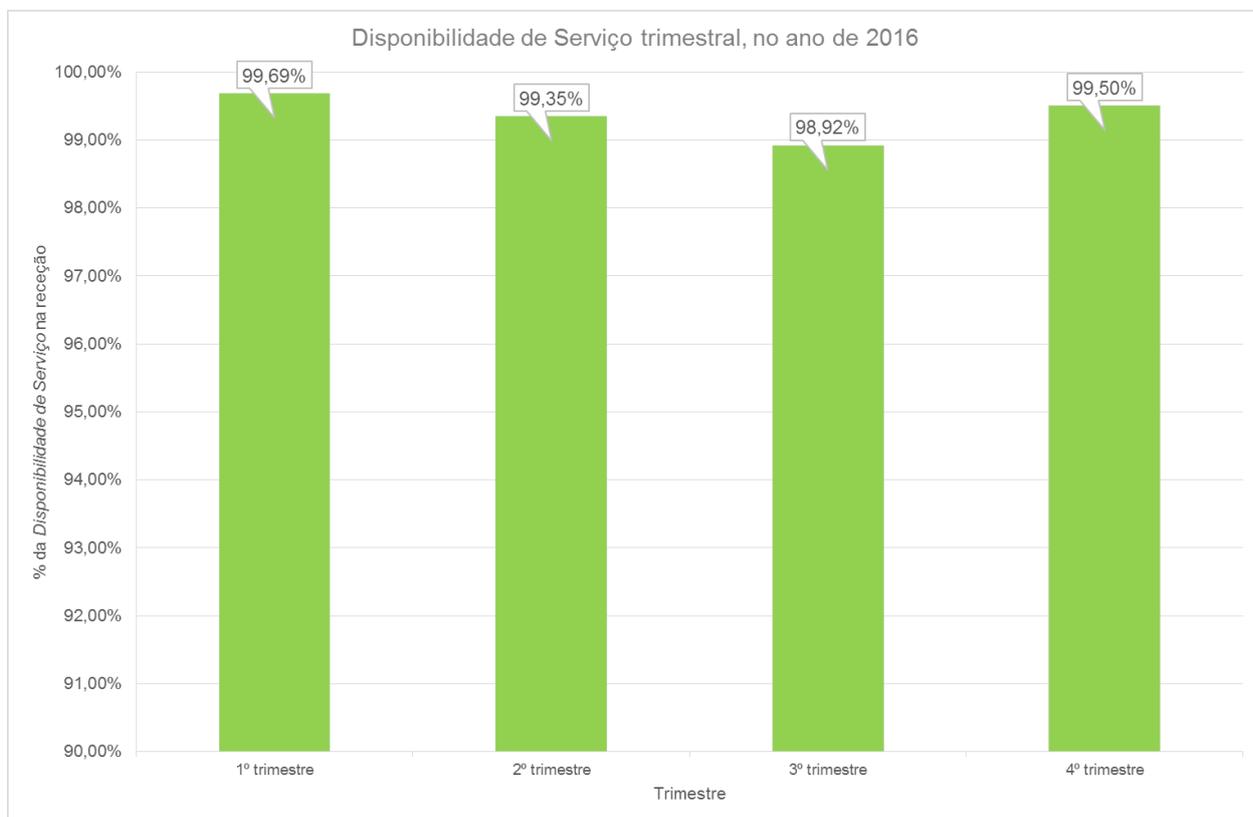


Figura 6 – Disponibilidade de Serviço, em cada trimestre, do ano 2016

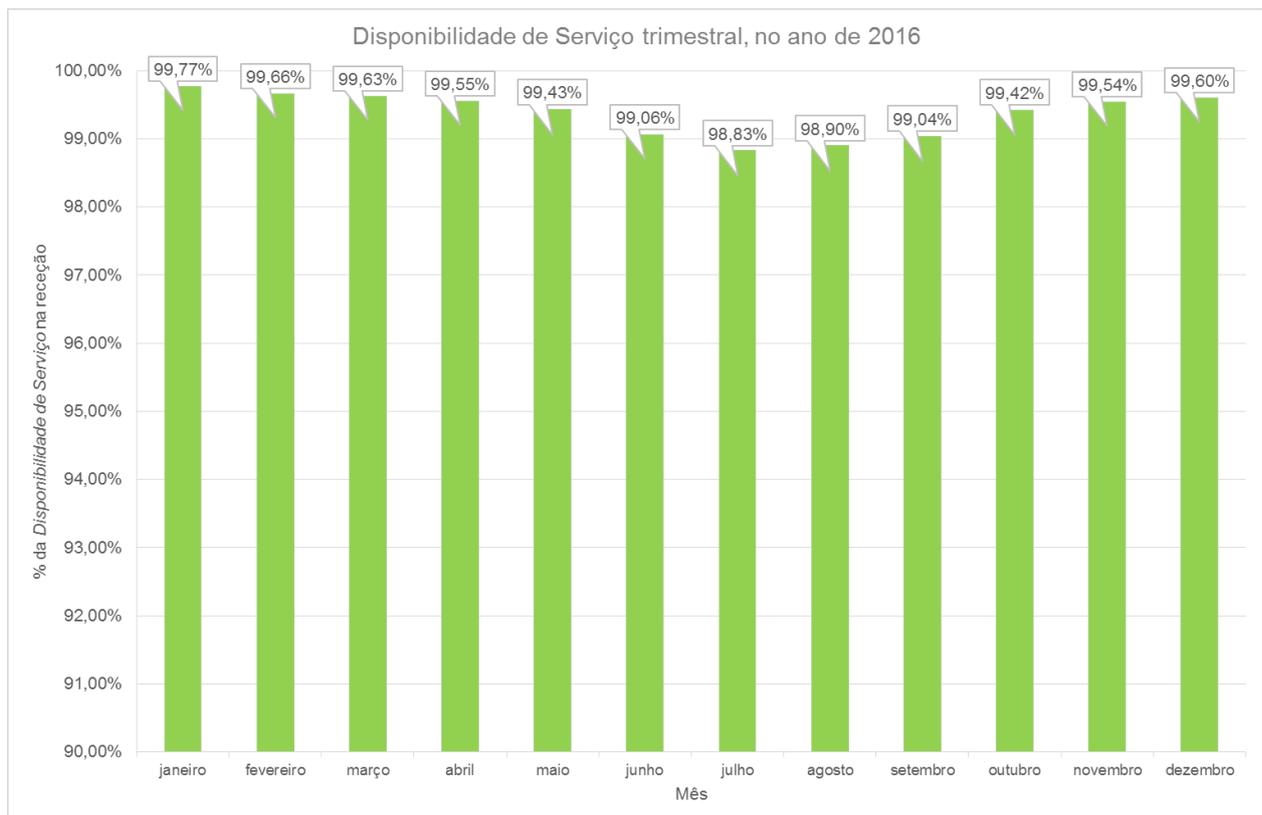


Figura 7 - Disponibilidade de Serviço, em cada mês, do ano 2016

5.1.1.1 Disponibilidade de serviço trimestral: Melhor trimestre

O melhor trimestre do ano foi o primeiro, com uma *disponibilidade de serviço* média de **99,69 %**.

Quer isto dizer que, durante o 1.º trimestre, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão teve todas as condições para ser utilizado em 99,69 % do período.

5.1.1.2 Disponibilidade de serviço trimestral: Pior trimestre

Já o trimestre com menor desempenho foi o terceiro, com uma disponibilidade média de **98,92 %**, ou seja, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão teve todas as condições para ser utilizado em 98,92% do período.

5.1.1.3 Disponibilidade de serviço mensal: Melhor mês

Com uma disponibilidade média de **99,77 %**, o mês de **janeiro de 2016** foi o melhor.

Quer isto dizer que, durante o mês de janeiro, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão teve todas as condições para ser utilizado em 99,77 % do período.

5.1.1.4 Disponibilidade de serviço mensal: Pior mês

Já o mês com menor desempenho foi o mês de **julho de 2016**, com uma disponibilidade média de **98,83 %**, ou seja, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão teve todas as condições para ser utilizado em 98,83 % do período.

5.1.2 DISPONIBILIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA

O indicador *disponibilidade de serviço* diária dá uma ideia do grau de disponibilidade do sinal TDT na receção, dia após dia.

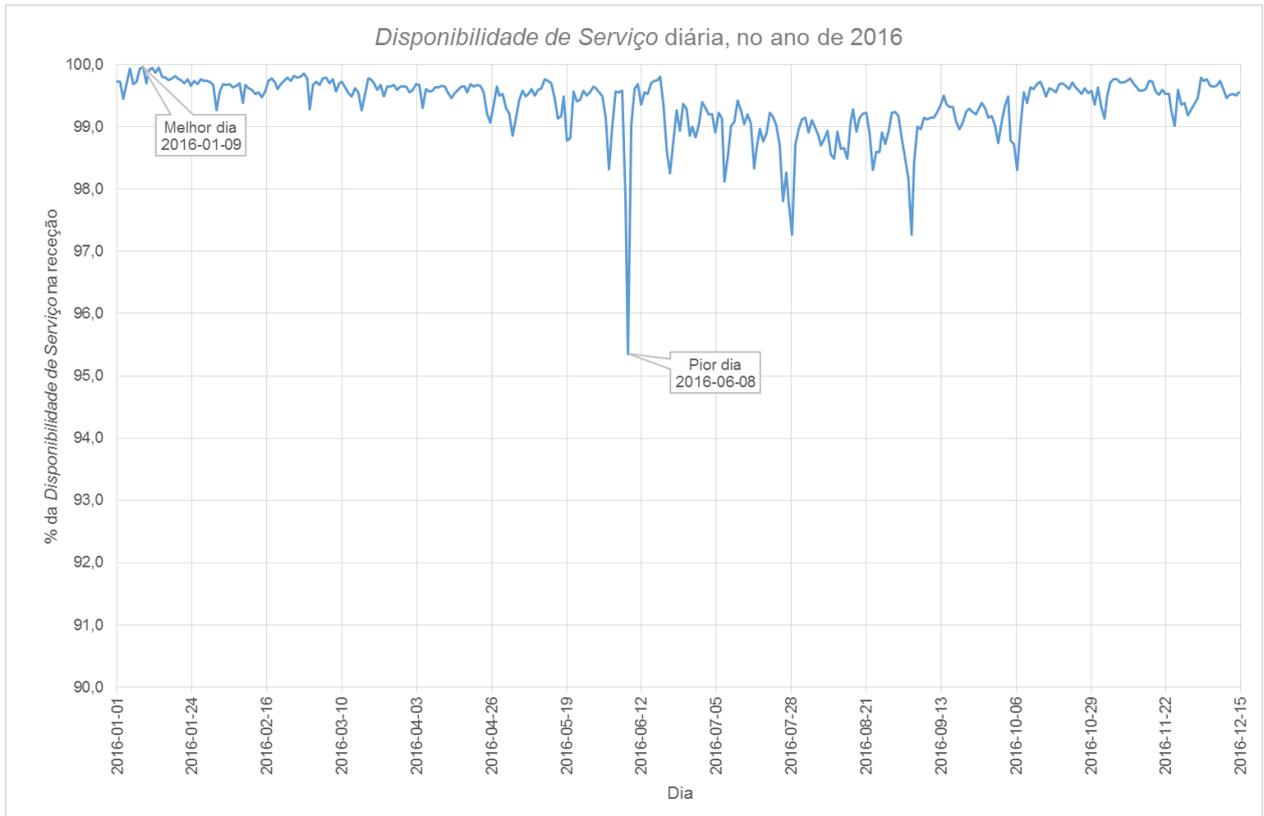


Figura 8 – Disponibilidade de Serviço, em cada dia, no ano 2016

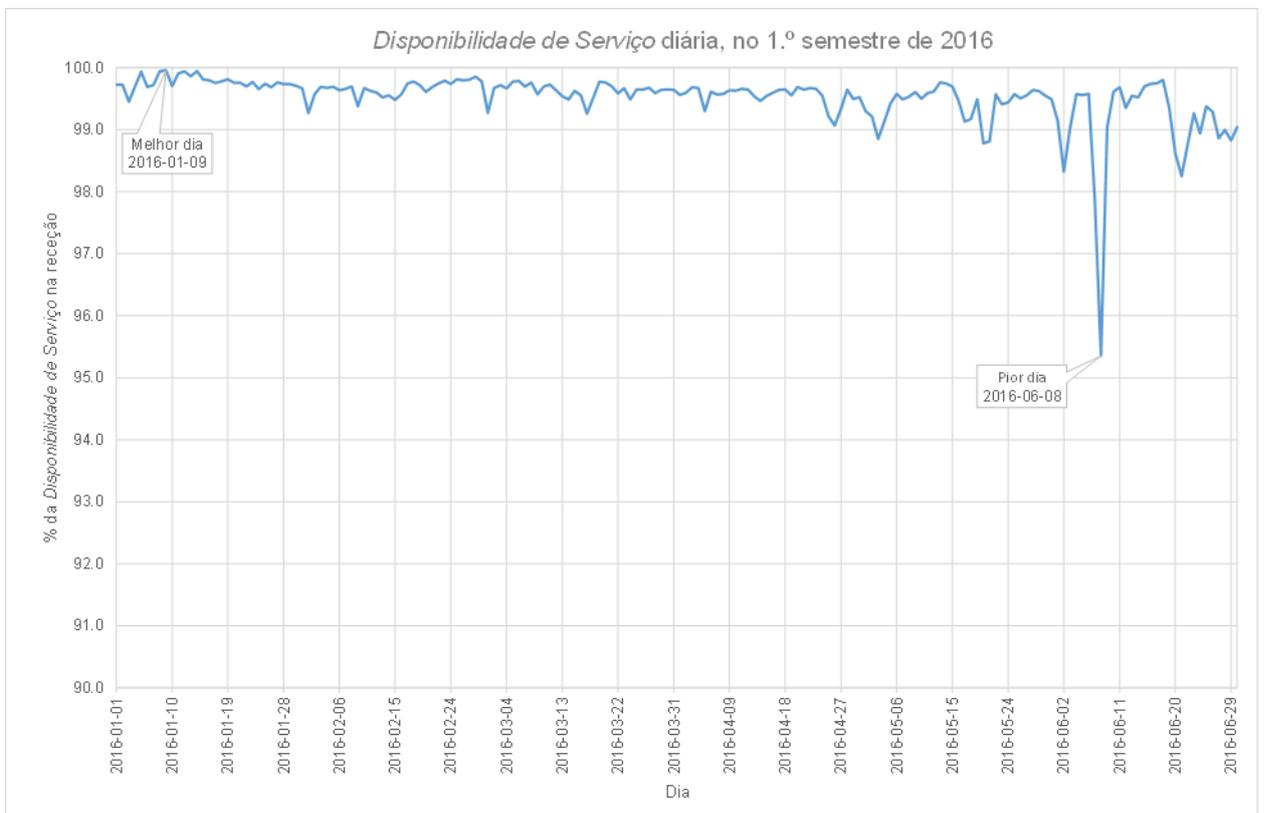


Figura 9 – Disponibilidade de Serviço em cada dia, no 1.º semestre de 2016

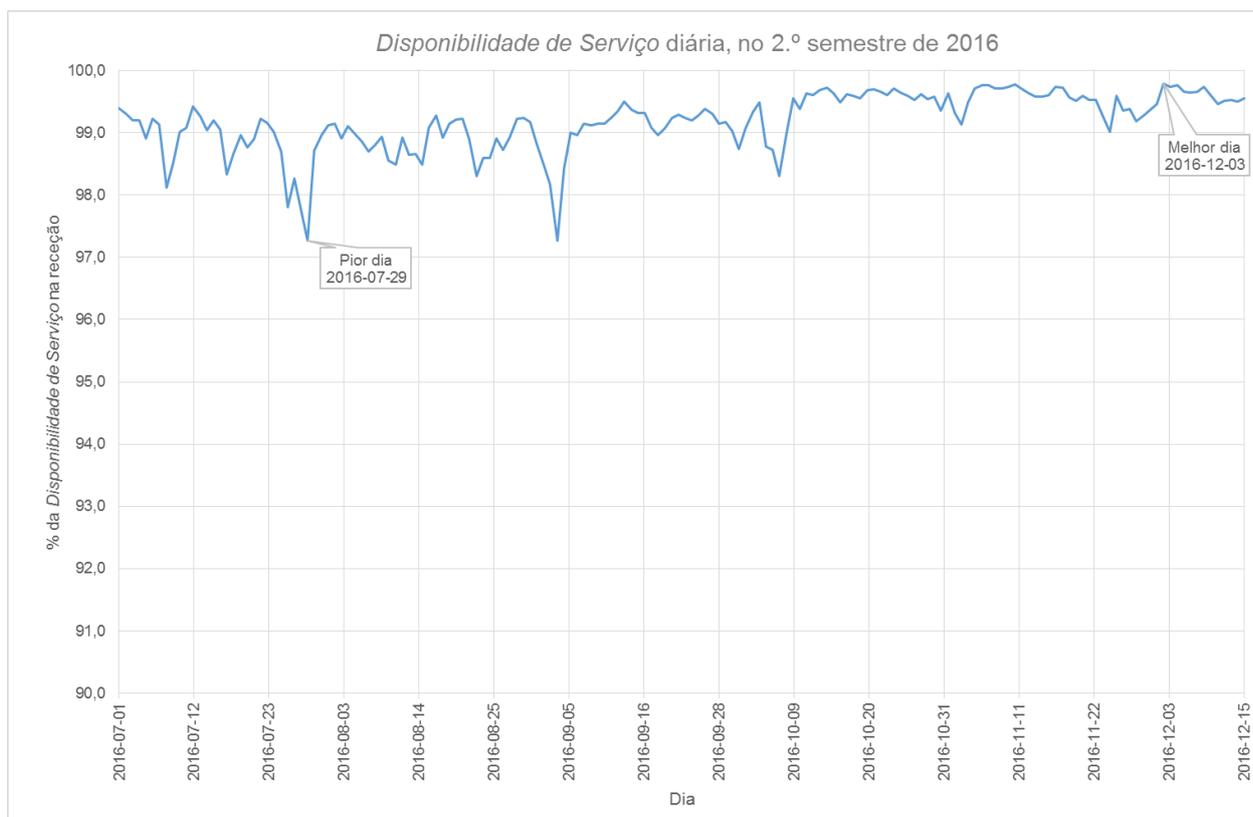


Figura 10 – Disponibilidade de Serviço em cada dia, no 2.º semestre de 2016

5.1.2.1 Disponibilidade de serviço diária: Melhor dia

Com uma disponibilidade média de **99,96 %**, o dia **9 de janeiro de 2016** foi o melhor.

