



ENSAIOS

14. ENSAIOS

Os ensaios das ITED são da responsabilidade do instalador que constituirá, assim, um Relatório de Ensaios de Funcionalidade (REF), tal como consta do ponto 14.6. O instalador deve ter em consideração o projecto técnico e os requisitos do presente Manual.

14.1 ENSAIOS DE REDES DE PARES DE COBRE

Os ensaios obrigatórios, a realizar pelo instalador, são os seguintes:

TABELA 70: Ensaios obrigatórios nas redes PC

REDE DE CABOS	PONTOS DE ENSAIO	CLASSE A GARANTIR	CATEGORIA MÍNIMA INSTALADA
Colectiva	Secundário do RG-PC ao primário do RC-PC	Classe E	Cat. 6
Individual	Secundário do RC-PC à Tomada de Telecomunicações	Classe E	Cat. 6
Colectiva e individual (edifício residencial)	Ensaio realizado entre o secundário do RG-PC e a tomada identificada como "Ethernet", localizada na ZAP	Classe E	Cat. 6

Para a garantia da Classe E de ligação, devem ser realizados obrigatoriamente os ensaios dos seguintes parâmetros:

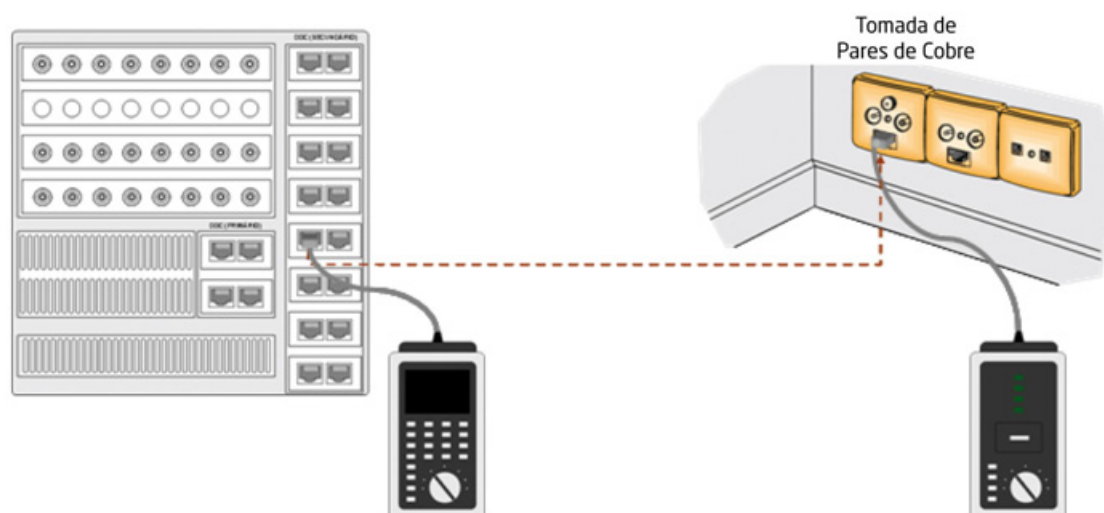
- Continuidade;
- Atenuação;
- NEXT;
- ACR;
- Perdas por retorno;
- Resistência de lacete;
- Atraso de propagação;
- Atraso diferencial;
- PSNEXT;
- PSACR;
- ELFEXT;
- PSELFEXT.

Para avaliar a garantia da classe da ligação, devem ser tidos em consideração os valores limite para os vários parâmetros, que constam da norma EN 50173:2007.

Para a realização dos ensaios deve considerar-se o seguinte:

- A configuração adequada do equipamento de teste e medida para a Classe de ligação a ensaiar, neste caso a Classe E, como mínimo;
- Os adaptadores de teste e medida devem ser conectorizados de fábrica;
- A influência de factores externos, nomeadamente a existência de pós e impurezas nos pontos de ensaio, para além das condições ambientais (MICE).

