



## Apêndice 2

Abordagem amostral para avaliação do desempenho de serviços móveis e de cobertura GSM, UMTS e LTE, em Portugal Continental



**Índice**

Siglas e Acrónimos.....	5
Sumário.....	7
1 Objetivo.....	9
2 Metodologia.....	9
2.1 Universo e Unidade Estatística.....	9
2.2 Processo de Amostragem.....	9
2.3 Dimensionamento da Amostra e Erros Amostrais.....	11
2.4 Seleção da Amostra.....	12
3 Trabalho de Campo.....	13
4 Estimação e Apresentação de Resultados.....	14



**SIGLAS E ACRÓNIMOS**

<b>AMU</b>	Área Mediamente Urbana.
<b>APN</b>	<i>Access Point Name</i> – Nome do Ponto de Acesso.
<b>APR</b>	Área Predominantemente Rural.
<b>APU</b>	Área Predominantemente Urbana.
<b>CEPT</b>	<i>European Conference of Postal and Telecommunications Administrations</i> – Conferência Europeia das Administrações de Correios e Telecomunicações
<b>CoDec</b>	Codificador/Descodificador.
<b>CPICH RSCP</b>	<i>Common Pilot Channel, Received Signal Code Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (UMTS).
<b>CS</b>	<i>Circuit Switched</i> – Comutação de Circuitos.
<b>CSFB</b>	<i>Circuit Switched Fallback</i> – Retroceder ao modo de Comutação de Circuitos.
<b>ECC</b>	<i>Electronic Communications Committee</i> – Comitê de Comunicações Eletrónicas
<b>EPS</b>	<i>Evolved Packet System</i> – Sistema otimizado de comutação de pacotes das redes 4G, resultante da evolução dos sistemas 3G/UMTS, caracterizado por débitos de dados elevados, baixa latência e por permitir múltiplas tecnologias na rede rádio de acesso.
<b>ETSI</b>	<i>European Telecommunications Standards Institute</i> – Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações.
<b>FCT</b>	Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P.
<b>FTP</b>	<i>File Transfer Protocol</i> – Protocolo FTP.
<b>GigaPIX</b>	Ponto português de troca de tráfego entre redes IP.
<b>GSM</b>	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G).
<b>HTTP</b>	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> – Protocolo HTTP.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estatística.
<b>ITU</b>	<i>International Telecommunications Union</i> – União Internacional de Telecomunicações.
<b>LTE</b>	<i>Long Term Evolution</i> – Sistema de Comunicações Móveis de quarta geração (4G).
<b>MIMO</b>	<i>Multiple Input Multiple Output</i> – Tecnologia que recorre à utilização de múltiplos emissores e múltiplos recetores (antenas) para melhorar o desempenho de comunicações rádio.
<b>MOS</b>	<i>Mean Opinion Score</i> – Índice de qualidade que quantifica o esforço necessário para se perceber uma comunicação do tipo extremo-a-extremo. Apresenta como limites os valores 0 (zero), quando não há comunicação, e 5 (cinco), quando a comunicação é perfeita.
<b>NUTS</b>	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos.
<b>PDP</b>	<i>Packet Data Protocol</i> – Protocolo PDP.
<b>POLQA</b>	<i>Perceptual Objective Listening Quality Assessment</i> – Algoritmo utilizado na análise da qualidade áudio de uma comunicação de voz (Recomendado pela ITU: <i>ITU-T Recommendation P.863 (01/2011)</i> ).
<b>PS</b>	<i>Packet Switched</i> – Comutação de pacotes.
<b>RF</b>	Rádio Frequência.
<b>RSRP</b>	<i>Reference Signal Received Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (LTE).
<b>RxLev</b>	<i>Received signal level</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (GSM).
<b>Scanner RF</b>	Equipamento de medida que permite recolher níveis de sinal rádio para cada canal de uma banda de frequência.
<b>SIM</b>	<i>Subscriber Identity Module</i> – Cartão SIM.
<b>SMS</b>	<i>Short Message Service</i> – Serviço de Mensagens Curtas.
<b>SMSC</b>	<i>Short Message Service Centre</i> – Centro de Mensagens Curtas.
<b>TCP/IP</b>	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i> – Protocolo TCP/IP.
<b>TIPAU</b>	Tipologia de Áreas Urbanas, para fins estatísticos.
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração (3G).
<b>USIM</b>	<i>UMTS Subscriber Identity Module</i> – Cartão USIM.
<b>WCDMA</b>	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> – Tecnologia utilizada na componente rádio dos sistemas de comunicações UMTS.