Quer isto dizer que, durante o dia 9 de janeiro, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão nesse dia teve todas as condições para ser utilizado em 99,96 % do período.

O dia **3 de dezembro**, com uma *disponibilidade de serviço* de **99,79 %**, foi o melhor dia do 2.º semestre de 2016.

Tabela 5 – Disponibilidade de Serviço nos melhores dias dos semestres de 2016

2016	Melhor Dia	Disponibilidade de Serviço
1.º semestre	9 de janeiro	99,96 %
2.º semestre	3 de dezembro	99,79 %

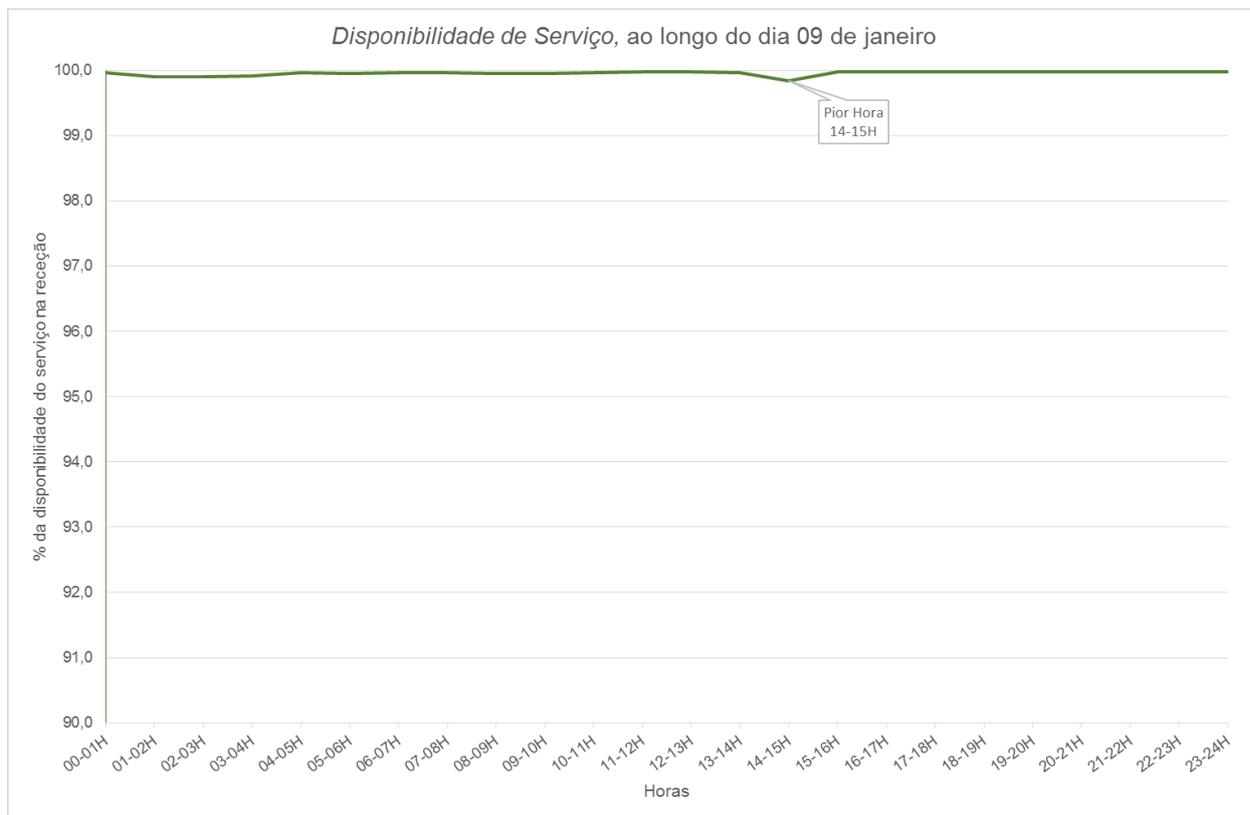


Figura 11 – Disponibilidade de Serviço, ao longo do melhor dia do 1.º semestre de 2016



Figura 12 – Disponibilidade de Serviço, ao longo do melhor dia do 2.º semestre de 2016

5.1.2.2 Disponibilidade de serviço diária: Pior dia

O dia com menor desempenho ocorreu no 1.º semestre do ano 2016 e foi o dia **8 de junho de 2016**, com uma disponibilidade média de **95,35 %**, ou seja, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão, no dia 8 de junho, teve todas as condições para ser utilizado em 95,35 % do período.

O dia **29 de julho**, com uma *disponibilidade de serviço* de **97,26 %**, foi o pior dia do 2.º semestre de 2016.

Tabela 6 – Disponibilidade de Serviço nos piores dias de 2016

2016	Pior Dia	Disponibilidade de Serviço
1.º semestre	8 de junho	95,35 %
2.º semestre	29 de julho	97,26 %



Figura 13 – Disponibilidade de Serviço, ao longo do pior dia do 1.º semestre de 2016



Figura 14 – Disponibilidade de Serviço, ao longo do pior dia 2.º semestre de 2016

5.1.3 DISPONIBILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA, POR DISTRITOS

O indicador *disponibilidade de serviço* por distritos evidencia o grau de disponibilidade do sinal TDT na receção, durante todo o período.

5.1.3.1 Disponibilidade de serviço geográfica, em 2016, por distritos

Globalmente, como já se deu nota no sumário executivo, 2016 teve uma *disponibilidade de serviço* de **99,37 %**.

Com exceção dos distritos de Aveiro, Leiria e Porto, todos os restantes distritos tiveram nível de *disponibilidade de serviço* superior à média global do país (os já referidos 99,37 %).

Durante o ano 2016, **Guarda, Faro e Viana do Castelo** foram os distritos que maiores *disponibilidades de serviço* apresentaram, dividindo entre eles os melhores resultados. (Tabela 7).

Tabela 7 – Disponibilidade de Serviço, no ano 2016 (melhores distritos)

2016	
Melhores distritos	
Guarda	99,961%
Faro	99,950%
Viana do Castelo	99,937%

Os distritos de **Aveiro, Leiria e Porto** foram aqueles cuja *disponibilidade de serviço* foi a menos elevada, ao longo de todo o ano (Tabela 8).

Tabela 8 – Disponibilidade de Serviço, no ano 2016 (piores distritos)

2016	
Piores distritos	
Aveiro	97,060%
Leiria	98,564%
Porto	99,221%

Abaixo apresenta-se informação mais detalhada, pelos vários distritos:

Tabela 9 – Disponibilidade de Serviço, por distritos, no ano 2016

<i>Distritos</i>	<i>Disponibilidade de Serviço, em percentagem</i>	<i>População total do distrito</i>	<i>População com TDT, em percentagem</i>
Aveiro	97,06	714.351	90,41
Beja	99,73	152.706	68,12
Braga	99,85	848.444	95,68
Bragança	99,79	136.459	75,98
Castelo Branco	99,65	195.949	91,16
Coimbra	99,66	429.714	83,31
Évora	99,56	167.434	85,65
Faro	99,95	450.484	94,26
Guarda	99,96	160.931	79,48
Leiria	98,56	470.777	90,54
Lisboa	99,52	2.244.984	96,73
Portalegre	99,73	118.952	81,89
Porto	99,22	1.816.045	97,12
Santarém	99,59	454.444	85,10
Setúbal	99,52	849.842	97,30
Viana do Castelo	99,94	244.947	97,30
Vila Real	99,68	207.184	83,27
Viseu	99,76	378.166	84,19
Portugal Continental	99,366	10.041.813	92,61

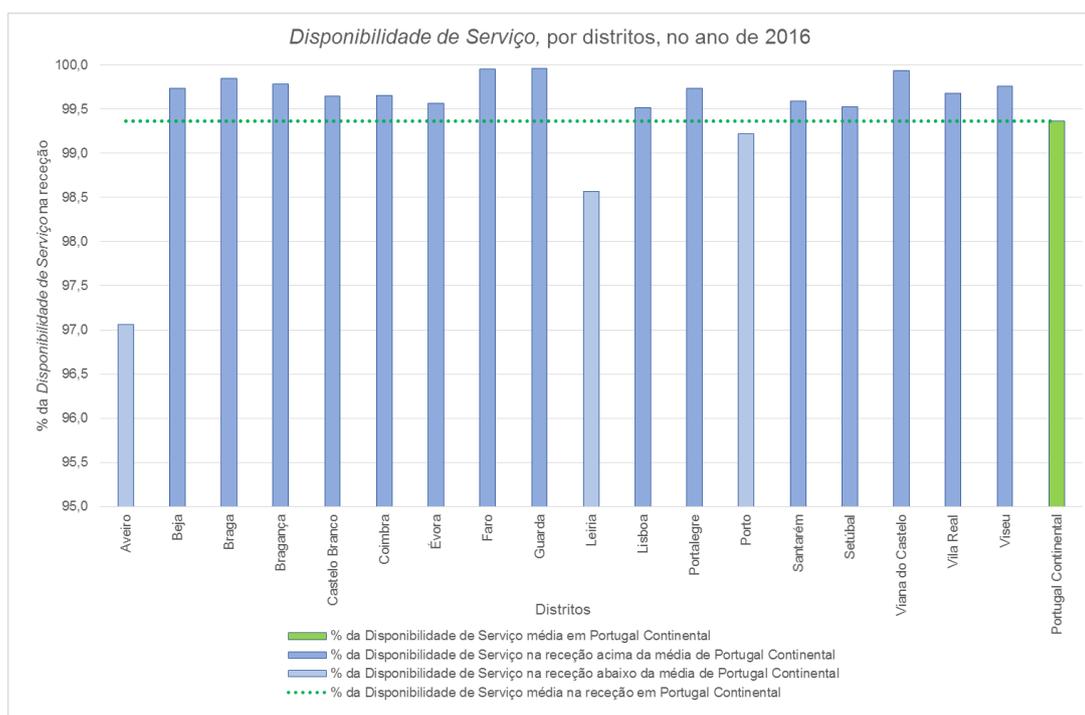


Figura 15 – Gráfico da Disponibilidade de Serviço, por distritos, no ano 2016

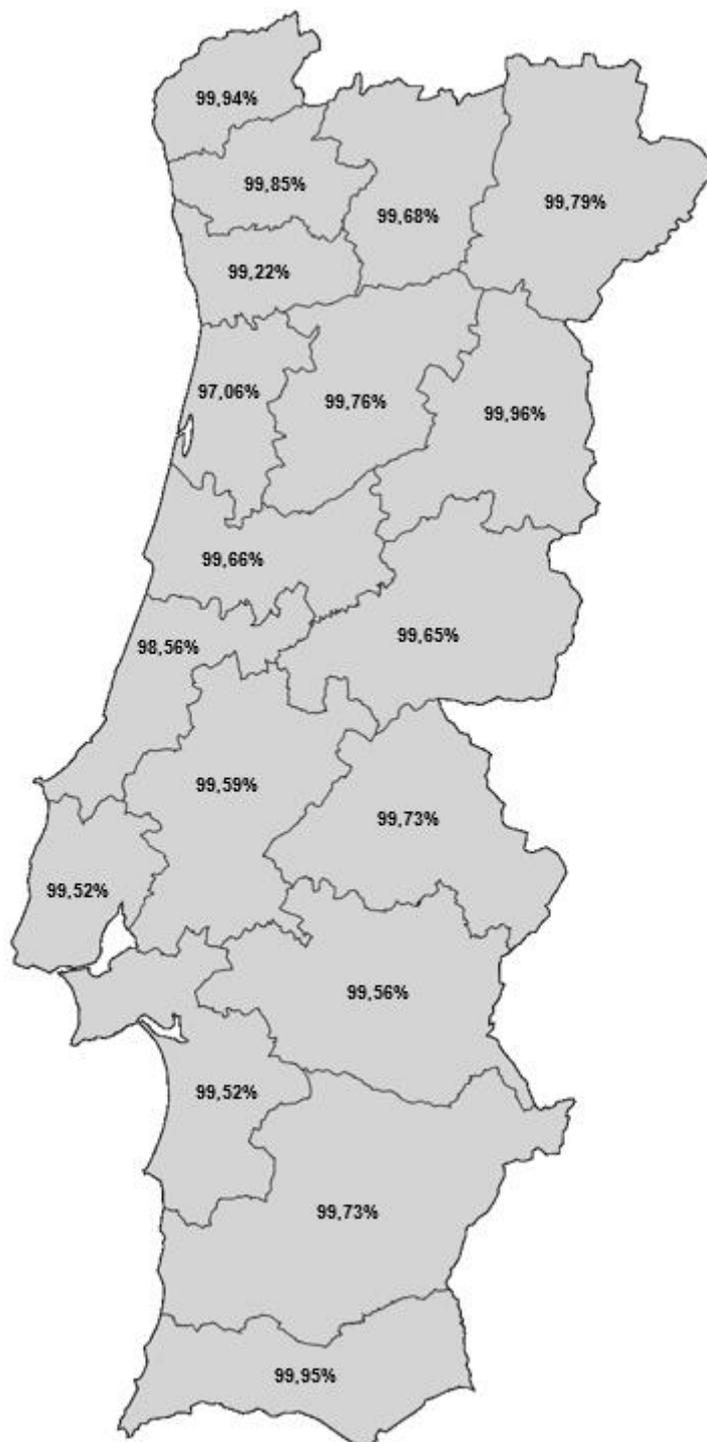


Figura 16 – Mapa da *Disponibilidade de Serviço*, no ano 2016

5.1.3.2 *Disponibilidade de serviço geográfica: semestral, por distritos*

5.1.3.2.1 DISPONIBILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA SEMESTRAL: 1.º SEMESTRE DE 2016, POR DISTRITOS

Globalmente, como em mais detalhe se pode confirmar no respetivo relatório semestral, o 1.º semestre de 2016 teve uma *disponibilidade de serviço* de **99,52 %**.

Com exceção do distrito de Aveiro e Leiria, todos os restantes distritos tiveram nível de *disponibilidade de serviço* superior à média global do país (os já referidos 99,52 %).

Durante o 1.º semestre de 2016, o *ranking* dos três melhores distritos é ocupado por **Viana do Castelo, Faro e Guarda** (Tabela 10).

Tabela 10 – Disponibilidade de Serviço, no 1.º Semestre de 2016 (melhores distritos)

1.º semestre de 2016	
Melhores distritos	
Viana do Castelo	99,985%
Faro	99,981%
Guarda	99,951%

Os três distritos com menor desempenho foram **Aveiro, Leiria e Porto** (Tabela 11).