FIGURA 111: Exemplo de um ensaio entre um RC-PC e a tomada "Ethernet" da ZAP



14.2 ENSAIOS EM REDES DE CABOS COAXIAIS

Os ensaios obrigatórios a realizar pelo instalador, nas redes de CATV e MATV/SMATV, são os seguintes:

TABELA 71: Ensaios obrigatórios nas redes de CATV e MATV/SMATV

REDE DE CABOS	PONTOS DE ENSAIO	CLASSE A GARANTIR
CATV	Secundário do RG-CC às TT	TCD-C-H
MATV/SMATV	TT	TCD-C-H

Para a garantia da classe da ligação devem ser realizados obrigatoriamente os seguintes ensaios:

TABELA 72: Ensaios obrigatórios de CATV e MATV/SMATV

CLASSE A GARANTIR	ENSAIOS A REALIZAR	
	Rede de cabos	Tipo de ensaio
TCD-C-H	CATV	Atenuação total entre o secundário do RG-CC e as TT
	MATV/SMATV	<ul style="list-style-type: none"> - Nível de sinal nas TT. - Relação Portadora/Ruído (C/N), nas TT. - BER (<i>Bit Error Rate</i>) para sinais digitais, nas TT.
Ensaio suplementar obrigatório em todas as redes coaxiais		
Resistência de lacete (ver ponto 14.2.3)		

14.2.1 REDE DE CATV

Deve ser cumprida a Classe de ligação TCD-C-H para as frequências teste de 60, 90 e 750MHz. Desta forma não devem ser excedidos os valores das atenuações máximas que constam da tabela seguinte, calculadas para o comprimento máximo de 100m, tal como definidos na EN 50173, e medidos na tomada coaxial conveniente.

TABELA 73: Atenuações máximas na rede de CATV, por 100m

FREQUÊNCIA DE TESTE (MHz)	ATENUAÇÃO MÁXIMA EM 100m (dB)
60	6 + aRC + aTT
90	7 + aRC + aTT
750	22 + aRC + aTT

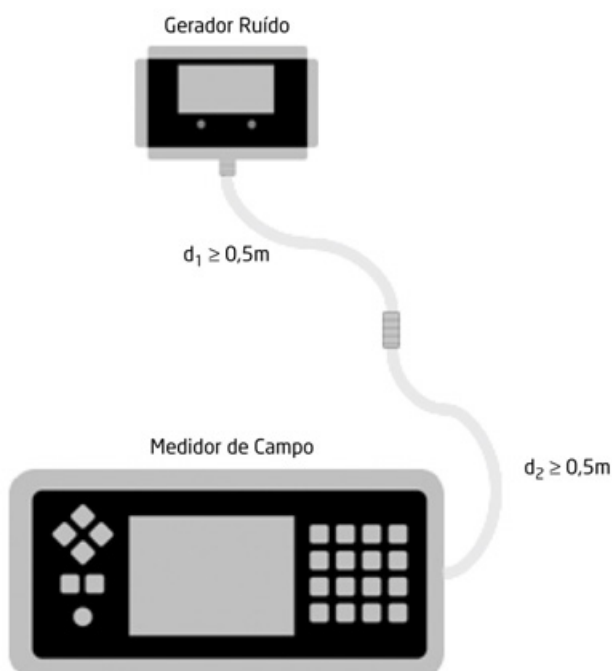
- aRC - atenuação introduzida pelo RC-CC do CATV, do ATI
- aTT - atenuação introduzida pela TT

Para avaliar se os valores das atenuações são, ou não, cumpridos, deve efectuar-se o ensaio de atenuação desde o secundário do RG-CC/CATV, até às tomadas de telecomunicações (TT) dos fogos.

Para a realização deste ensaio poderá ser utilizado o seguinte método, utilizando um Gerador de Ruído e um Analisador/ Medidor de nível:

1. O Gerador de Ruído é ligado directamente ao medidor de nível. Para esta ligação devem ser utilizados dois cordões coaxiais, com o mínimo de 0,5m de comprimento cada. A calibração será concluída com o registo de referência. Os cordões não devem ser substituídos durante todo o ensaio.

FIGURA 112: Calibração do sistema de medida



2. Após ser efectuada esta calibração, o gerador de ruído será ligado ao RG-CC/CATV, sendo o medidor colocado numa TT. A atenuação nas diversas frequências de teste será a diferença entre o registo de referência e o valor medido nas TT, através do medidor de campo. Os valores são obrigatoriamente registados no REF.
3. A curva de resposta, em frequência obtida na tomada, deve ser analisada com o objectivo de detectar conexões defeituosas ou desadaptações de impedância.