## SUMÁRIO

Tendo por objetivo analisar o desempenho dos serviços de voz e de dados móveis, bem como verificar a disponibilidade das redes rádio GSM, UMTS e LTE, mediante um conjunto predefinido de indicadores, considera-se como universo o conjunto de comunicações móveis realizadas no território continental, sendo a chamada de voz móvel e a sessão de dados móveis a unidade estatística considerada.

A amostra tem por base dois níveis de estratificação. O primeiro separou o território continental em NUTS II com vista a garantir resultados fiáveis para este nível geográfico, seguindo-se uma desagregação por NUTS III proporcional à população residente, enquanto *proxy* das chamadas de voz móvel e das sessões de dados móveis, para garantir uma maior dispersão geográfica.

Em cada NUTS II seleccionaram-se aleatoriamente 40 subsecções estatísticas que, analisadas exaustivamente, garantem cerca de 300 chamadas de voz e 300 sessões de dados, por indicador e operador, e perfazem, em Portugal Continental, cerca de 1 500 chamadas de voz e 1 500 sessões de dados, por indicador e operador. O erro amostral varia de indicador para indicador, dependendo do número de chamadas/sessões efetuadas e, sobretudo, da variabilidade da informação recolhida.

Os resultados são apresentados, numa primeira fase, para cada uma das regiões NUTS II isoladamente (Norte, Centro, Área Metropolitana de Lisboa, Alentejo e Algarve). Em cada uma destas regiões, os resultados são desagregados por prestador (MEO, NOS, Vodafone) e por tipologia de áreas urbanas (APU, AMU, APR)<sup>1</sup>. Após a realização das campanhas de teste em todas as regiões NUTS II, os resultados serão ainda apresentados globalmente para Portugal Continental, com desagregações por prestador e por tipologia de áreas urbanas, de forma direta e cruzadas entre si.

---

<sup>1</sup> Com exceção da Área Metropolitana de Lisboa onde, devido ao reduzido número de subsecções AMU e APR da amostra, apenas é feita a desagregação de resultados por prestador (MEO, NOS, Vodafone).





## 1 OBJETIVO

O estudo tem como objetivo analisar, no território continental, o desempenho dos serviços de comunicações eletrónicas, que se suportam nos sistemas de comunicações móveis GSM/UMTS/LTE (serviços de voz e de dados), bem como verificar a disponibilidade das redes rádio GSM, UMTS e LTE.

Com este estudo pretende-se garantir **uma maior dispersão dos testes realizados por áreas geográficas de Portugal Continental**, face à dispersão verificada em estudos anteriores desta natureza.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 UNIVERSO E UNIDADE ESTATÍSTICA

Pretendendo-se analisar o desempenho dos serviços de voz e de dados, bem como verificar a disponibilidade das redes rádio GSM, UMTS e LTE, mediante um conjunto predefinido de indicadores, define-se:

**Universo:** Conjunto de comunicações móveis (chamadas de voz móvel e sessões de dados móveis) realizadas no território continental.

**Unidade estatística:** a chamada móvel e a sessão de dados móveis.

### 2.2 PROCESSO DE AMOSTRAGEM

Com vista a garantir uma maior dispersão dos testes realizados por área geográfica, estratificou-se a amostra ao nível regional recorrendo-se, para o efeito, à divisão do território continental em NUTS II e NUTS III e selecionaram-se áreas o mais desagregadas possível, designadamente por subsecção estatística<sup>2</sup> definida pelo INE a partir do Censos 2011.