Tabela 11 – Disponibilidade de Serviço, no 1.º Semestre de 2016 (piores distritos)

1.º semestre de 2016	
Piores distritos	
Aveiro	97,337%
Leiria	99,058%
Porto	99,596%

Abaixo apresenta-se informação mais detalhada, pelos vários distritos:

Tabela 12 – Disponibilidade de Serviço, por distritos, no 1.º Semestre de 2016

<i>Distritos</i>	<i>Disponibilidade de Serviço, em percentagem</i>	<i>População total do distrito</i>	<i>População com TDT, em percentagem</i>
Aveiro	97,34	714.351	90,41
Beja	99,76	152.706	68,12
Braga	99,89	848.444	95,68
Bragança	99,93	136.459	75,98
Castelo Branco	99,66	195.949	91,16
Coimbra	99,80	429.714	83,31
Évora	99,70	167.434	85,65
Faro	99,98	450.484	94,26
Guarda	99,95	160.931	79,48
Leiria	99,06	470.777	90,54
Lisboa	99,67	2.244.984	96,73
Portalegre	99,79	118.952	81,89
Porto	99,60	1.816.045	97,12
Santarém	99,71	454.444	85,10
Setúbal	99,60	849.842	97,30
Viana do Castelo	99,99	244.947	97,30
Vila Real	99,89	207.184	83,27
Viseu	99,78	378.166	84,19
Portugal Continental	99,519	10.041.813	92,61

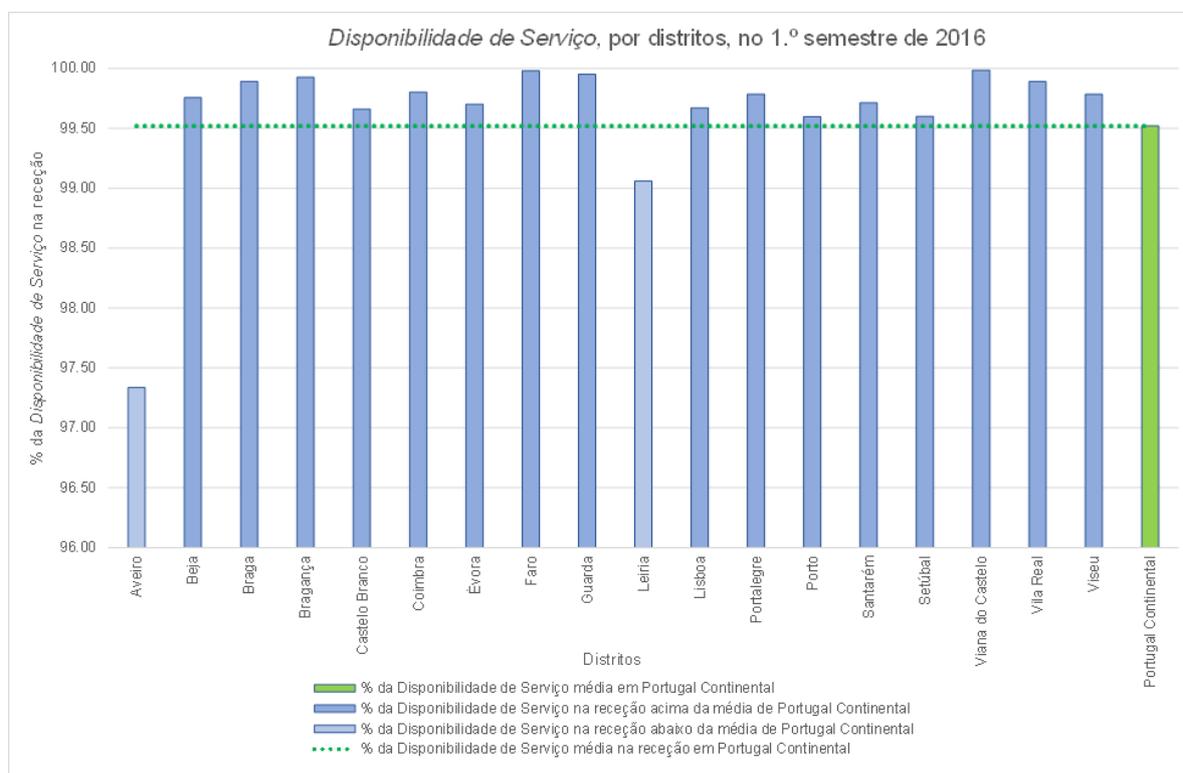


Figura 17 – Gráfico da Disponibilidade de Serviço, por distritos, no 1.º semestre de 2016

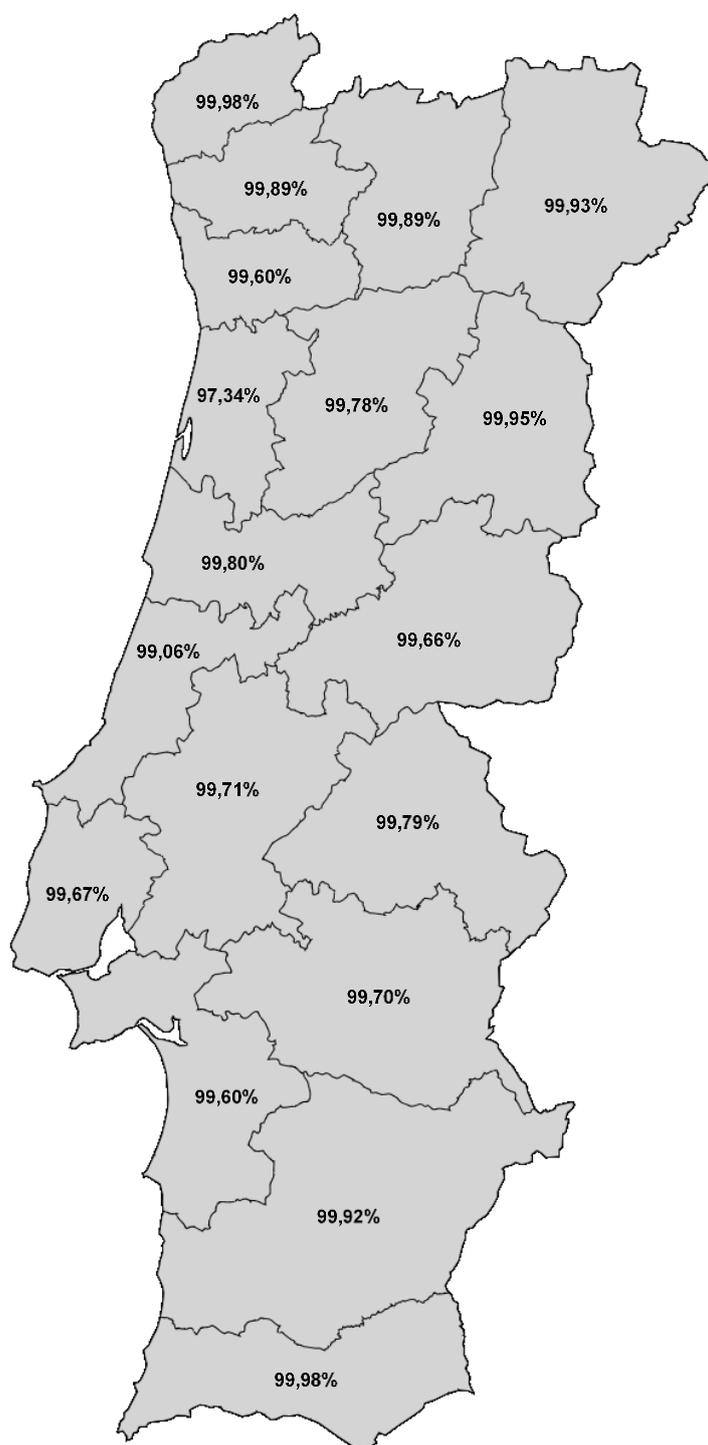


Figura 18 – Mapa da *Disponibilidade de Serviço*, no 1.º semestre de 2016

5.1.3.2.2 DISPONIBILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA SEMESTRAL: 2.º SEMESTRE DE 2016, POR DISTRITOS

Globalmente, como em mais detalhe se pode confirmar no respetivo relatório semestral, o 2.º semestre de 2016 teve uma *disponibilidade de serviço* de **99,19 %**.

Com exceção dos distritos de Aveiro, Leiria e Porto, todos os restantes distritos tiveram nível de *disponibilidade de serviço* superior à média global do país (os já referidos 99,19 %).

Durante o 2.º semestre de 2016, o *ranking* dos três melhores distritos é ocupado por **Guarda Faro, e Viana do Castelo** (Tabela 13).

Tabela 13 – Disponibilidade de Serviço, no 2.º Semestre de 2016 (melhores distritos)

2.º semestre de 2016	
Melhores distritos	
Guarda	99,970%
Faro	99,920%
Viana do Castelo	99,883%

Os três distritos com menor desempenho foram **Aveiro, Leiria e Porto** (Tabela 14).

Tabela 14 – Disponibilidade de Serviço, no 2.º Semestre de 2016 (piores distritos)

2.º semestre de 2016	
Piores distritos	
Aveiro	96,755%
Leiria	97,920%
Porto	98,785%

Abaixo apresenta-se informação mais detalhada, pelos vários distritos:

Tabela 15 – Disponibilidade de Serviço, por distritos, no 2.º Semestre de 2016

<i>Distritos</i>	<i>Disponibilidade de Serviço, em percentagem</i>	<i>População total do distrito</i>	<i>População com TDT, em percentagem</i>
Aveiro	96,75	714.351	90,41
Beja	99,71	152.706	68,12
Braga	99,80	848.444	95,68
Bragança	99,65	136.459	75,98
Castelo Branco	99,63	195.949	91,16
Coimbra	99,49	429.714	83,31
Évora	99,39	167.434	85,65
Faro	99,92	450.484	94,26
Guarda	99,97	160.931	79,48
Leiria	97,92	470.777	90,54
Lisboa	99,35	2.244.984	96,73
Portalegre	99,67	118.952	81,89
Porto	98,78	1.816.045	97,12
Santarém	99,45	454.444	85,10
Setúbal	99,44	849.842	97,30
Viana do Castelo	99,88	244.947	97,30
Vila Real	99,46	207.184	83,27
Viseu	99,73	378.166	84,19
Portugal Continental	99,194	10.041.813	92,61

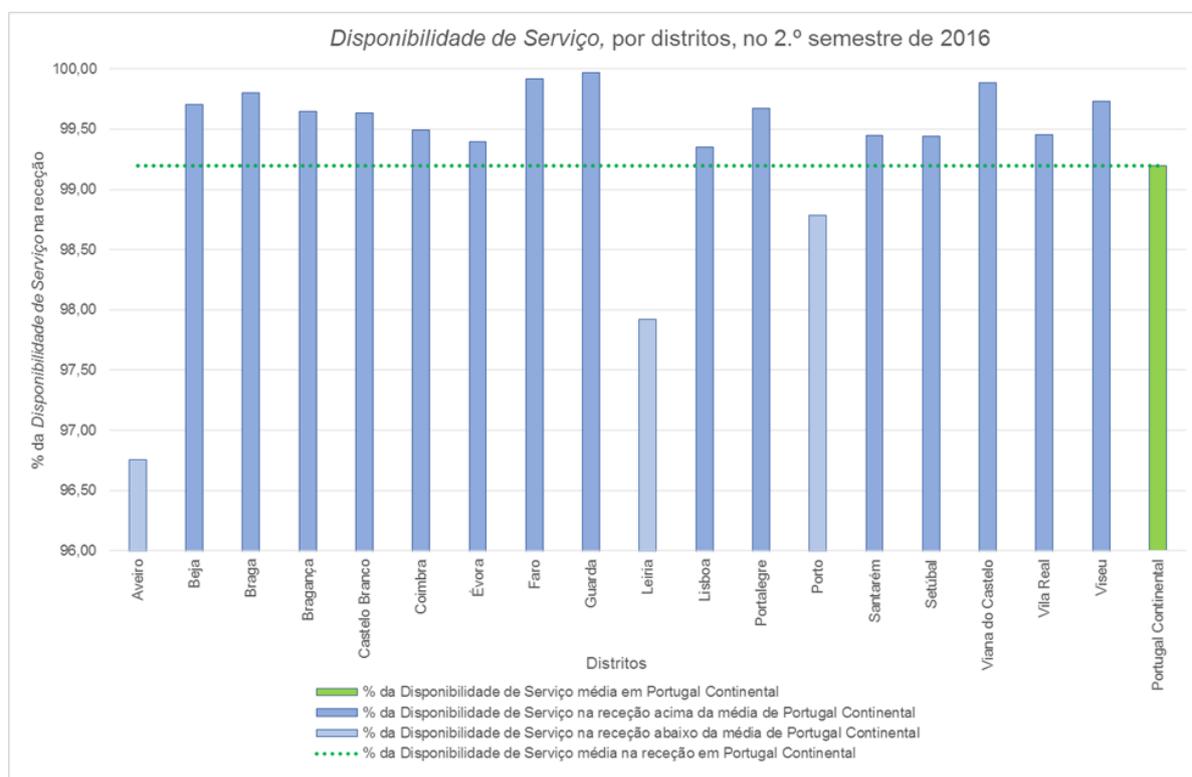


Figura 19 – Gráfico da Disponibilidade de Serviço, por distritos, no 2.º semestre de 2016

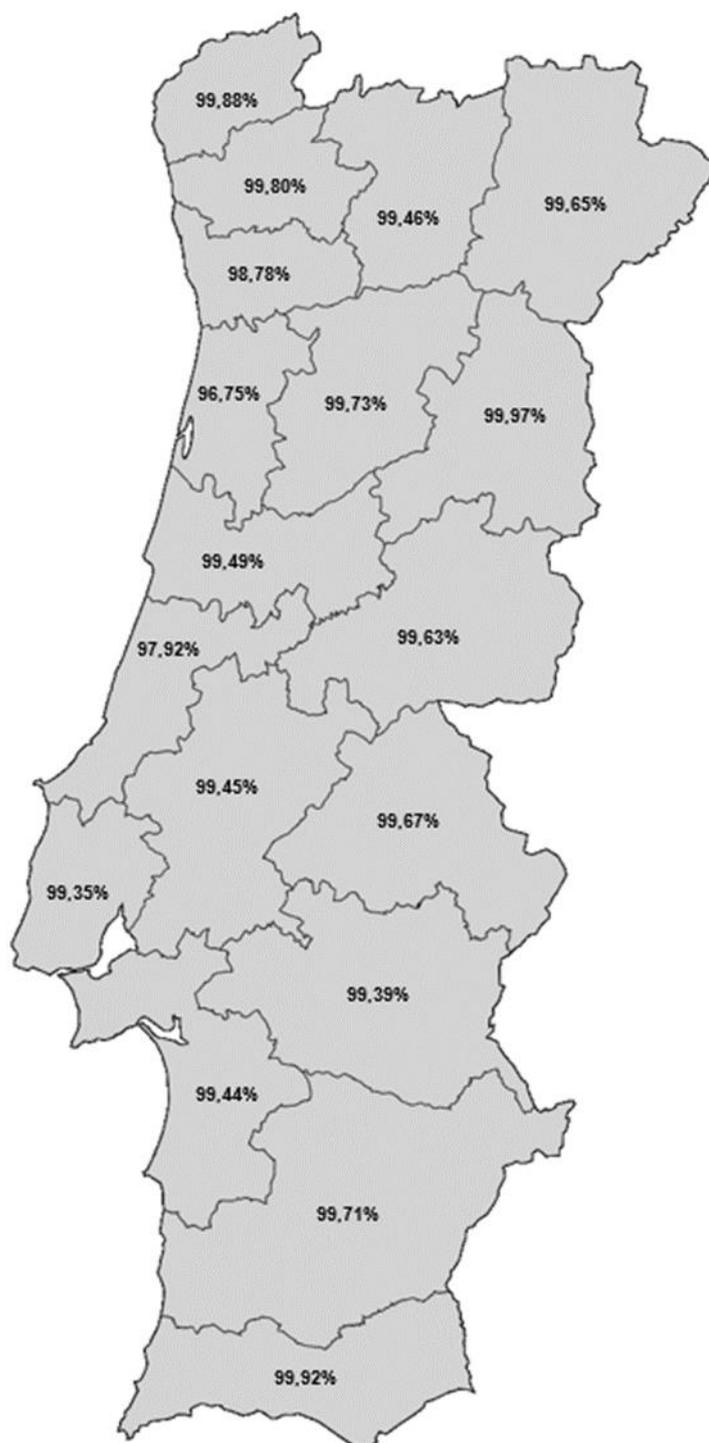


Figura 20 – Mapa da *Disponibilidade de Serviço*, no 2.º semestre de 2016

5.2 Estabilidade de Serviço

Tendo já sido apresentadas as conclusões globais a que se chegou, detalhar-se-ão em seguida os resultados que é possível extrair da rede de monitorização da ANACOM, nas perspetivas que abaixo se identificam.

5.2.1 ESTABILIDADE DE SERVIÇO SEMESTRAL, TRIMESTRAL E MENSAL

O indicador *estabilidade de serviço* semestral, trimestral e mensal caracteriza a estabilidade de receção do sinal TDT na receção, respetivamente, semestre a semestre, trimestre a trimestre, e mês a mês (Figura 21, Figura 22 e Figura 23).