Admite-se que no processo de medida possam ser utilizados adaptadores ou transições de conexões numa das extremidades de cada cordão coaxial. No entanto, nunca deve ser utilizado mais do que um por cordão.

A bidireccionalidade da rede deve ser garantida.

14.2.2 REDE DE MATV/SMATV

Para todos os canais de TV Terrestre ou Satélite, Analógicos ou Digitais, Rádio e Sinais internos modulados, presentes na saída do respectivo RG-CC/MATV/SMATV (Cabeça de Rede), devem ser medidos e registados, em cada tomada da instalação:

- O Nível de Sinal;
- A Relação Portadora/Ruído (C/N);
- O BER, para sinais digitais.

O RG-CC/MATV/SMATV deve ser devidamente ajustado, de acordo com os parâmetros que constam do projecto, de modo a garantir os valores mínimos que constam das tabelas seguintes.

TABELA 74: Níveis de sinal nas TT das redes de MATV/SMATV

MODULAÇÃO	NÍVEL DE SINAL (dBμV)			
	5 - 862MHz		950 - 2150MHz	
	Recomendado	Limites Inferior-Superior	Recomendado	Limites Inferior-Superior
AM-TV	65	57-80		
64 QAM-TV	50	45-70		
FM-TV			50	47-77
QPSK-TV			50	47-77
FM-Rádio	50	40-70		
DAB-Rádio	40	30-70		
COFDM-TV	50	45-70		

TABELA 75: Relação C/N mínima nas redes de MATV/SMATV

RELAÇÃO PORTADORA/RUÍDO C/N (dB)	BANDA DE FREQUÊNCIA	
	5 - 862MHz	950 - 2150MHz
C/N FM-TV		15
C/N FM-Rádio	38	
C/N AM-TV	43	
C/N QPSK-TV		11
C/N 64 QAM-TV	28	
C/N COFDM-DAB	18	
C/N COFDM-TV	25	
C/N 8PSK		11

TABELA 76: Parâmetros BER

BER (VALORES MEDIDOS NA ENTRADA DO DESCODIFICADOR DE REED-SOLOMON)	
Parâmetro	Valor
BER QAM	Melhor que 9×10^{-5}
BER QPSK	Melhor que 9×10^{-5}
BER COFDM-TV	Melhor que 9×10^{-5}
BER 8PSK	Melhor que 9×10^{-4}

A eventual existência de novas técnicas de transmissão poderão alterar, ou até acrescentar, novos parâmetros às tabelas indicadas.

No caso dos valores, resultantes dos vários ensaios efectuados, se encontrarem fora dos limites definidos nas tabelas anteriores, deve ser feita uma análise à rede de distribuição até à tomada onde ocorra a falha. Para tal deve ser aplicado o procedimento que se descreve no Anexo B.

14.2.3 ENSAIO DA RESISTÊNCIA DE LACETE - REDES COAXIAIS

Este tipo de ensaio visa detectar a utilização de cabos coaxiais de fraca qualidade, em discordância com as especificações técnicas deste Manual. Para garantir o cumprimento do valor máximo da resistência óhmica das redes de cabos coaxiais, o instalador deve obrigatoriamente proceder a um ensaio de despistagem por amostragem numa ligação, por exemplo, desde um ATI até uma TT.

TABELA 77: Resistência máxima do lacete

CLASSE DA LIGAÇÃO	RESISTÊNCIA MÁXIMA DO LACETE
TCD-C-H	0,1Ω (por metro) + RTT

- RTT: Resistência óhmica da tomada coaxial

Este ensaio será realizado, por exemplo, como se ilustra na figura seguinte, consistindo na realização de um curto-circuito à saída de uma tomada coaxial sem filtro, com um dispositivo que garanta a continuidade entre o condutor central e o condutor externo da tomada. Essa continuidade deve ser garantida com um elemento condutor sólido (não flexível), em cobre, com um mínimo de 1,13mm de diâmetro.