As **subsecções estatísticas** foram selecionadas por amostragem aleatória simples, sendo, tanto quanto possível, percorrido todo o território das mesmas em medições.

---

<sup>2</sup> De acordo com o INE, uma subsecção estatística é uma "Unidade territorial que identifica a mais pequena área homogénea de construção ou não, existente dentro da secção estatística. Corresponde ao quarteirão nas áreas urbanas, ao lugar ou parte do lugar nas áreas rurais, ou a áreas residuais que podem conter ou não alojamentos (isolados)" (vd. <http://smi.ine.pt/Concepto/Detalhes/1926?modal=1>).

No primeiro nível de estratificação considerou-se um número fixo de subsecções estatísticas em cada região NUTS II (40 subsecções). Dentro de cada região NUTS II, selecionaram-se as subsecções estatísticas de forma proporcional à população residente por NUTS III<sup>3</sup>.

As nomenclaturas geográficas consideradas foram:

- As regiões NUTS II, que dividem o território continental em 5 grupos: Norte, Centro, Área Metropolitana de Lisboa, Alentejo e Algarve (*Figura 1*).
- As regiões NUTS III, que dividem as regiões NUTS II de maior dimensão (Norte, Centro e Alentejo) em áreas territoriais mais pequenas. As diferentes tonalidades da *Figura 1* representam as NUTS III e a *Tabela 1* inclui a listagem das mesmas.



Fonte: INE

Figura 1 – Regiões NUTS II de Portugal Continental

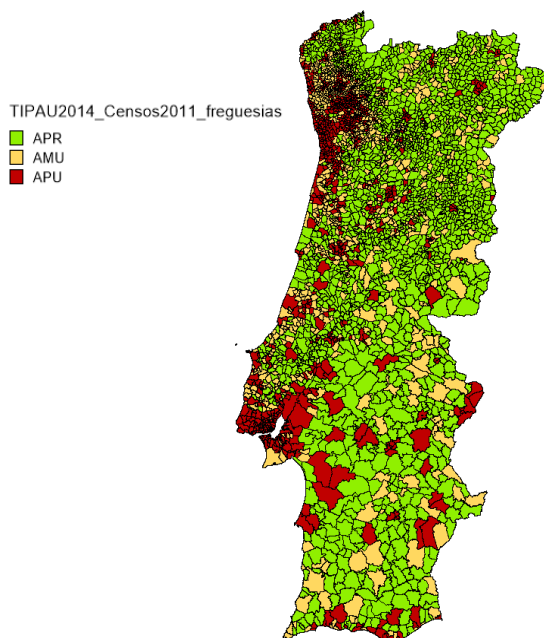
Tabela 1 – Regiões NUTS III de Portugal Continental

NUTS II	NUTS III
Norte	Alto Minho
	Alto Tâmega
	Cávado
	Área Metropolitana do Porto
	Ave
	Douro
	Tâmega e Sousa
	Terras de Trás-os-Montes
Centro	Beira Baixa
	Beiras e Serra da Estrela
	Médio Tejo
	Oeste
	Região de Aveiro
	Região de Coimbra
	Região de Leiria
Viseu Dão Lafões	
Área Metropolitana de Lisboa	
Alentejo	Alentejo Central
	Alentejo Litoral
	Baixo Alentejo
	Alto Alentejo
	Lezíria do Tejo
Algarve	Algarve

Fonte: INE

<sup>3</sup> A população residente é utilizada enquanto proxy das chamadas de voz móvel e sessões de dados móveis, por não se dispor de informação com detalhe geográfico desses indicadores.

A **tipologia de áreas urbanas** (TIPAU<sup>4</sup>), que divide o território continental em três grupos (*Figura 2*): APU – Área predominantemente urbana; AMU – Área mediamente urbana; APR – Área predominantemente rural, foi ainda tida em conta no âmbito da recalibração dos ponderadores, conforme se aborda na *secção 4*.



Nota: georreferenciação do Censos 2011 | Fonte: ANACOM, com base em dados do INE.