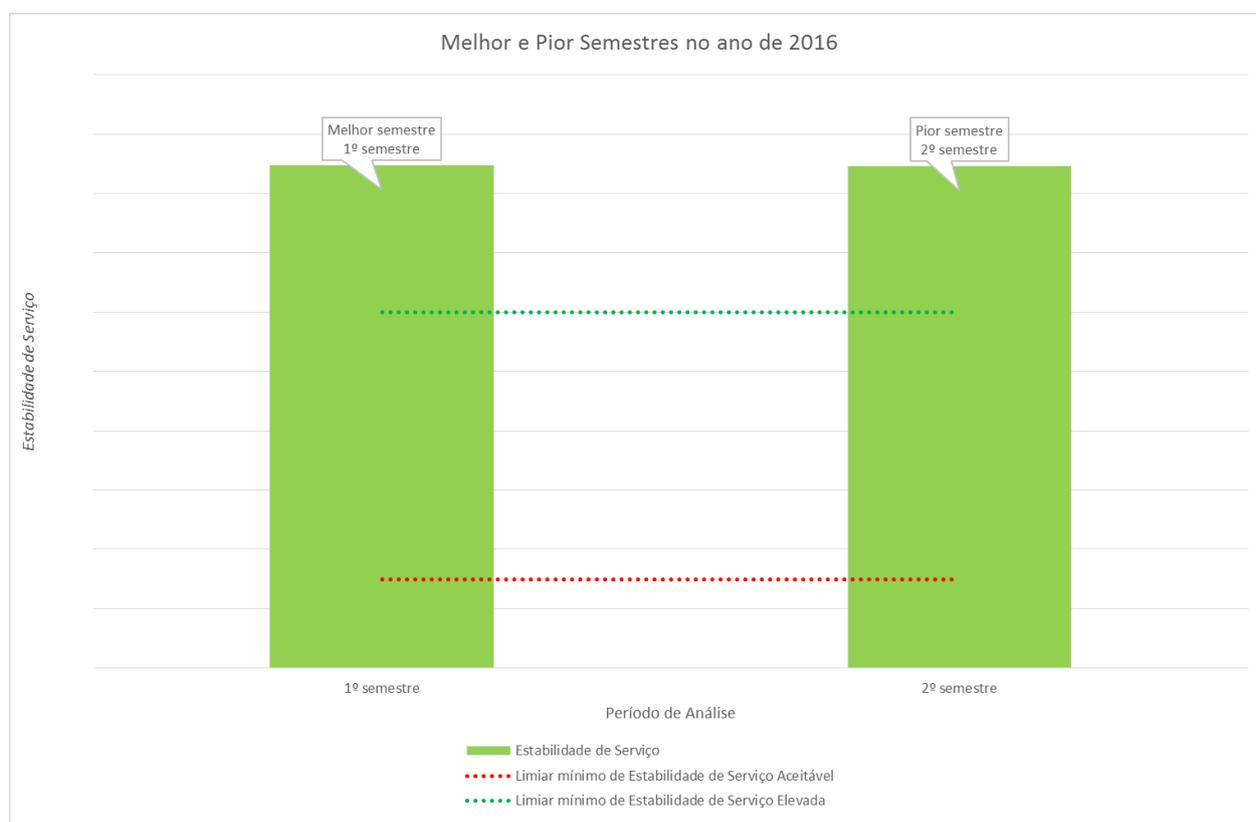


Figura 21 – Estabilidade de Serviço, em cada semestre do ano 2016

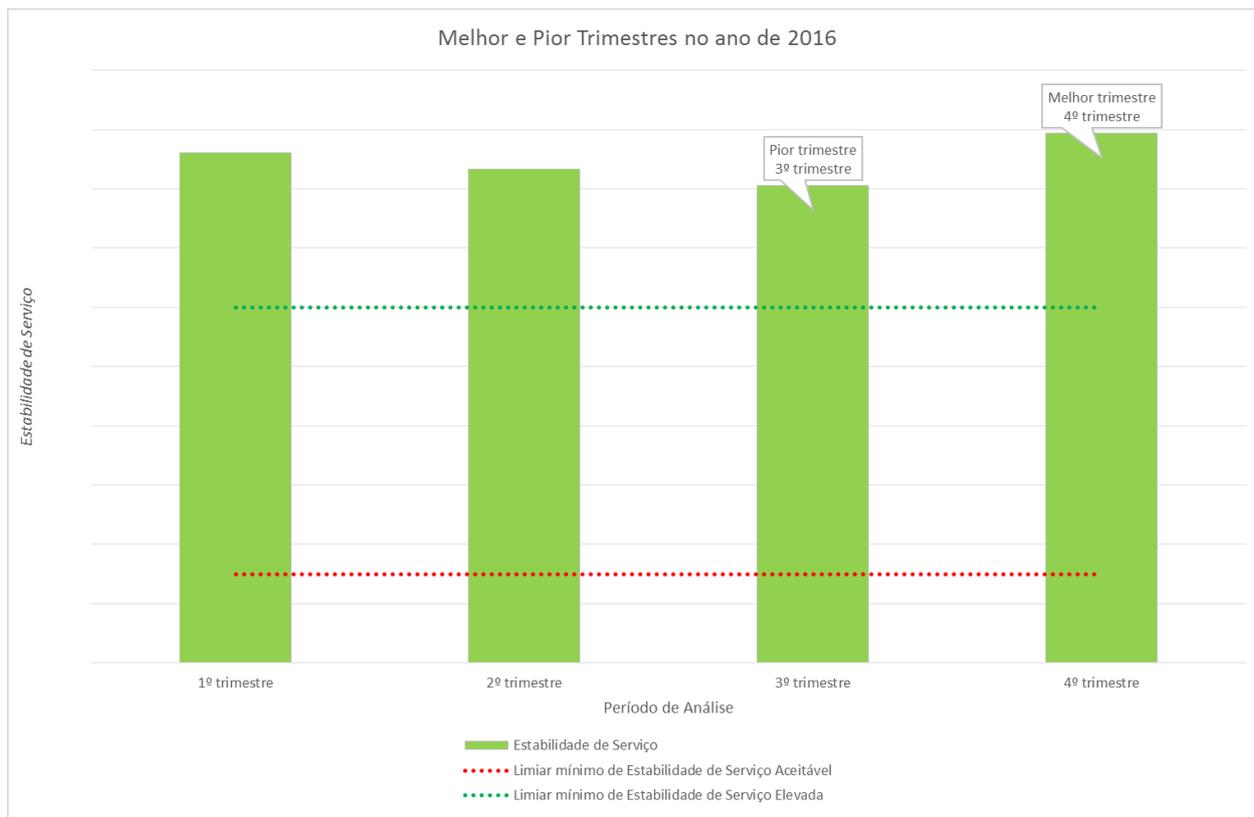


Figura 22 – Estabilidade de Serviço, em cada trimestre, do ano 2016

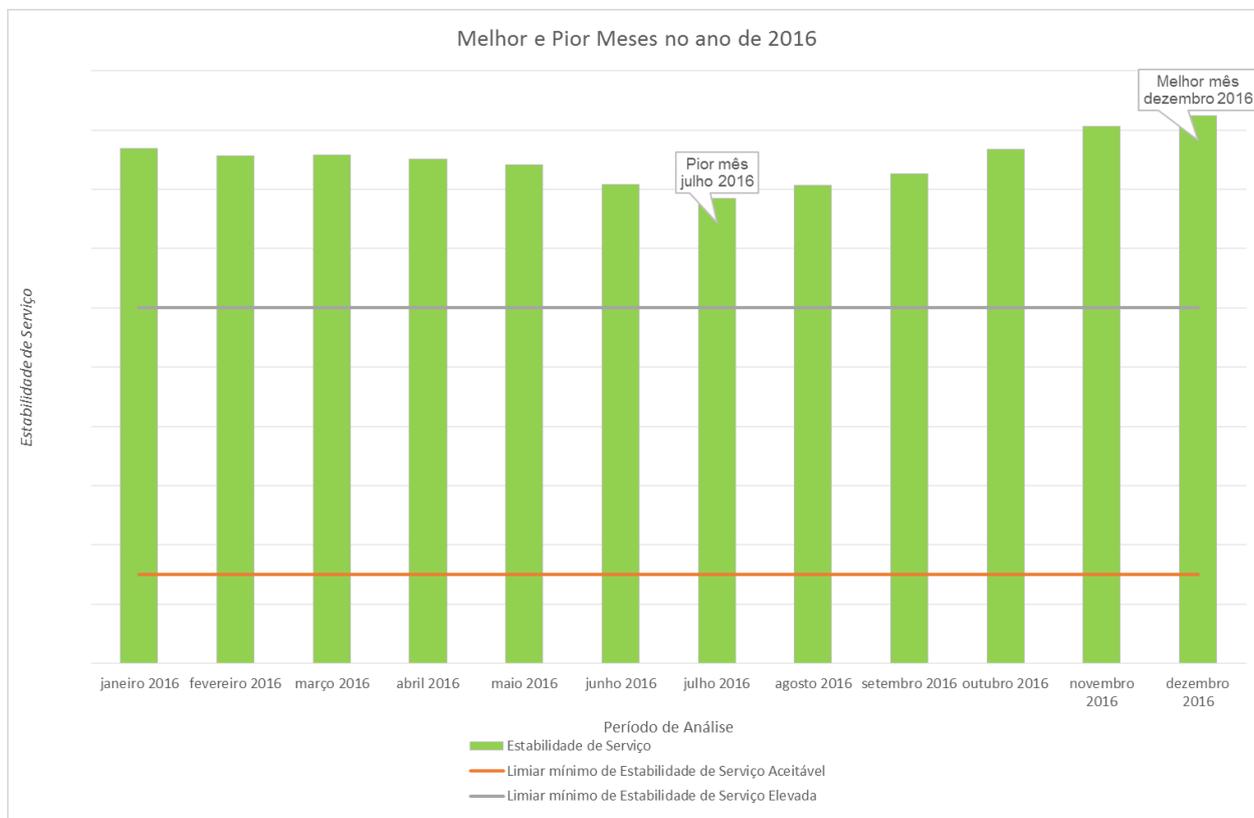


Figura 23 - Estabilidade de Serviço, em cada mês, do ano 2016

5.2.1.1 *Estabilidade de serviço trimestral: Melhor trimestre*

O 4.º trimestre foi aquele que apresentou a maior *estabilidade de serviço*, do ano 2016, sendo ainda de salientar que em todos os restantes trimestres a estabilidade de receção do sinal TDT na receção foi caracterizada por ser elevada.

Quer isto dizer que, ao longo de todo o país, durante 2016 e, em particular, no último trimestre do ano, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão não apresentou grande variabilidade nas suas características, sendo, em termos médios, pequena a probabilidade de se estar a ver televisão de forma intermitente/com interrupções.

5.2.1.2 *Estabilidade de serviço trimestral: Pior trimestre*

O menos bom desempenho em termos de *estabilidade de serviço* (ainda assim elevada) ocorreu no 3.º trimestre de 2016.

5.2.1.3 *Estabilidade de serviço mensal: Melhor mês*

O mês de **dezembro de 2016** foi aquele que apresentou a maior *estabilidade de serviço*, do ano 2016, sendo de salientar que em todos os meses a estabilidade de receção do sinal TDT na receção foi caracterizada por ser elevada.

Quer isto dizer que, ao longo de todo o país, durante o ano 2016 e, em particular, no mês de dezembro, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão não apresentou grande variabilidade nas suas características, sendo, em termos médios, pequena a probabilidade de se estar a ver televisão de forma intermitente/com interrupções.

5.2.1.4 *Estabilidade de serviço mensal: Pior mês*

O mês com menor *estabilidade de serviço*, mas ainda assim considerando-se elevada, foi o de **julho de 2016**.

5.2.2 ESTABILIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA

O indicador *estabilidade de serviço* diária caracteriza a estabilidade de recepção do sinal TDT, dia após dia.

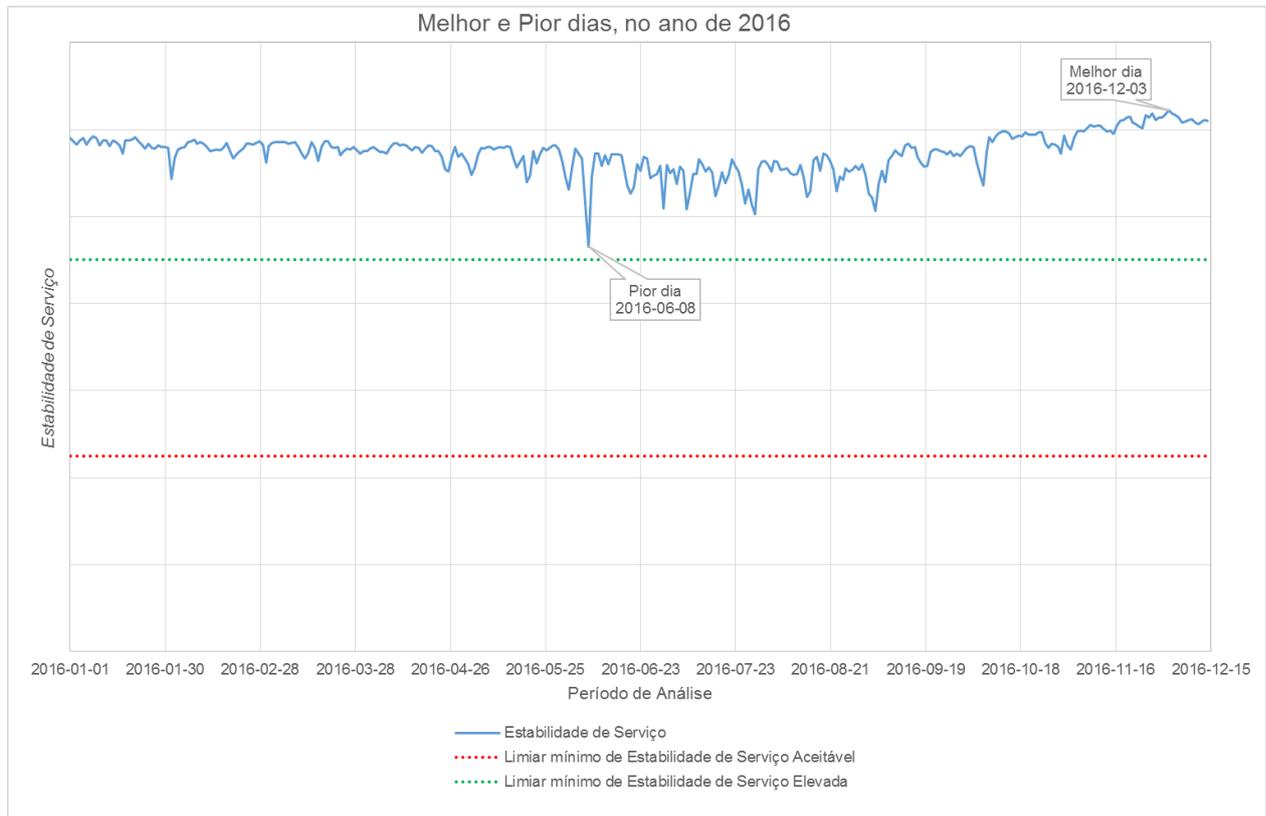


Figura 24 – Estabilidade de Serviço, em cada dia, do ano 2016

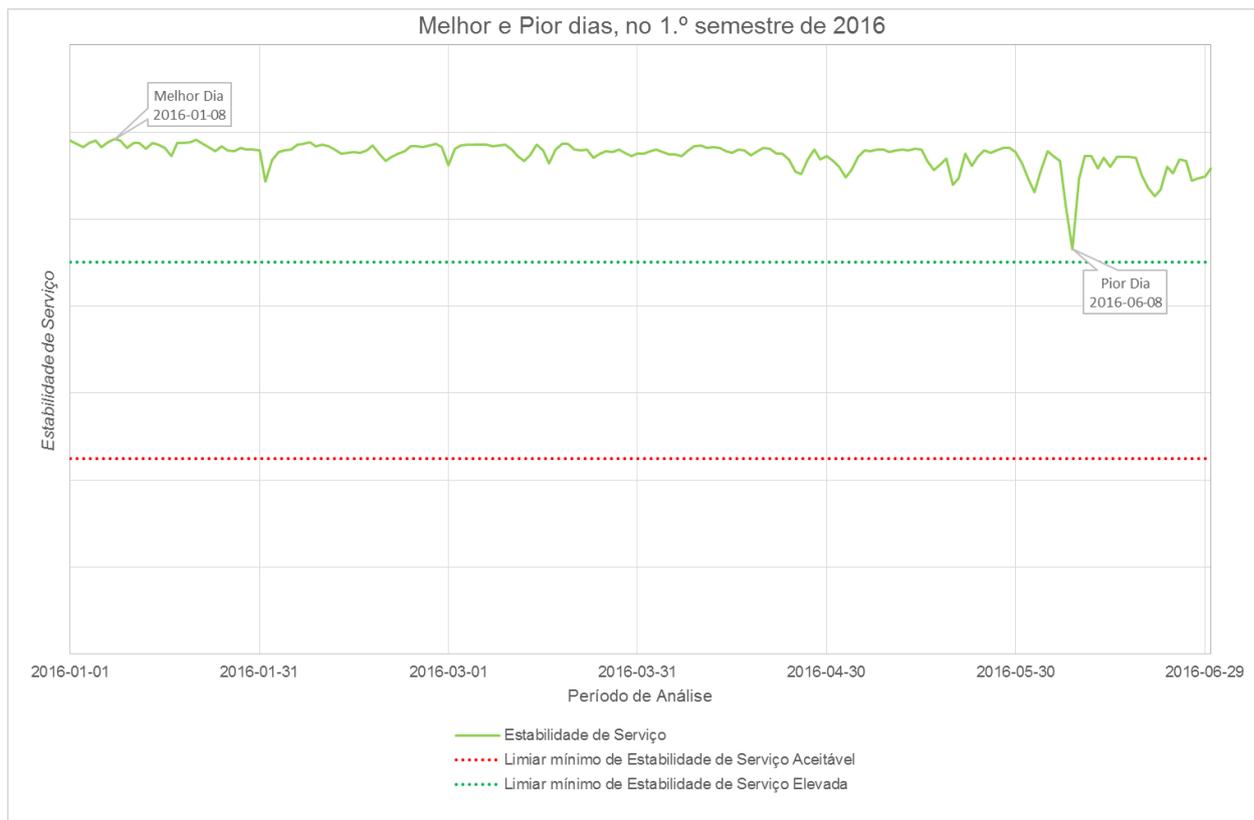


Figura 25 – Estabilidade de Serviço, em cada dia, do 1.º semestre de 2016

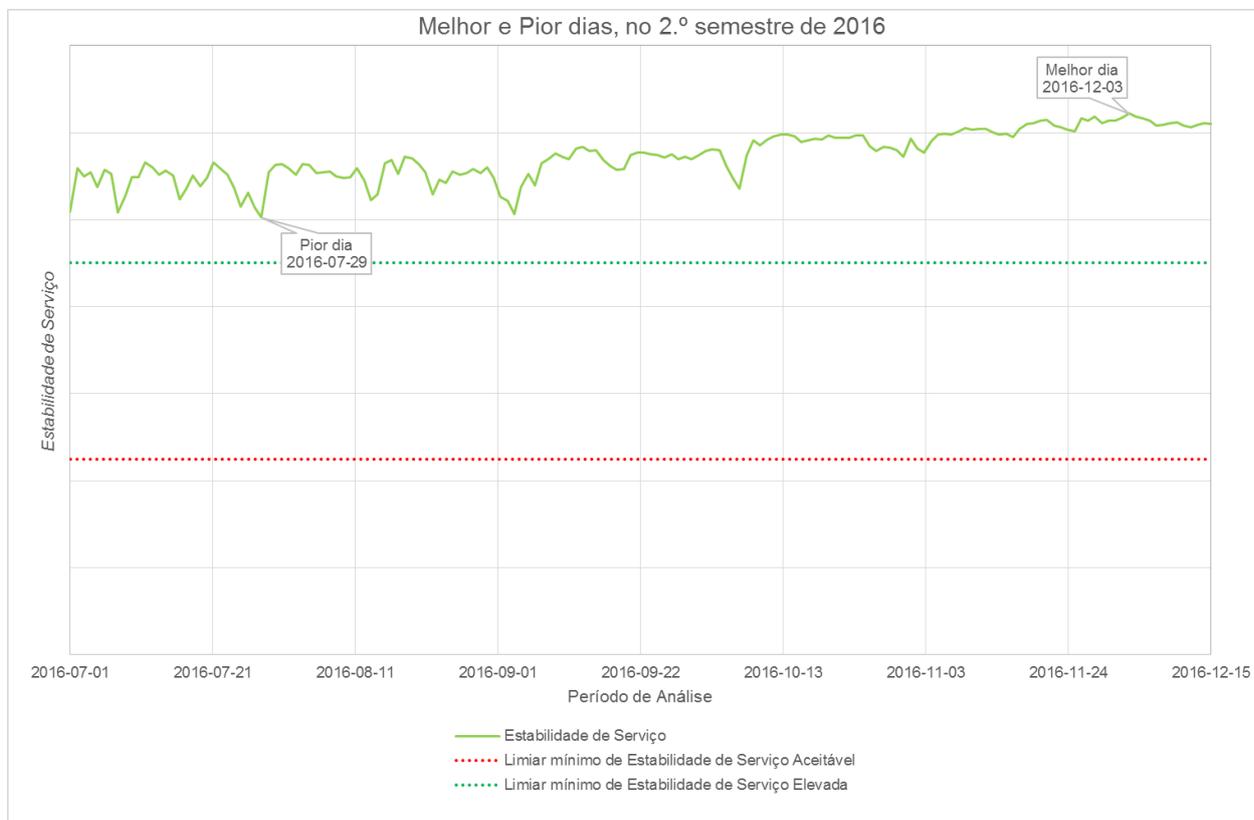


Figura 26 – Estabilidade de Serviço, em cada dia, do 2.º semestre de 2016

5.2.2.1 Estabilidade de serviço diária: Melhor dia

Todos os dias do ano apresentaram uma *estabilidade de serviço* elevada, podendo-se no entanto destacar o dia **3 de dezembro de 2016** como o melhor de 2016.