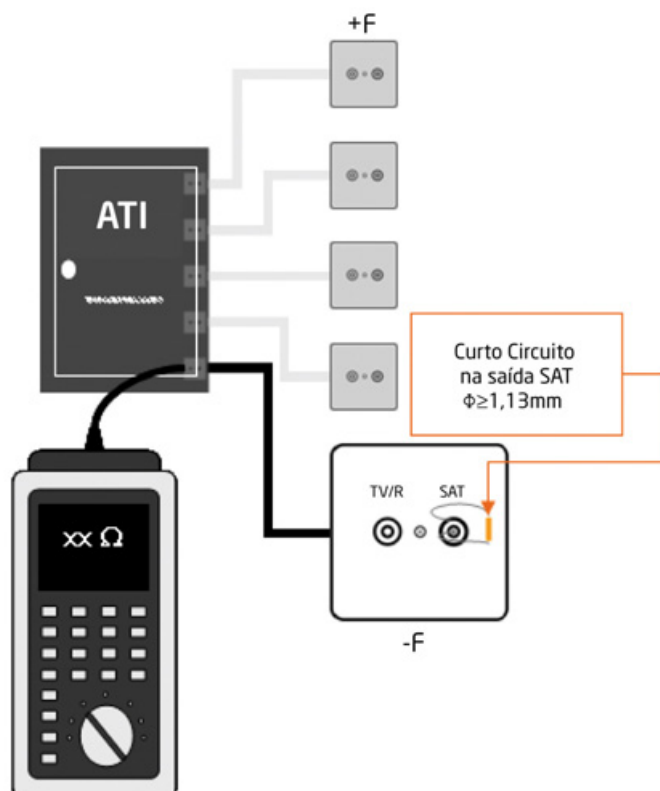
Para efectuar a medida poderá ser utilizado um ohmímetro, ou outro dispositivo funcionalmente equivalente, sendo realizada junto do ATI, ligado através de um adaptador conveniente. Será lida a resistência óhmica da ligação em cabo coaxial (condutor central + condutor externo), instalado para a tomada coaxial escolhida.

Esta medida deve ser igual ou inferior a **0,1Ω (por metro) + Resistência Óhmica da TT**. Caso o valor medido seja superior, devem ser analisadas as causas para que tal aconteça, das quais se destacam as seguintes:

- Resistência óhmica da tomada TV diferente da apresentada pelo fabricante - confirmar com fabricante e/ou distribuidor do produto, ajustando com este novo valor;
- Resistência óhmica (condutor central + condutor externo), do cabo coaxial, elevada. O cabo deve ser substituído, repetindo-se o ensaio.

A existência de não conformidades torna obrigatória a realização do mesmo ensaio nos restantes fogos.

FIGURA 113: Ensaio da resistência de lacete à tomada menos favorável (-F)



Este ensaio poderá ser realizado em qualquer trecho de cabo coaxial, tanto da infra-estrutura colectiva como da individual, procurando treços de comprimento superior a 10m.

14.3 ENSAIOS EM CABOS DE FIBRAS ÓPTICAS

É obrigatoriamente medido o seguinte parâmetro:

- Atenuação.

Para a medida deste parâmetro devem ser efectuados os seguintes ensaios:

- Ensaio de perdas totais;
- Ensaio de reflectometria, quando considerado necessário.

Os ensaios devem ser efectuados na rede colectiva, desde o RG-FO até ao ATI, e na rede individual, desde o ATI até às tomadas de FO. No caso dos fogos de uso residencial as TT encontram-se na ZAP.

Os valores dos parâmetros medidos devem estar dentro dos limites definidos na EN 50173:2007.

14.3.1 ENSAIO DE PERDAS TOTAIS

Com o ensaio de perdas totais mede-se a atenuação da fibra óptica nos comprimentos de onda definidos. Para o efeito utilizam-se dois equipamentos:

- Fonte de luz (emissor), dotada dos comprimentos de onda onde se pretende medir a atenuação óptica;
- Receptor óptico, com possibilidade de medida de potência óptica nos comprimentos de onda pretendidos.

O conjunto destes dois equipamentos é habitualmente denominado por Conjunto de Medida de Nível Óptico. Estes equipamentos devem cumprir os requisitos da norma EN 61280-4-2.

Os ensaios devem ser executados nos seguintes comprimentos de onda:

- Fibras Monomodo - 1310 e 1550nm.