Figura 2 – Distribuição das freguesias de Portugal por TIPAU 2014

### 2.3 DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA E ERROS AMOSTRAIS

A dimensão da amostra corresponde ao número de chamadas de voz móvel/sessões de dados móveis a realizar nas subsecções estatísticas selecionadas.

Os testes são realizados em simultâneo para os três operadores (MEO, NOS e Vodafone), pelo que a dimensão amostral refere-se a cada um dos operadores:

- Análise de cerca de 200 subsecções estatísticas (40 em cada NUTS II).
- Realização de um total de cerca de 1500 chamadas de voz e de 1500 sessões de dados.
- O erro amostral varia consoante o indicador medido e a desagregação em causa, influenciado pelo número de chamadas/sessões de dados realizadas (dimensão amostral) e pela variabilidade dos resultados medidos.
- O erro amostral tende a ser superior nas desagregações geográficas pretendidas (NUTS II e TIPAU) por comparação a Portugal Continental, por congregarem um menor número de chamadas/sessões.

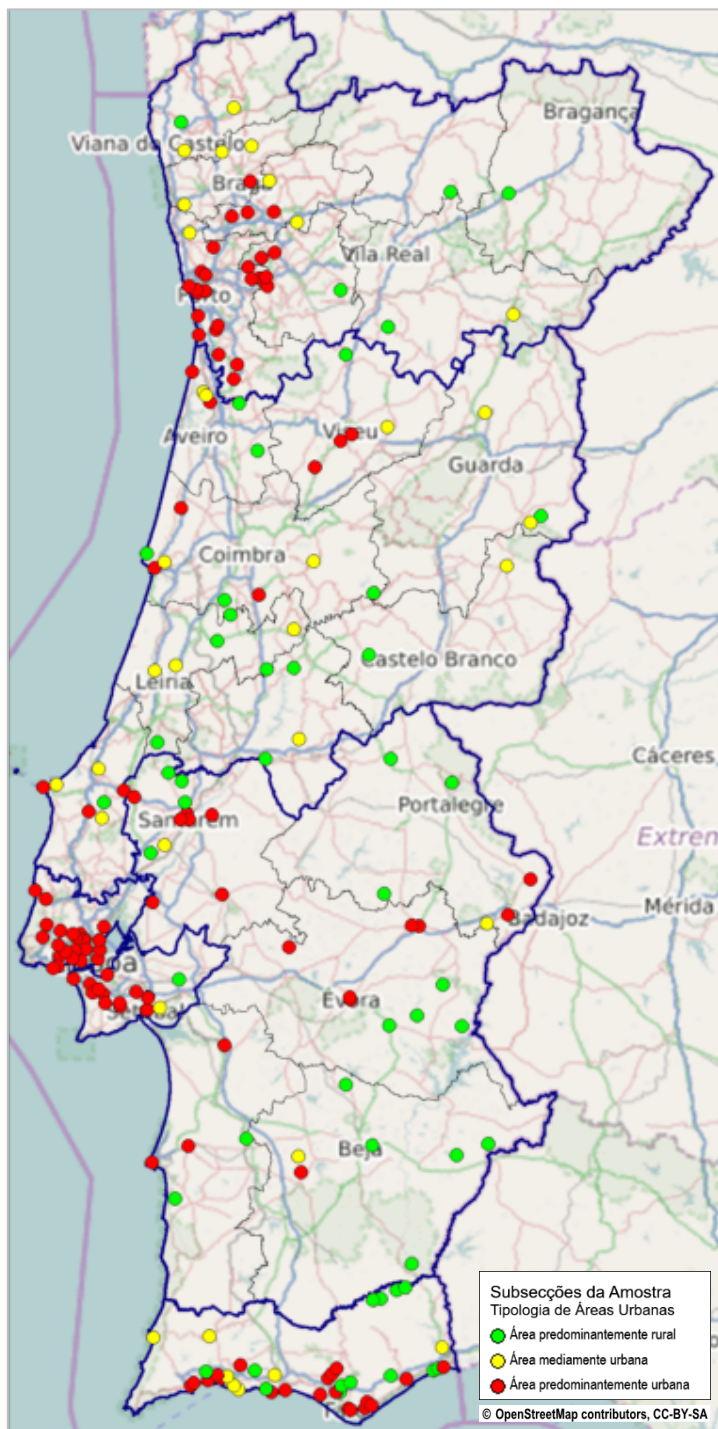
<sup>4</sup> vd. Relatório técnico "Tipologia de zonas urbanas", 2014 (<http://smi.ine.pt/Versao/Download/10129>).