Quer isto dizer que, ao longo de todo o país, durante todos os dias do ano e, em particular, no dia **3 de dezembro**, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão apresentou pouca variabilidade nas suas características, sendo, em termos médios, pequena a probabilidade de se estar a ver televisão de forma intermitente/com interrupções.

O dia **8 de janeiro**, também com nível de *estabilidade de serviço* elevada, foi o melhor dia do 1.º semestre de 2016.

Tabela 16 – Estabilidade de Serviço nos melhores dias dos semestres de 2016

2016	Melhor Dia	Estabilidade de Serviço
1.º semestre	8 de janeiro	Elevada
2.º semestre	3 de dezembro	Elevada

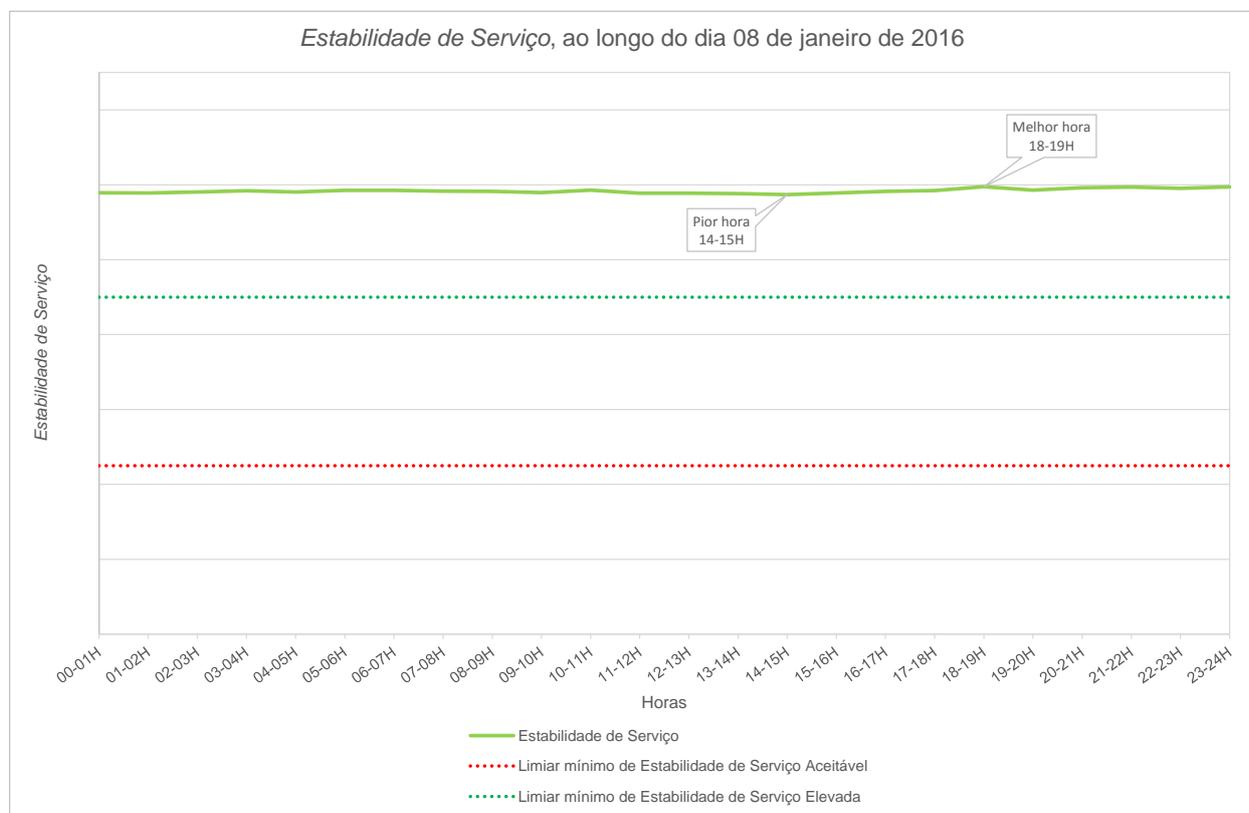


Figura 27 – Estabilidade de Serviço, ao longo do melhor dia do 1.º semestre de 2016

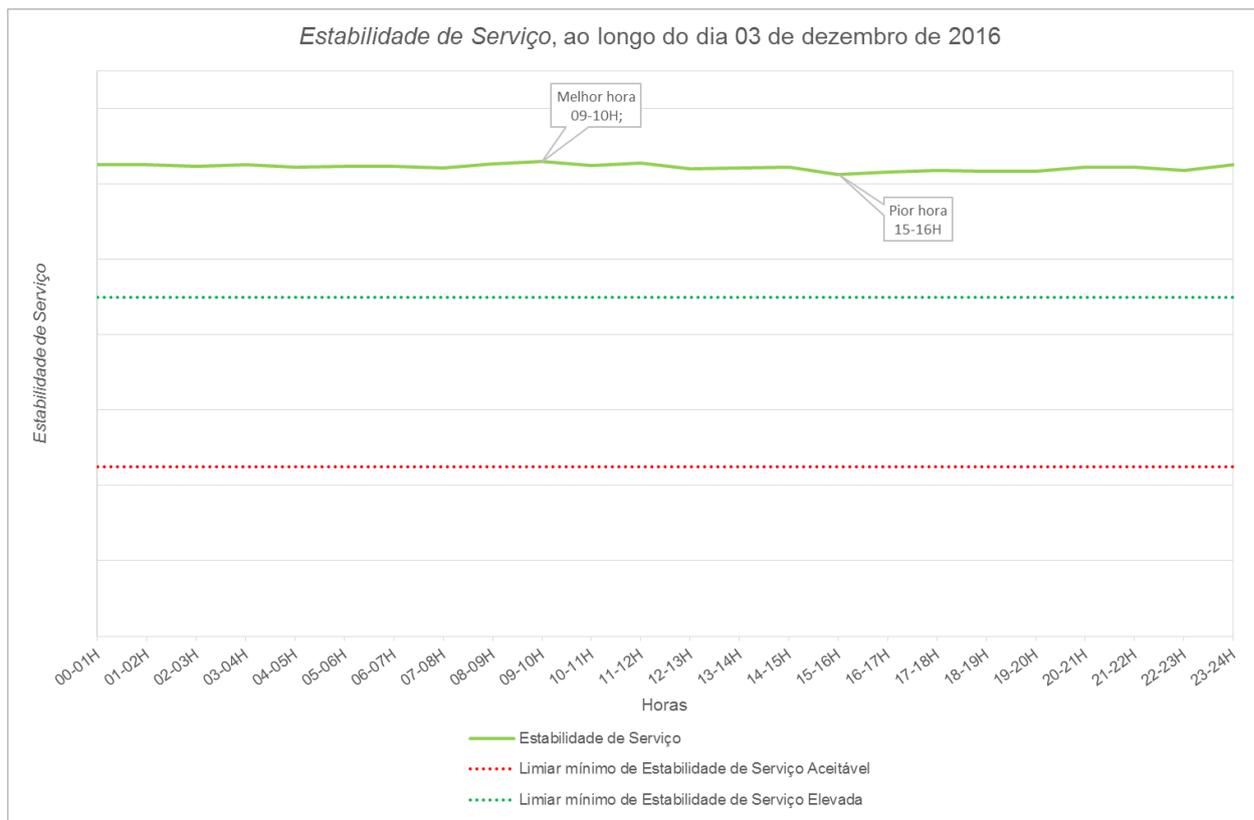


Figura 28 – Estabilidade de Serviço, ao longo do melhor dia do 2.º semestre de 2016

5.2.2.2 *Estabilidade de serviço diária: Pior dia*

O dia com menor *estabilidade de serviço* do ano 2016, mas ainda assim considerando-se elevada, foi o dia **8 de junho de 2016**.

O dia **29 de julho**, também com nível de *estabilidade de serviço* elevada, foi o pior dia do 2.º semestre de 2016.

Tabela 17 – Estabilidade de Serviço nos piores dias dos semestres de 2016

2016	Pior Dia	Estabilidade de Serviço
1.º semestre	08 de junho	Elevada
2.º semestre	29 de julho	Elevada

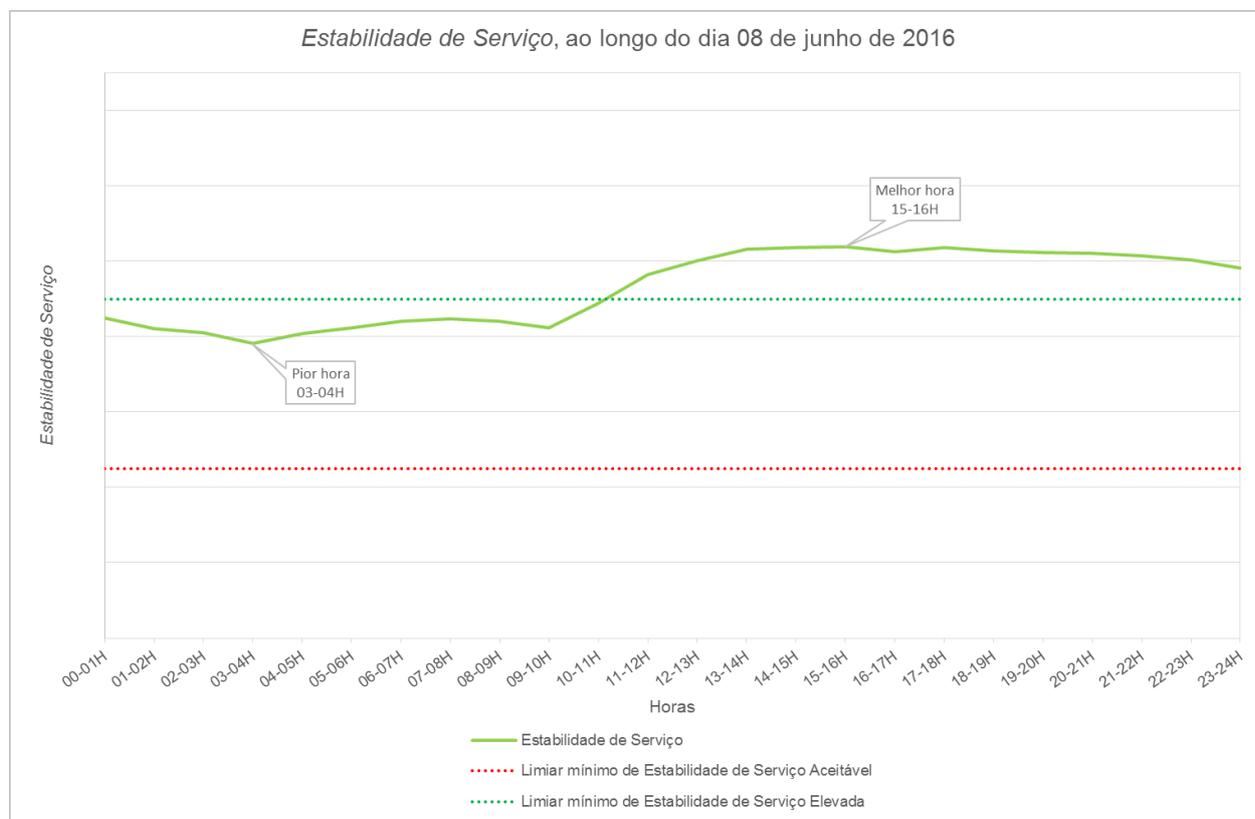


Figura 29 – Estabilidade de Serviço, ao longo do pior dia do 1.º semestre de 2016

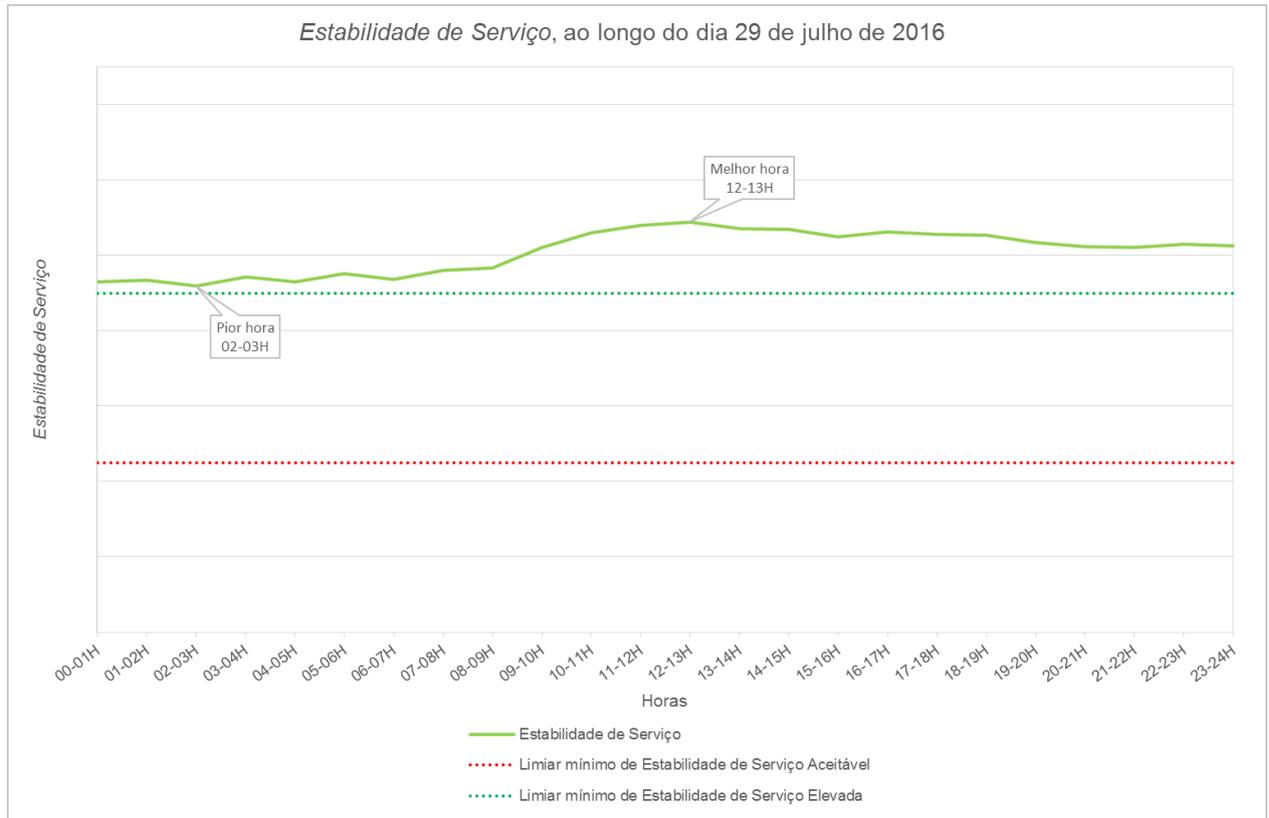


Figura 30 – Estabilidade de Serviço, ao longo do pior dia do 2.º semestre de 2016

5.2.3 ESTABILIDADE DE SERVIÇO HORÁRIA

O indicador *estabilidade de serviço* horária caracteriza a estabilidade de receção do sinal TDT, hora a hora.