## 2.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Atendendo ao processo de amostragem adotado, a seleção das subsecções estatísticas foi efetuada de forma aleatória, com recurso a algoritmos de geração aleatória de números. A base de amostragem provém da informação que o INE disponibiliza com todas as subsecções estatísticas, às quais se atribui a informação regional necessária (TIPAU, NUTS II e NUTS III).

As subsecções estatísticas têm dimensões territoriais distintas, motivo pelo qual o número de testes realizados (chamadas de voz móvel/sessões de dados móveis) poderá variar por subsecção.

A amostra obtida com base na seleção aleatória das subsecções é visível na *Figura 3*.



Fonte: ANACOM, com base em dados do INE

Figura 3 – Subsecções selecionadas para a amostra do estudo, em Portugal Continental.

### 3 TRABALHO DE CAMPO

A realização das chamadas de voz móvel/sessões de dados móveis dentro de cada subsecção estatística assume os seguintes pressupostos:

1. A realização de campanhas de teste é efetuada em movimento, por automóvel, com vista a maximizar a aferição de aspetos que influenciam a qualidade do serviço<sup>5</sup>.
2. A realização das chamadas de voz/sessões de dados implementam-se em paralelo para todos os prestadores.
3. Para cada subsecção, na inicialização da campanha de teste é garantida a disponibilidade do serviço de voz, para todos os prestadores, mesmo que para tal seja necessário começar os testes fora dessa subsecção.
4. Caso a campanha de teste seja inicializada fora da subsecção, todas as chamadas/sessões de teste realizadas, no percurso entre o ponto inicial e a entrada na subsecção, são codificadas e posteriormente ignoradas.
5. Em cada subsecção estatística, a campanha de teste decorre de forma contínua, sendo efetuado um número mínimo de quatro chamadas e quatro sessões de dados.
6. Caso a subsecção seja exaustivamente percorrida antes de terminarem as quatro chamadas e quatro sessões mínimas, é repetido o percurso até regressar ao ponto inicial, com vista a atingir pelo menos o número mínimo definido.
7. A análise exaustiva das subsecções estatísticas é uma assunção ao nível do território, embora se assuma que representam as chamadas/sessões de dados móveis que se realizam nessa zona geográfica e no momento da realização dos testes.
8. Apenas são percorridas as vias públicas acessíveis por automóvel, excluindo-se assim locais inacessíveis ou de acesso condicionado, bem como zonas privadas, podendo, se for o caso, ser percorrido apenas o perímetro da subsecção.
9. Na presença de situações que impeçam a circulação exaustiva pela subsecção<sup>6</sup> e, de modo a assegurar a continuidade ao longo de todo o percurso de testes, percorrem-se, quando necessário e em parte(s) do

---

<sup>5</sup> A mobilidade na amostragem poderá justificar-se pelo facto de a qualidade avaliada poder variar com diversos fatores, não apenas intrínsecos à capacidade da rede do operador, mas também extrínsecos, como sejam o número de utilizadores a fazer uso do serviço na área e instante de cada teste, o tipo de serviços usados pelos mesmos ou, por exemplo, a geografia do local e o clima. Assim, a mobilidade permite que os testes não fiquem limitados a um ponto geográfico demasiado reduzido.

<sup>6</sup> Como sejam vias de sentido único, cortes de vias de caráter temporário ou vias quebradas pela fronteira da subsecção selecionada com as subsecções vizinhas.

mesmo, vias das subsecções vizinhas, com a menor duração possível e que, preferencialmente, pertençam à mesma TIPAU.