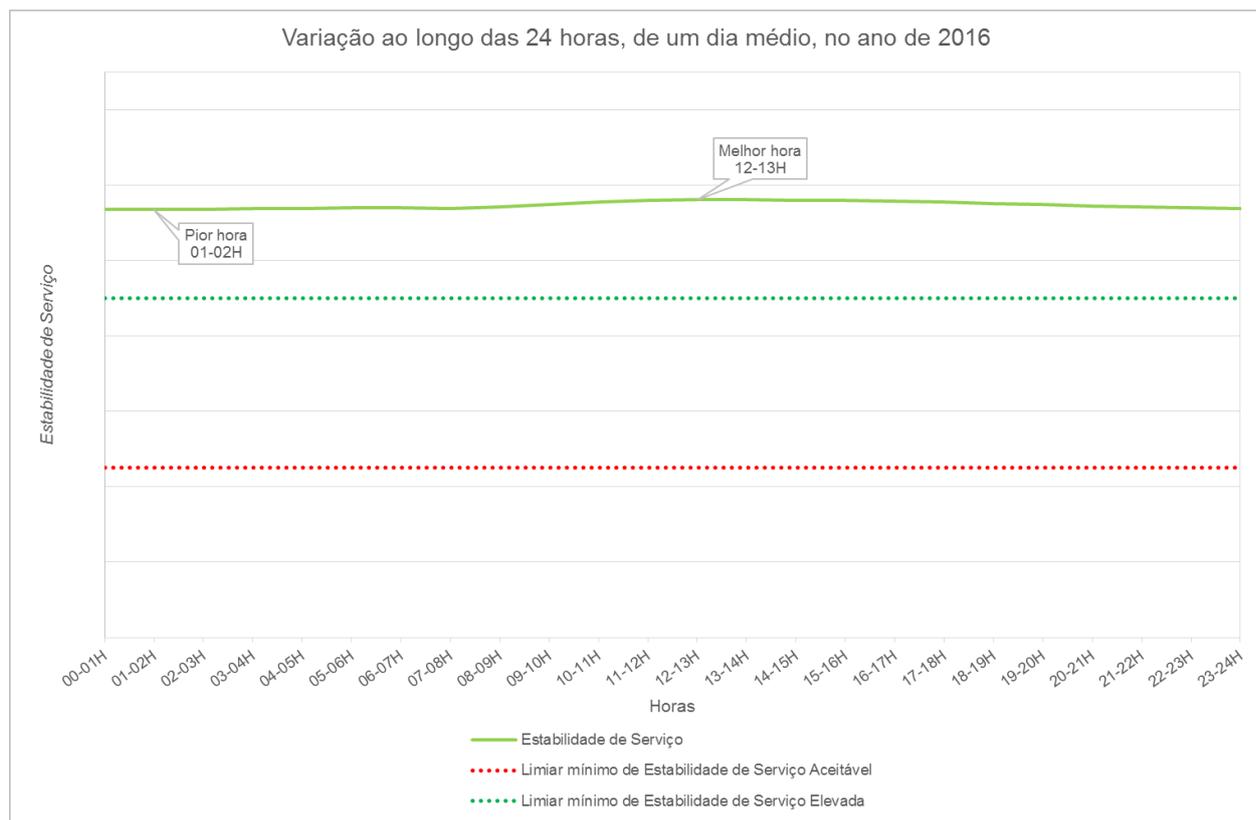


Figura 31 – Estabilidade de Serviço, nas 24 horas de um dia médio, no ano 2016

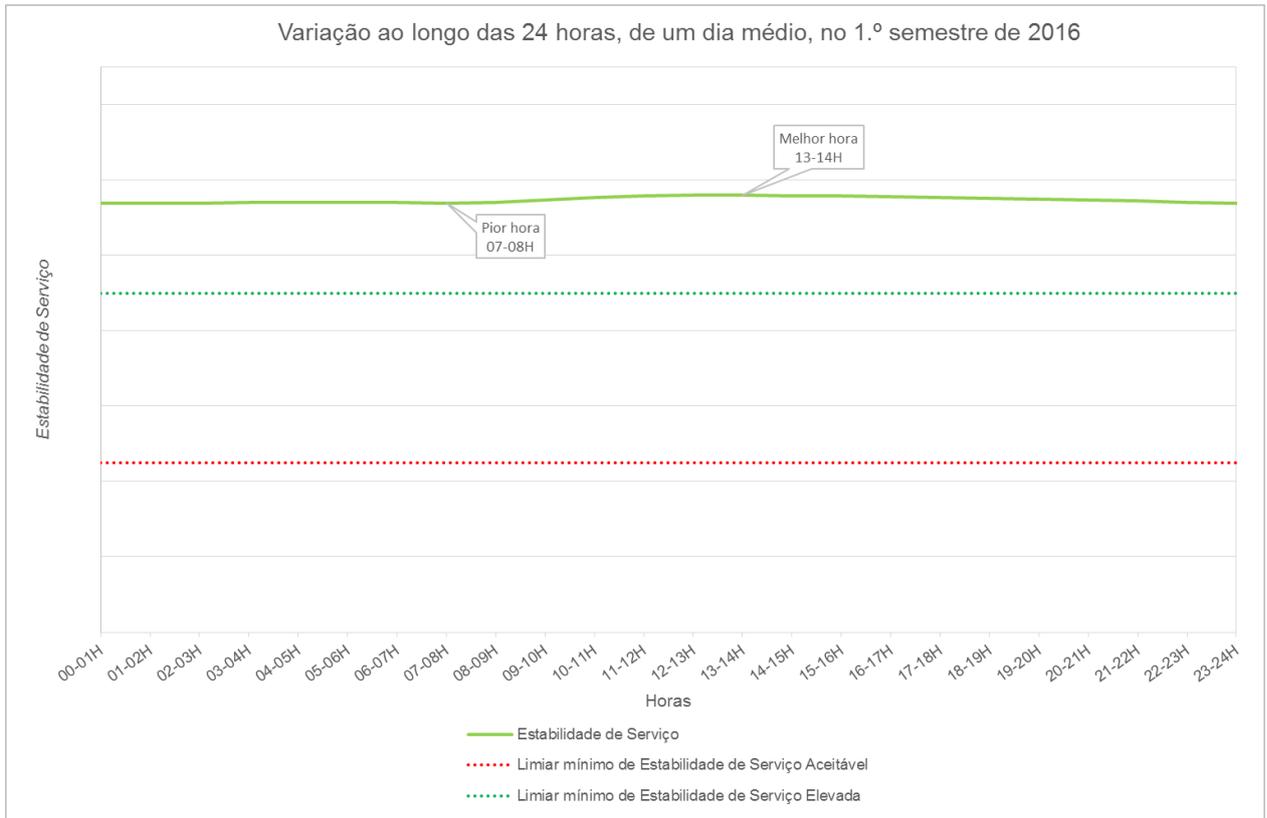


Figura 32 – Estabilidade de Serviço, nas 24 horas de um dia médio, do 1.º semestre de 2016

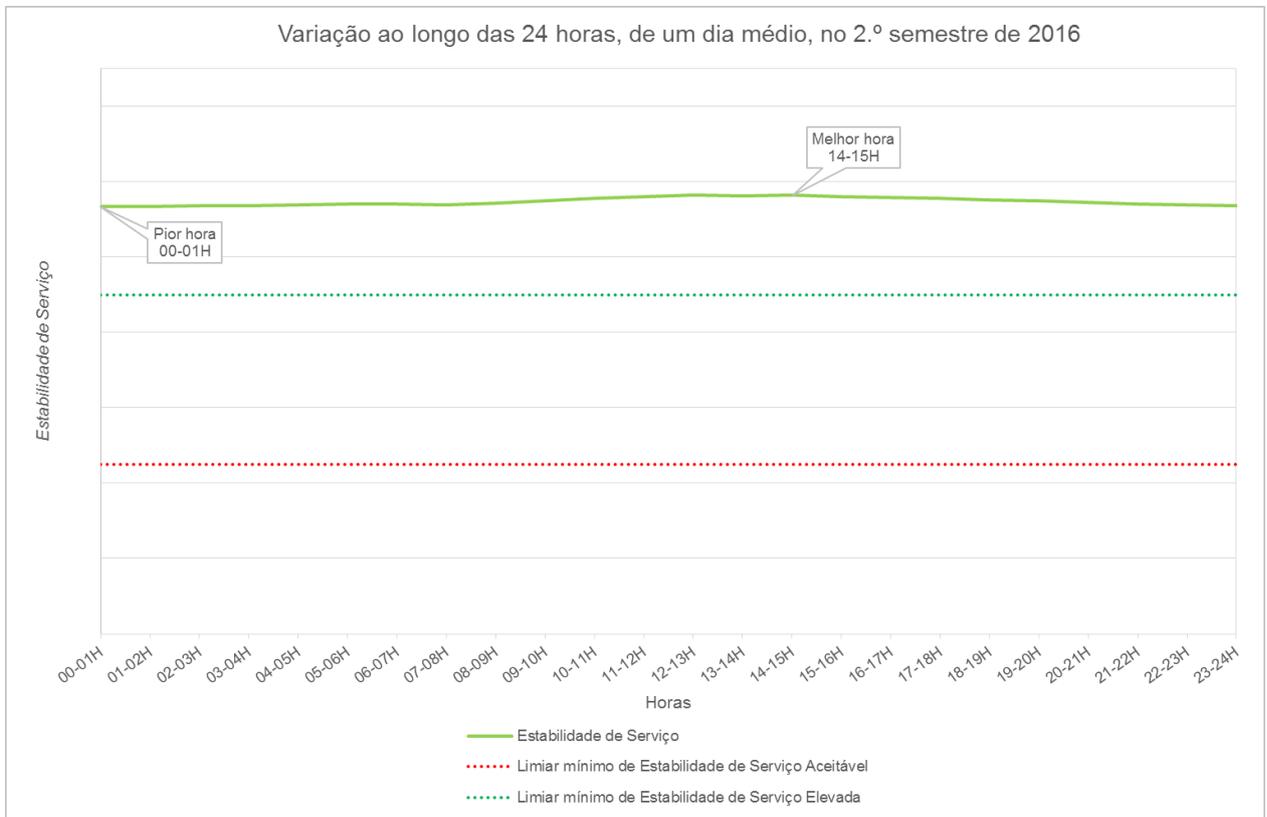


Figura 33 – Estabilidade de Serviço, nas 24 horas de um dia médio, do 2.º semestre de 2016

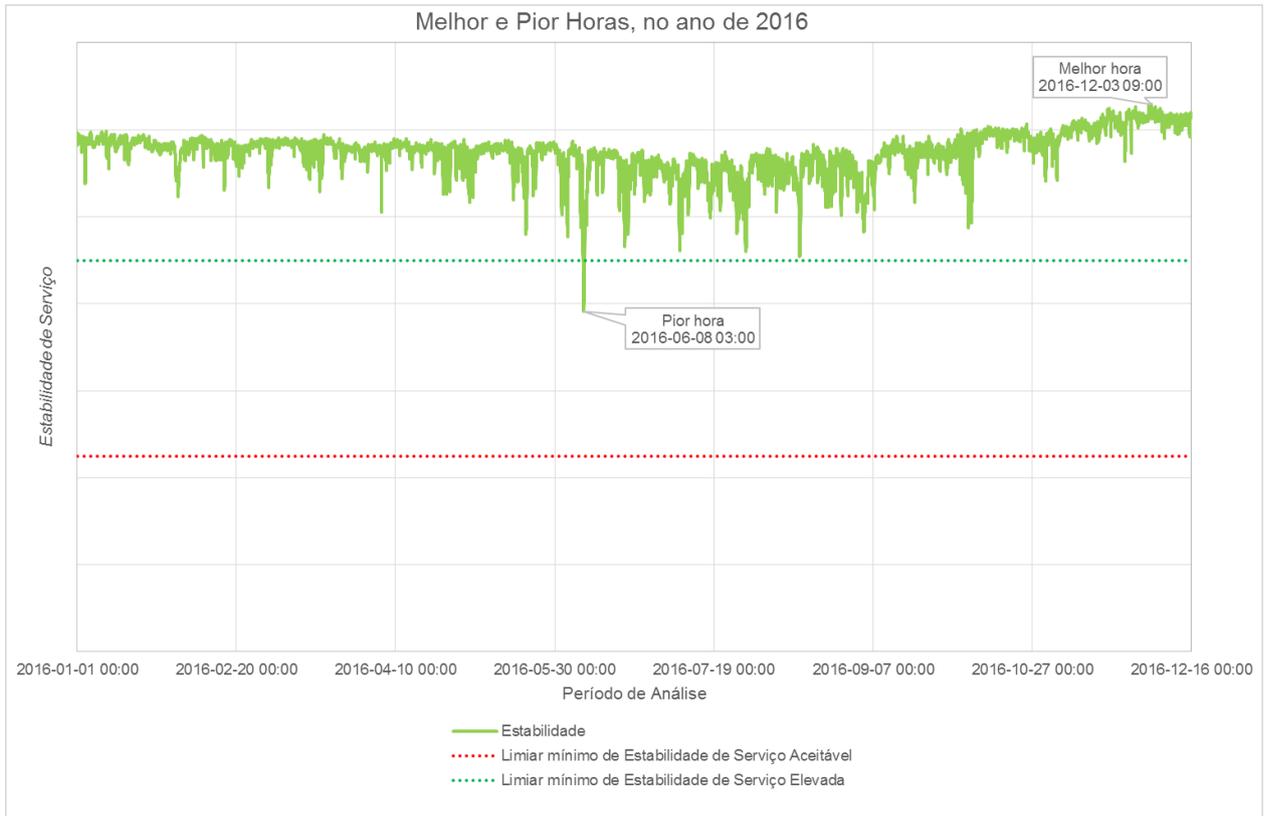


Figura 34 – Estabilidade de Serviço, hora a hora, ao longo do ano 2016

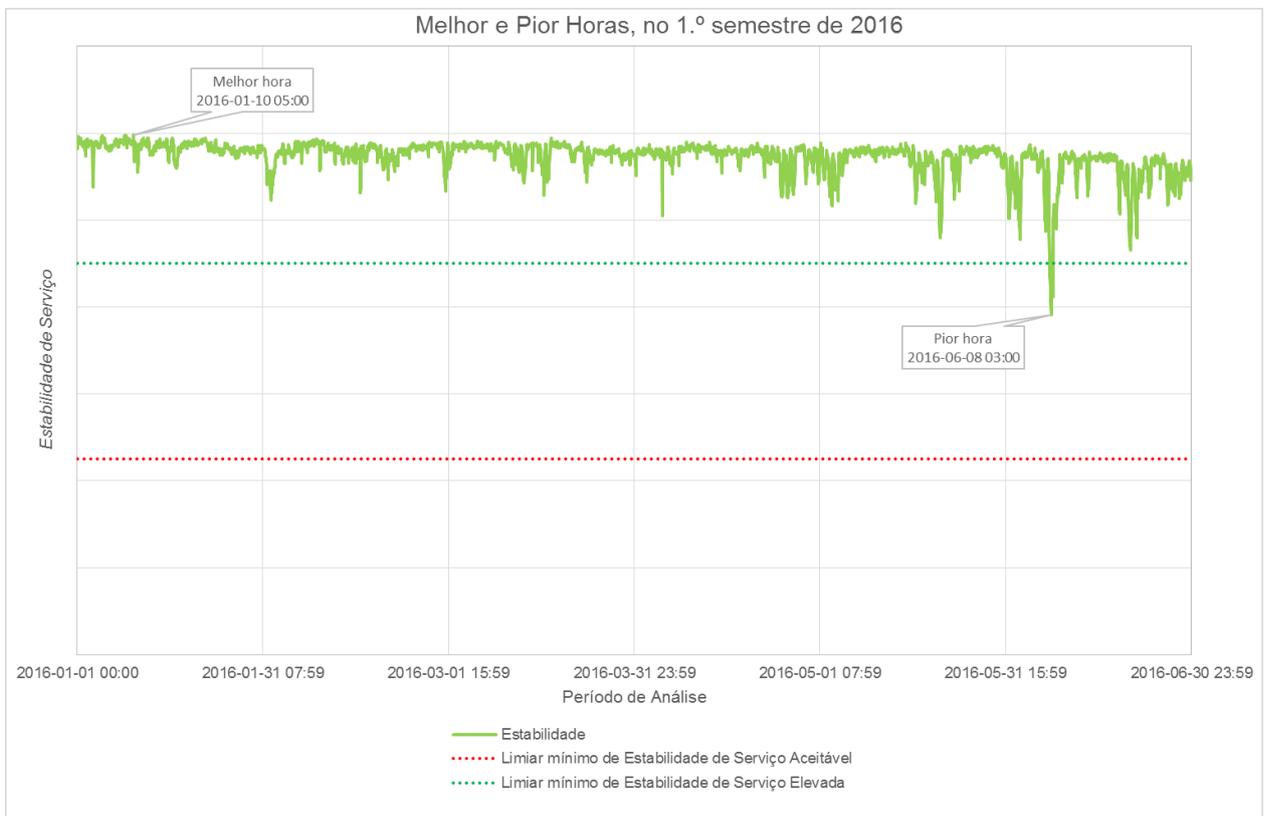


Figura 35 – Estabilidade de Serviço, hora a hora, ao longo do 1.º semestre de 2016

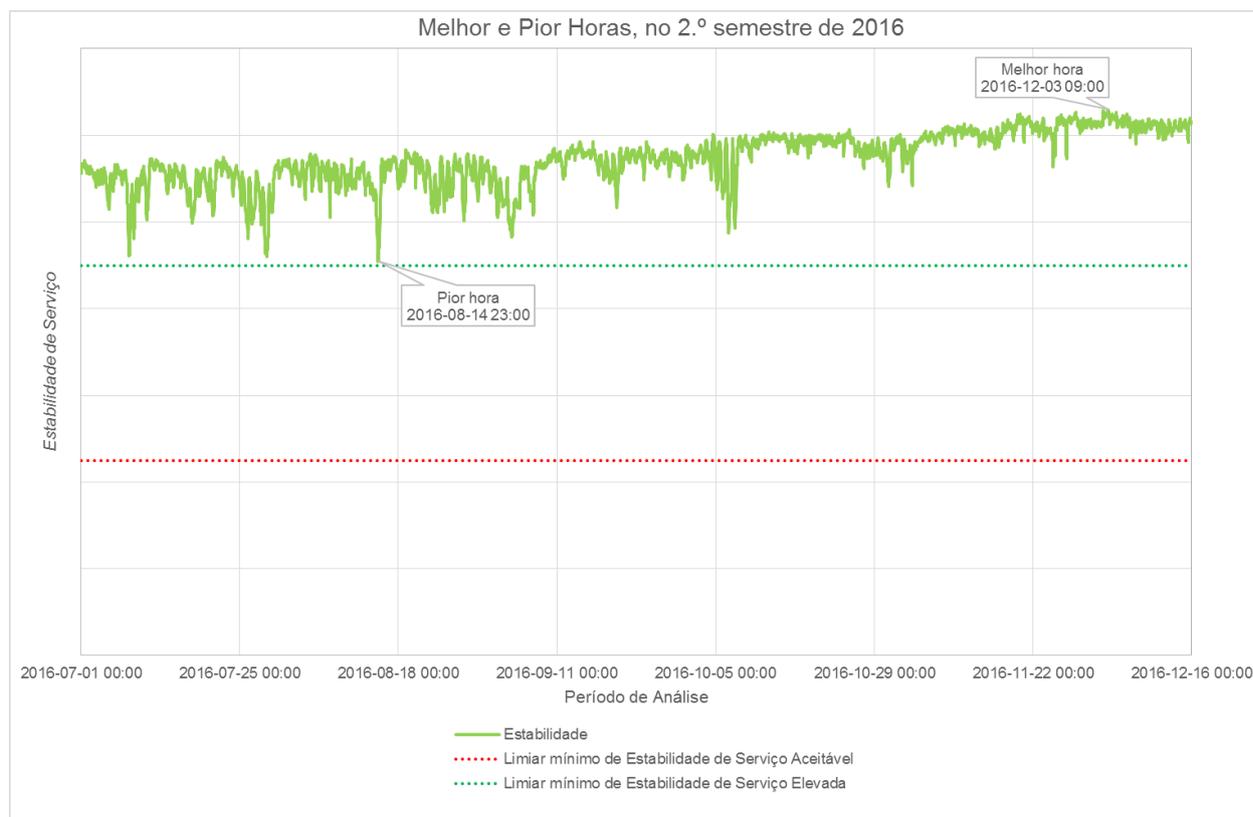


Figura 36 – Estabilidade de Serviço, hora a hora, ao longo do 2.º semestre de 2016

5.2.3.1 Estabilidade de serviço horária: Melhor hora

Os registos obtidos permitem concluir que qualquer que seja a hora do dia, durante o ano 2016, o nível de *estabilidade de serviço* foi **elevada**, sendo no entanto possível identificar o horário das **12 horas – 13 horas** como o melhor de 2016.