#### 4 ESTIMAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

A estimação recorre a ponderadores que têm em conta o processo amostral (e admitindo que todas as subsecções estatísticas são analisadas exaustivamente) e a recalibrações para:

- Garantir a estrutura de quotas de tráfego nacional dos três prestadores considerados, aquando da sua agregação por prestador. Considerou-se para o efeito a distribuição do número de chamadas de voz móvel pelos três prestadores (MEO, NOS, Vodafone) para os serviços de voz móvel, a distribuição de tráfego de acesso à Internet móvel (excluindo PC/tablet/pen/router) por prestador para os serviços de dados móveis e as duas distribuições para a cobertura de rádio (variando consoante a tecnologia GSM, UMTS ou LTE).
- Garantir a estrutura do universo por TIPAU, para apresentação de informação com este nível de desagregação, conforme apresentado na tabela seguinte:

Tabela 2 – Distribuição da população residente por NUTS II em cada TIPAU (%)

	APU	AMU	APR	Total
Norte	37,0%	43,2%	27,9%	36,7%
Centro	15,9%	38,0%	47,3%	23,2%
A. M. Lisboa	37,2%	6,4%	1,4%	28,1%
Alentejo	5,6%	8,3%	17,2%	7,5%
Algarve	4,2%	4,1%	6,3%	4,5%
Continente	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: ANACOM com base nos dados dos Censos 2011 (INE).

Os principais estimadores referem-se a proporções para os indicadores discretos e a médias para os indicadores contínuos. Estes últimos são ainda complementados com outras medidas, como o máximo, o mínimo, a mediana e os quartis, com vista a melhor identificar a distribuição das medições. Foi ainda avaliada a presença de *outliers*, muito embora se tenha optado por não os eliminar na medida em que se está perante uma dimensão amostral relativamente pequena em algumas desagregações e, podem ainda, referir-se a medições que contribuem para a correta identificação da realidade.

O erro amostral associado a cada estimador (média ou proporção) é definido pela proximidade entre a respetiva estimativa e o seu valor real, sendo medido em termos absolutos (na mesma unidade das observações), bem como dependente do número de chamadas/sessões efetuadas e, sobretudo, da variabilidade da informação recolhida. Recorre-se ainda ao coeficiente de variação enquanto indicador de avaliação do erro amostral. Desta

forma, a estimativa é considerada fiável quando o coeficiente de variação é inferior a 10%; aceitável quando o coeficiente de variação é superior ou igual a 10% e inferior a 25% e não fiável quando o coeficiente de variação é superior ou igual a 25%. Com vista a facilitar a interpretação, utiliza-se a seguinte sinalética associada a cada estimativa: (#) Estimativa não fiável; (\*) Estimativa aceitável; (sem sinalética) Estimativa fiável.

Numa primeira fase, os resultados são apresentados para cada uma das regiões NUTS II isoladamente (Norte, Centro, Área Metropolitana de Lisboa, Alentejo e Algarve), com as seguintes desagregações:

- Total na região NUTSII.
- Por prestador na Região NUTSII.
- Por TIPAU na região NUTSII<sup>7</sup>.

Numa fase final, os resultados são apresentados globalmente para Portugal Continental, com desagregações por prestador e por tipologia de áreas urbanas, de forma direta e cruzadas entre si:

- Total em Portugal Continental.
- Por prestador em Portugal Continental.
- Por TIPAU em Portugal Continental.
- Por prestador e TIPAU em Portugal Continental.

Procede-se ainda a uma comparação de resultados dentro dos grandes grupos (região NUTS II, prestadores e TIPAU), com vista a identificar os resultados que são estatisticamente diferentes dois a dois. Recorre-se, para o efeito, ao teste de diferença entre médias e proporções para amostras independentes e de maior dimensão e para um nível de confiança de 95%. Não se apresentam os resultados do teste de diferenças quando uma das estimativas não é fiável (coeficiente de variação superior ou igual a 25%).

---

<sup>7</sup> Com exceção da Área Metropolitana de Lisboa onde, devido ao reduzido número de subsecções AMU e APR da amostra, apenas é feita a desagregação de resultados por prestador (MEO, NOS, Vodafone).