Quer isto dizer que, ao longo de todo o país, durante todas as horas do dia e, em particular, das 12 horas às 13 horas, o sinal terrestre disponibilizado para a receção de televisão não apresentou grande variabilidade nas suas características, sendo, em termos médios, pequena a probabilidade de se estar a ver televisão de forma intermitente/com interrupções.

Apesar de, em termos médios, as 12 horas serem a hora do dia com maior estabilidade para receber televisão, de forma absoluta a melhor hora do ano 2016 foi a das **9 horas** (das 9 às 10 horas) do dia **3 de dezembro de 2016**.

5.2.3.1.1 ESTABILIDADE DE SERVIÇO HORÁRIA: MELHOR HORA EM CADA SEMESTRE

Semestralmente é ainda possível identificar as horas de maior *estabilidade de serviço*.

Tabela 18 – Hora de maior *Estabilidade de Serviço*, por semestre, no ano 2016

2016	Melhor hora	<i>Estabilidade de Serviço</i>
1.º semestre	10 de janeiro - 05:00	Elevada
2.º semestre	3 de dezembro - 09:00	Elevada

5.2.3.2 *Estabilidade de serviço horária: Pior hora*

O período com menor *estabilidade de serviço* do semestre, mas ainda assim podendo-se considerar **elevada**, foi o que fica compreendido entre as 1 e as 2 horas.

De forma absoluta, a pior hora em 2016, em termos de *estabilidade de sinal*, foi a das **3 horas** (das 3 às 4 horas) do dia **8 de junho**.

5.2.3.2.1 ESTABILIDADE DE SERVIÇO HORÁRIA: PIOR HORA EM CADA TRIMESTRE

Semestralmente é ainda possível identificar as horas de menor *estabilidade de serviço*.

Tabela 19 – Hora de menor *Estabilidade de Serviço*, por semestre, no 2.º semestre de 2016

2016	Pior hora	<i>Estabilidade de Serviço</i>
1.º semestre	8 de junho - 03:00	Aceitável
2.º semestre	14 de agosto - 23:00	Elevada

5.2.4 ESTABILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA, POR DISTRITOS

O indicador *estabilidade de serviço*, por distritos, caracteriza a estabilidade de receção do sinal TDT, ao longo do país.

5.2.4.1 *Estabilidade de serviço geográfica: 2016, por distritos*

Globalmente, como já se deu nota no sumário executivo, 2016 teve uma *estabilidade de serviço* elevada.

Com exceção do distrito **Setúbal**, em que a *estabilidade do serviço* foi **aceitável**, todos os **restantes distritos** tiveram nível de *estabilidade de serviço* **elevada**.

Os distritos de **Beja**, **Braga**, **C. Branco**, **Faro**, **Portalegre**, **Porto**, **Santarém**, **Viana do Castelo** e **Viseu** tiveram, em termos médios, *estabilidade de serviço* superior à da média nacional.

Durante 2016, o *ranking* dos três melhores distritos é ocupado por **Beja**, **Faro** e **Braga** (Tabela 20).

Tabela 20 – Estabilidade de Serviço, no ano 2016 (melhores distritos)

2016	
Melhores distritos	
Beja	Elevada
Faro	Elevada
Braga	Elevada

Os três distritos com menor desempenho foram **Setúbal, Leiria e Bragança** (Tabela 21).

Tabela 21 – Estabilidade de Serviço, no ano 2016 (piores distritos)

2016	
Piores distritos	
Setúbal	Aceitável
Leiria	Elevada
Bragança	Elevada

Abaixo apresenta-se informação detalhada, pelos vários distritos.

Tabela 22 – Estabilidade de Serviço, por distritos, no ano 2016

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

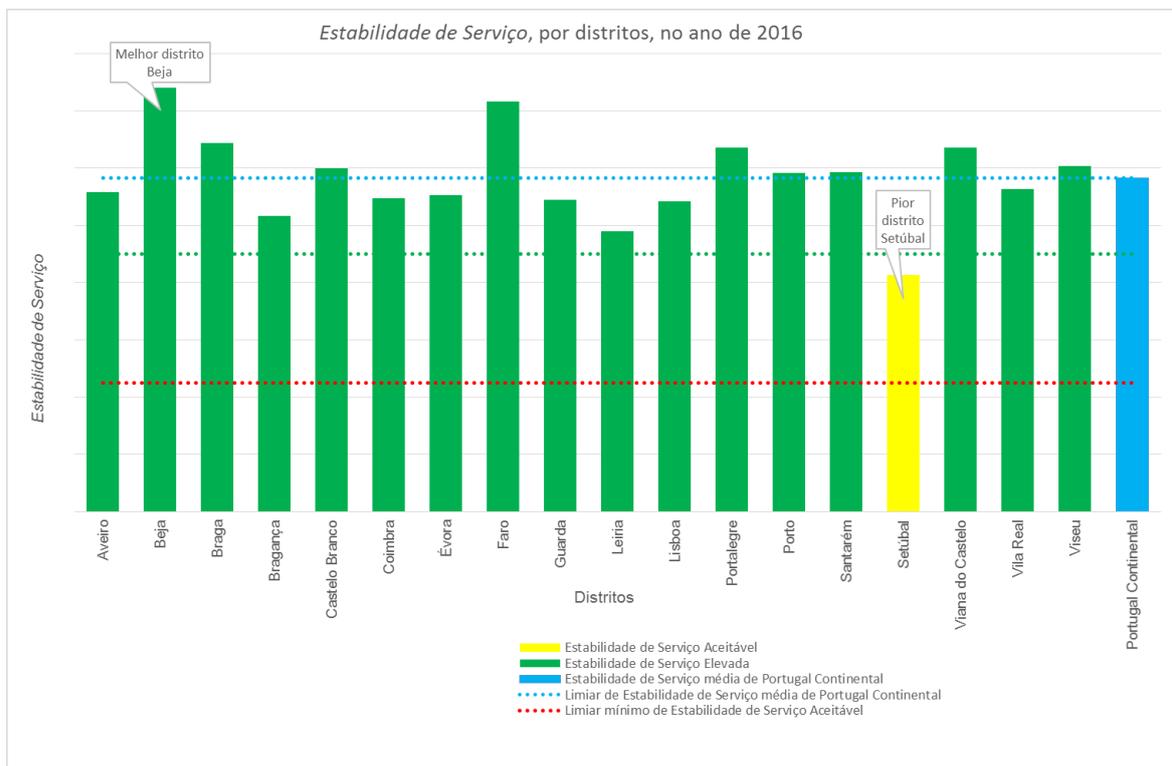


Figura 37 – Gráfico da Estabilidade de Serviço, por distritos, no ano 2016

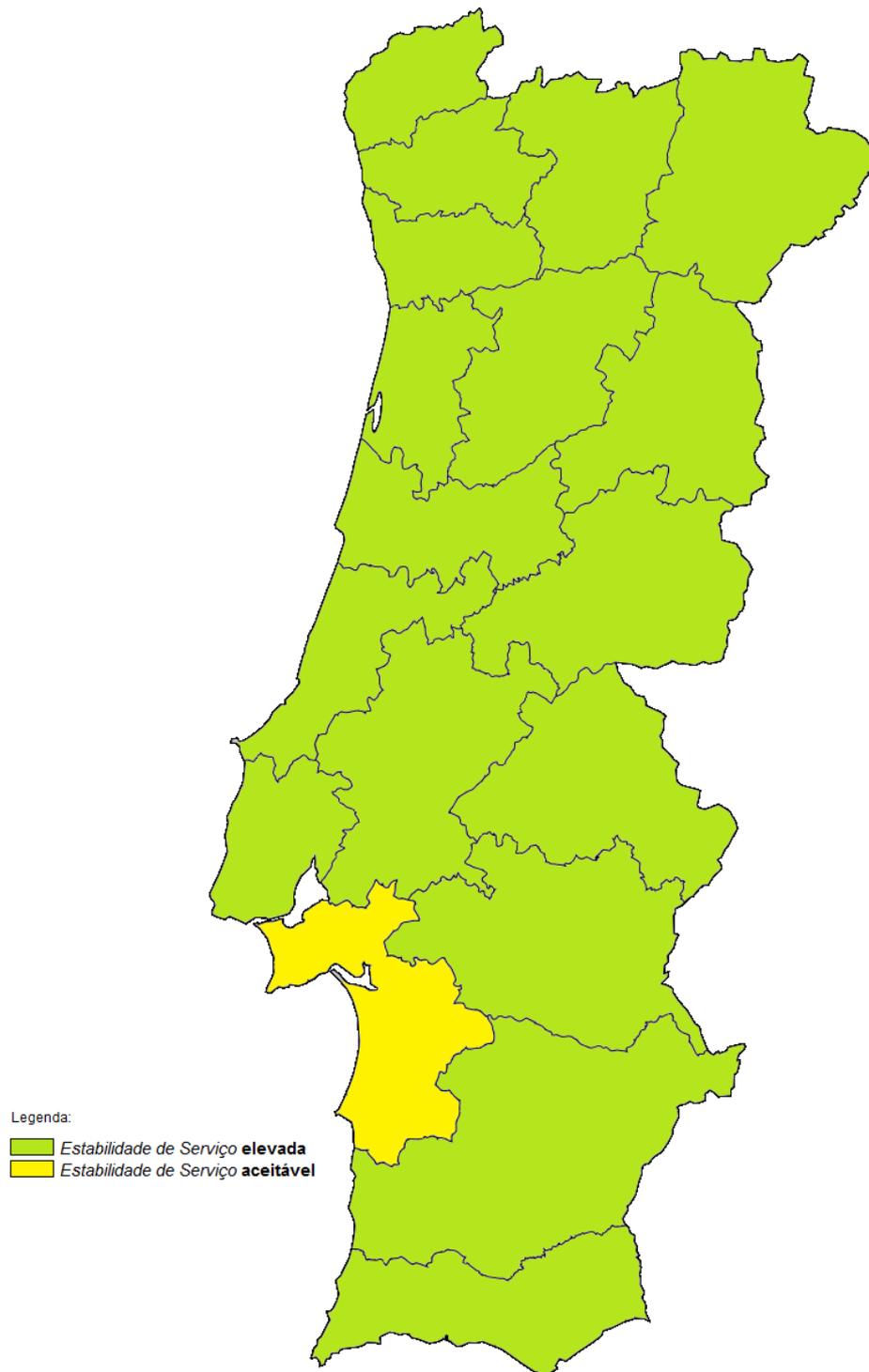


Figura 38 – Mapa da *Estabilidade de Serviço*, no ano 2016

5.2.4.2 *Estabilidade de serviço geográfica: semestral, por distritos*

5.2.4.2.1 ESTABILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA SEMESTRAL: 1.º SEMESTRE DE 2016, POR DISTRITOS

Globalmente, como em mais detalhe se pode confirmar no respetivo relatório trimestral, o 1.º semestre de 2016 teve uma *estabilidade de serviço elevada*.

Com exceção do distrito **Setúbal**, em que a *estabilidade do serviço* foi **aceitável**, todos os **restantes distritos** tiveram nível de *estabilidade de serviço elevada*.

Os distritos de **Beja, Braga, C. Branco, Faro, Portalegre, Santarém, Viana do Castelo e Viseu** tiveram, em termos médios, *estabilidade de serviço* superior à da média nacional.

Durante o 1.º semestre de 2016, o *ranking* dos três melhores distritos é ocupado por **Beja, Faro e Viana do Castelo** (Tabela 23).

Tabela 23 – Estabilidade de Serviço, no 1.º Semestre de 2016 (melhores distritos)

1.º semestre 2016	
Melhores distritos	
Beja	Elevada
Faro	Elevada
Viana do Castelo	Elevada

Os três distritos com menor desempenho foram **Setúbal, Leiria e Coimbra** (Tabela 24).

Tabela 24 – Estabilidade de Serviço, no 1.º Semestre de 2016 (piores distritos)

1.º semestre 2016	
Piores distritos	
Setúbal	Aceitável
Leiria	Elevada
Coimbra	Elevada

Abaixo apresenta-se informação detalhada, pelos vários distritos.

Tabela 25 – Estabilidade de Serviço, por distritos, no 1.º Semestre de 2016

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

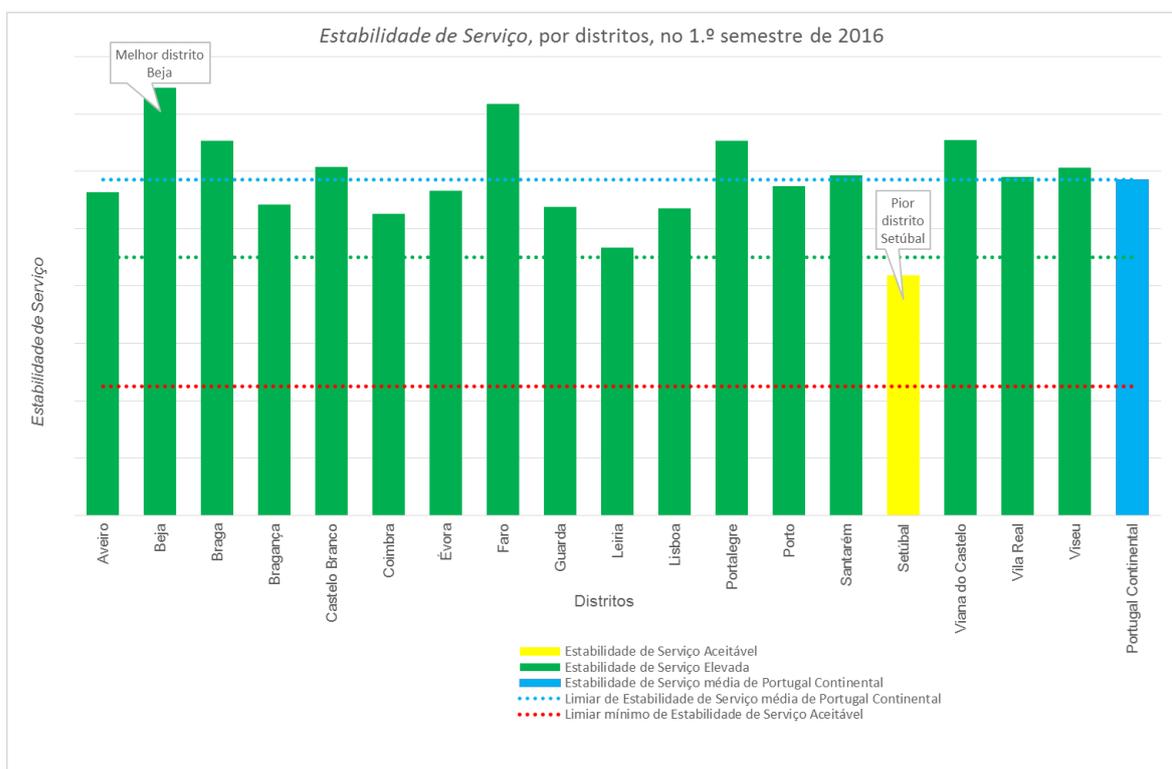


Figura 39 – Gráfico da Estabilidade de Serviço, por distritos, no 1.º semestre de 2016

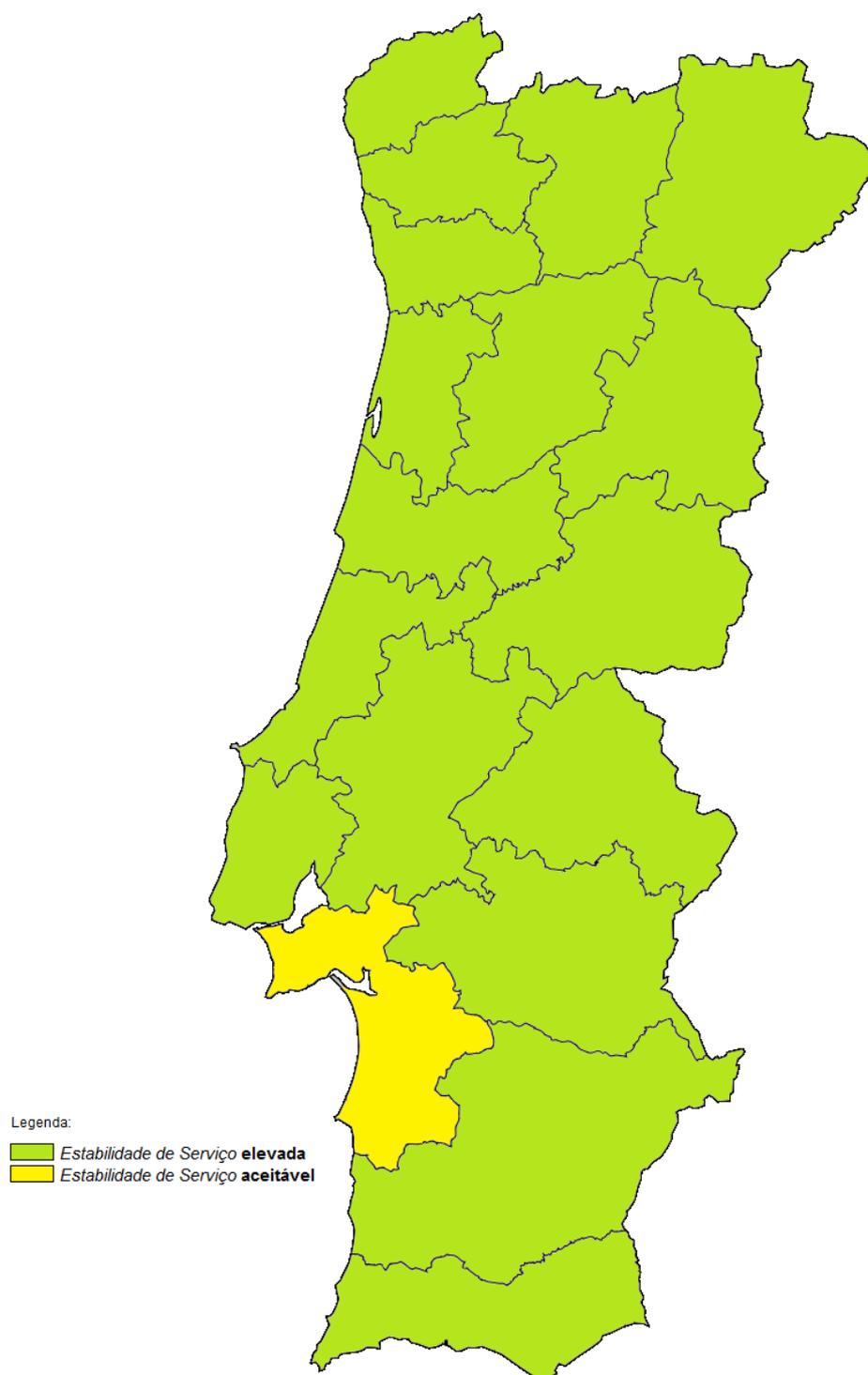


Figura 40 – Mapa da *Estabilidade de Serviço*, no 1.º semestre de 2016

5.2.4.2.2 ESTABILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA SEMESTRAL: 2.º SEMESTRE DE 2016, POR DISTRITOS

Globalmente, o 2.º semestre de 2016 teve uma *estabilidade de serviço* elevada.

Com exceção do distrito de **Setúbal**, em que a *estabilidade do serviço* foi **aceitável**, todos os **restantes distritos** tiveram nível de *estabilidade de serviço* elevada.

Os distritos de **Beja**, **Braga**, **Castelo Branco**, **Faro**, **Portalegre**, **Porto**, **Santarém**, **Viana do Castelo** e **Viseu** tiveram, em termos médios, *estabilidade de serviço* superior à da média nacional.

Durante o 2.º semestre de 2016, o *ranking* dos três melhores distritos é ocupado por **Beja**, **Faro** e **Braga** (Tabela 26).

Tabela 26 – Estabilidade de Serviço, no 2.º Semestre de 2016 (melhores distritos)

2.º semestre 2016	
Melhores distritos	
Beja	Elevada
Faro	Elevada
Braga	Elevada

Os três distritos com menor desempenho foram **Setúbal**, **Bragança** e **Leiria** (Tabela 27).

Tabela 27 – Estabilidade de Serviço, no 2.º Semestre de 2016 (piores distritos)

2.º semestre 2016	
Piores distritos	
Setúbal	Aceitável
Bragança	Elevada
Leiria	Elevada

Abaixo apresenta-se informação detalhada, pelos vários distritos.

Tabela 28 – Estabilidade de Serviço, por distritos, no 2.º Semestre de 2016

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

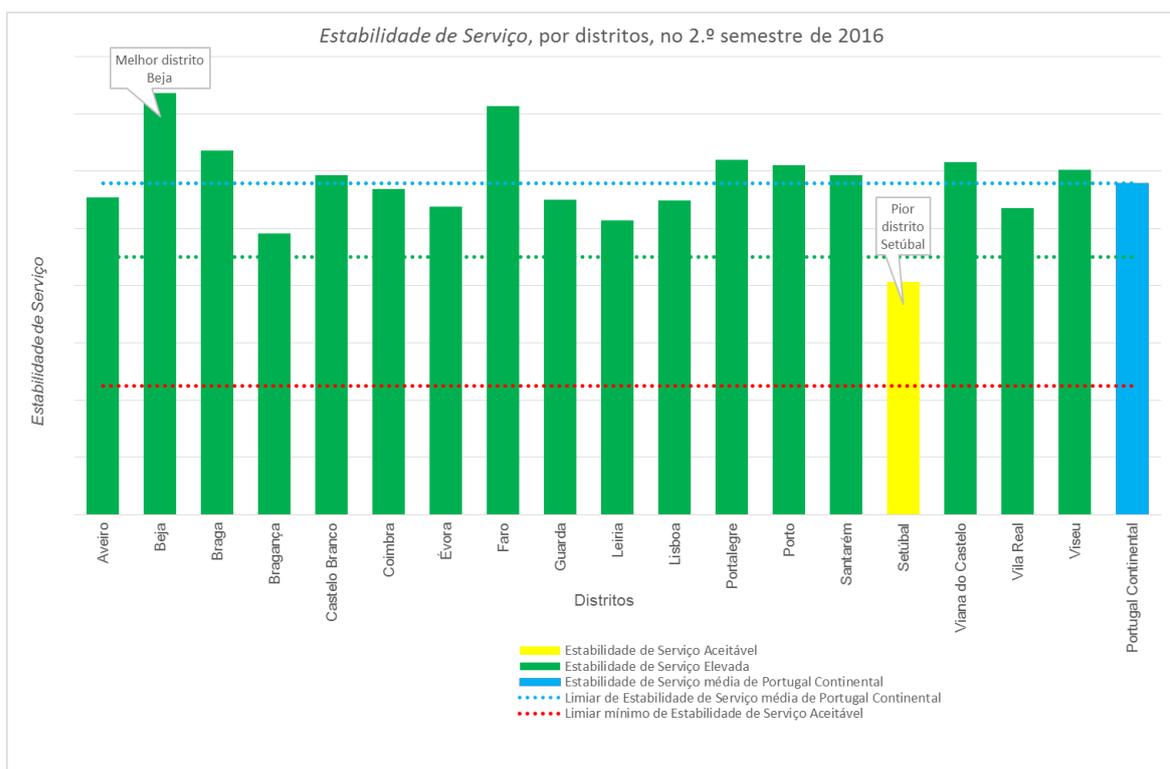


Figura 41 – Gráfico da Estabilidade de Serviço, por distritos, no 2.º semestre de 2016

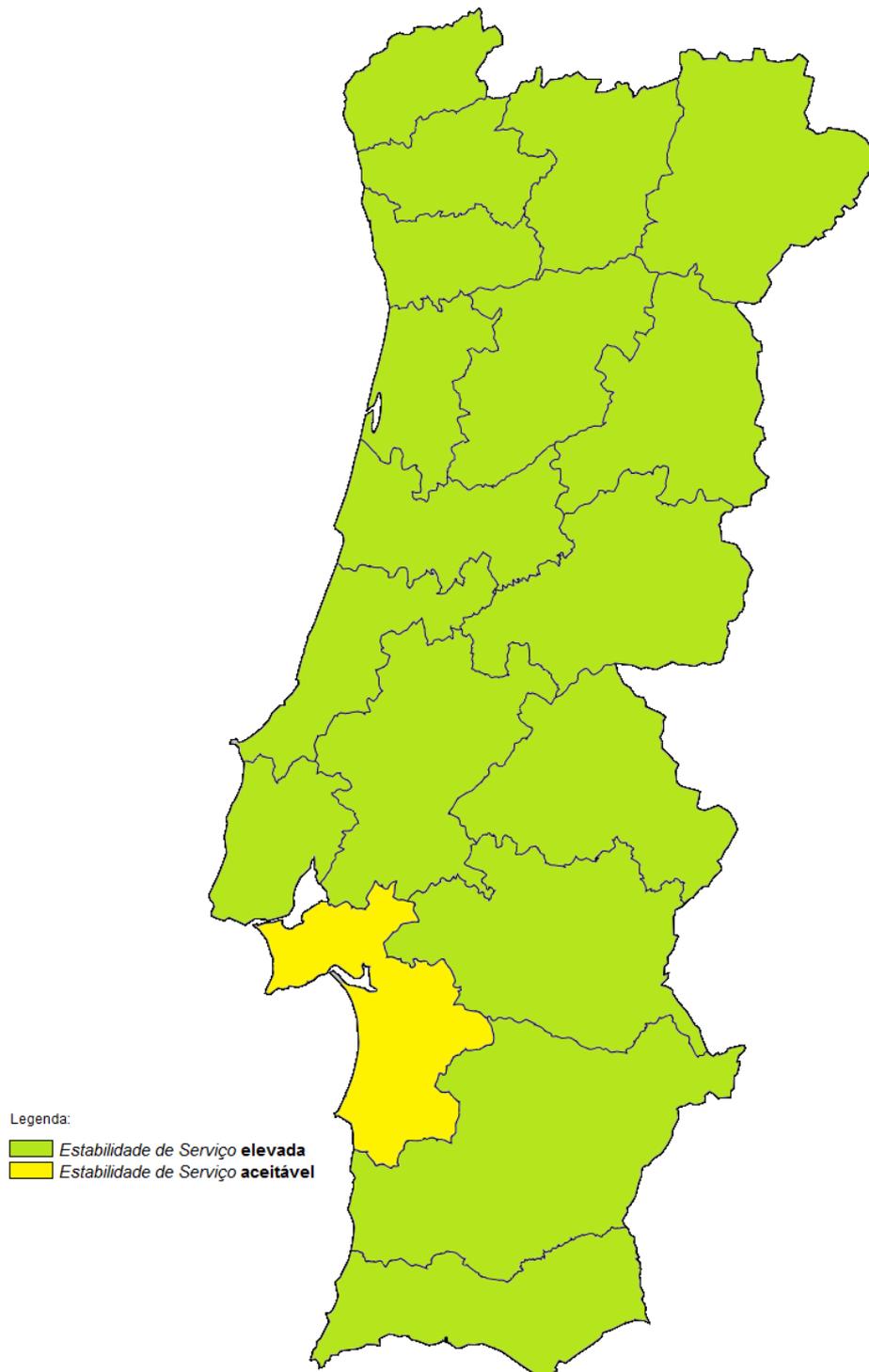


Figura 42 – Mapa da Estabilidade de Serviço, no 2.º semestre de 2016

5.2.4.3 *Estabilidade de serviço geográfica: Horária, no ano 2016, por distritos*

Ao longo de todo o **ano de 2016**, a *estabilidade de serviço* foi ao longo das 24 horas do dia **elevada**. A única exceção a esta conclusão é relativa ao distrito de **Setúbal** em que, durante as 24 horas do dia, a *estabilidade de serviço* se manteve sempre em nível **aceitável**.

Conclusão similar se tira quando se detalha a informação ao nível do 1.º e 2.º semestres.

Tabela 29 – Estabilidade de Serviço, por distritos, por período horário, no ano 2016

Distritos	Estabilidade de Serviço, no ano de 2016																							
	00-01H	01-02H	02-03H	03-04H	04-05H	05-06H	06-07H	07-08H	08-09H	09-10H	10-11H	11-12H	12-13H	13-14H	14-15H	15-16H	16-17H	17-18H	18-19H	19-20H	20-21H	21-22H	22-23H	23-24H
Aveiro																								
Beja																								
Braga																								
Bragança																								
Castelo Branco																								
Coimbra																								
Évora																								
Faro																								
Guarda																								
Leiria																								
Lisboa																								
Portalegre																								
Porto																								
Santarém																								
Setúbal																								
Viana do Castelo																								
Vila Real																								
Viseu																								

 Estabilidade de Serviço aceitável
 Estabilidade de Serviço elevada

5.2.4.3.1 ESTABILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA HORÁRIA: 1.º SEMESTRE DE 2016, POR DISTRITOS

Tabela 30 – Estabilidade de Serviço, por distritos, por período horário, no 1.º semestre de 2016

Distritos	Estabilidade de Serviço, no 1º semestre de 2016																							
	00-01H	01-02H	02-03H	03-04H	04-05H	05-06H	06-07H	07-08H	08-09H	09-10H	10-11H	11-12H	12-13H	13-14H	14-15H	15-16H	16-17H	17-18H	18-19H	19-20H	20-21H	21-22H	22-23H	23-24H
Aveiro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Beja	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Braga	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bragança	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Castelo Branco	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Coimbra	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Évora	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Faro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Guarda	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Leiria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lisboa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Portalegre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Porto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Santarém	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Setúbal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Viana do Castelo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Vila Real	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Viseu	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

 Estabilidade de Serviço aceitável
 Estabilidade de Serviço elevada

5.2.4.3.2 ESTABILIDADE DE SERVIÇO GEOGRÁFICA HORÁRIA: 2.º SEMESTRE DE 2016, POR DISTRITOS

Tabela 31 – Estabilidade de Serviço, por distritos, por período horário, no 2.º semestre de 2016

Distritos	Estabilidade de Serviço, no 2º semestre de 2016																							
	00-01H	01-02H	02-03H	03-04H	04-05H	05-06H	06-07H	07-08H	08-09H	09-10H	10-11H	11-12H	12-13H	13-14H	14-15H	15-16H	16-17H	17-18H	18-19H	19-20H	20-21H	21-22H	22-23H	23-24H
Aveiro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Beja	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Braga	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bragança	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Castelo Branco	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Coimbra	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Évora	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Faro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Guarda	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Leiria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lisboa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Portalegre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Porto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Santarém	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Setúbal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Viana do Castelo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Vila Real	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Viseu	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

 Estabilidade de Serviço aceitável
 Estabilidade de Serviço elevada

AneXOS

6 Anexo A: Parâmetros Técnicos do Sinal de DVB-T 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.

6.1 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.

6.2 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.

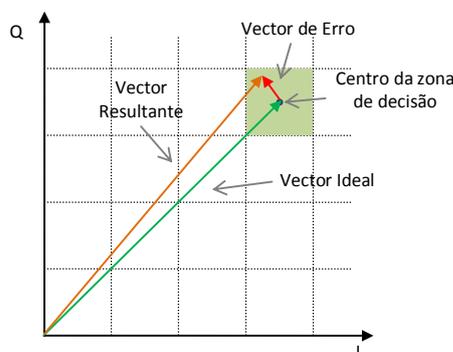


Figura 43 – Referencial I-Q de Constelação da Modulação QAM

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. 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

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

6.2.1 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.

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.

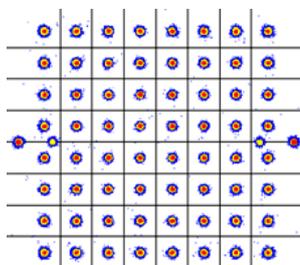


Figura 44 – Diagrama de Constelação 64-QAM

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 45 – Concentração dos símbolos descodificados em torno do ponto ótimo pertencente à constelação

6.3 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:

6.3.1 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.

6.3.2 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.

6.3.3 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.

6.4 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 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.

6.4.1 ESPECTRO OFDM DO SINAL DE DVB-T

O princípio da modulação OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex), 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 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.

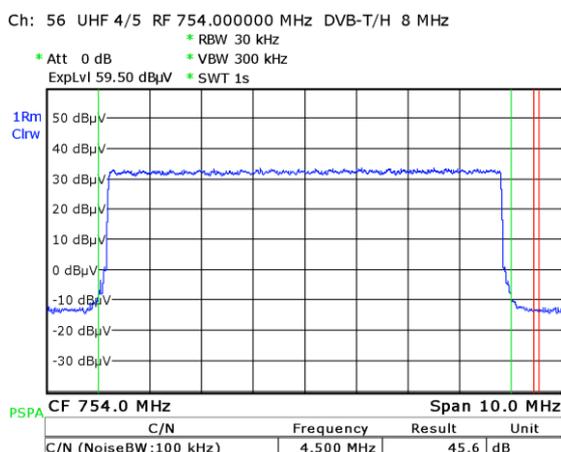


Figura 46 – Espectro OFDM de um sinal de DVB-T (canal 56), usado no cálculo da C/N

7 Anexo B: Limiares de Referência

7.1 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 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 dB μ V/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 recepção considerada (fixa exterior), é dado por:

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

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 GE06, determinar também o valor do campo médio mínimo necessário para que se garanta cobertura, para uma probabilidade de 70% dos locais:

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

7.2 Modulation Error Ratio (MER)

O Acordo de Genebra de 2006 (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 **recepção fixa exterior**, conforme sumariado na Tabela 32.

Tabela 32 – 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		
			Recepção Fixa Exterior	Recepção Portátil Exterior	Recepção Portátil Interior	Recepção 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**.