O teste deve ser efectuado em duas etapas:

1. Medição da potência óptica (em dBm) de referência (para cada um dos comprimentos de onda), que será injectada na fibra óptica.
2. Medição da potência óptica (em dBm) após a luz ter percorrido toda a fibra óptica sob ensaio.
3. A diferença (para cada comprimento de onda) entre os dois valores de potência da radiação óptica é o valor da perda (em dB).

Os valores medidos não devem ultrapassar a perda máxima admissível para a ligação, que poderá ser calculada com base na seguinte fórmula:

$$\text{Perda máxima admissível (PTotal)} = P_c + P_j + P_f$$

P_c = $P_{\text{conect}} \times N_{\text{conect}}$ [dB] (Perda nos conectores)

P_j = $P_{\text{junta}} \times N_{\text{juntas}}$ [dB] (Perda nas juntas)

P_f = $P_{\text{fibra}} \times L_{\text{total}}$ [dB] (Perda na fibra)

Nconect - n.º de conectores

Njuntas - n.º de juntas

Ltotal - comprimento total da ligação

Logo, a perda máxima admissível será dada por:

$$P_{\text{Total}} [\text{dB}] = P_{\text{conect}} \times N_{\text{conect}} + P_{\text{juntas}} \times N_{\text{juntas}} + P_{\text{fibra}} \times L_{\text{total}}$$

O valor do parâmetro "Pconect" será o seguinte:

- Conectores do tipo SC/APC $\leq 0,5\text{dB}$.

O valor do parâmetro "Pjuntas" será:

- $0,2\text{dB/junta}$. No máximo poderá ser de $0,3\text{dB/junta}$.

O valor do coeficiente "Pfibra" será fornecido pelo fabricante do cabo de fibras ópticas. Em caso de inexistência deste valor, devem ser utilizados os seguintes coeficientes de atenuação para cabos de fibras ópticas monomodo:

TABELA 78: Coeficientes de atenuação

CATEGORIA DOS CABOS	COMPRIMENTO DE ONDA (nm)	COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO - Pfibra (dB/km)
OS1	1310	1
	1550	1
OS2	1310	0,4
	1550	0,4

Os ensaios de perdas totais poderão ser executados nos dois sentidos, sendo o valor medido a registrar a média aritmética das duas medições.

Estes valores devem ser registados na tabela de perdas totais, constante do REF.

14.3.2 ENSAIO DE REFLECTOMETRIA (OTDR)

O ensaio de reflectometria é executado com recurso a um equipamento denominado OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*).

O ensaio de reflectometria permite caracterizar os seguintes pontos:

- A atenuação numa junta ou conector;
- A atenuação em distâncias específicas (troços de fibra);
- Perdas de retorno de eventos reflectivos;
- Perdas de retorno do *Link*;
- Distância dos eventos;
- O comprimento da fibra em teste;
- A regularidade da ligação.

As unidades e respectivos valores conhecidos pelo OTDR são:

- O tempo em que o pulso é enviado na fibra;
- A largura de pulso;
- A velocidade com que o pulso se desloca na fibra óptica.

Num ensaio de OTDR deve proceder-se ao seguinte:

1. Configuração do equipamento

Preenchimentos dos campos de identificação do ensaio a efectuar:

- Identificação da ligação ou troço de fibra em ensaio.

Indicação dos parâmetros ópticos do OTDR:

- IOR - Índice óptico de refração - Este valor é dado pelo fabricante do cabo;
- *Pulse width* - Largura de Pulso - Quanto menor for o comprimento de cabo a ensaiar menor será o valor deste parâmetro. Em caso de dúvida deve-se colocar este parâmetro no modo automático;
- *Distance Range* - Comprimento da fibra a ensaiar - O valor deste parâmetro deve ser o mais próximo possível do total de fibra a ensaiar;
- Tempo de medida - Quanto maior for este valor, melhor será a precisão do ensaio. Em caso normal utiliza-se um tempo médio de 10s;
- *Threshold (Splice Loss)* - Colocar o menor valor de atenuação possível (- 0,01dB);
- *Threshold (Return Loss)* - 70dB (o limiar de detecção de Perdas de Retorno deve ser um valor maior que 60dB. Note-se que quanto maior for o valor, menor será o sinal de retorno);
- *Threshold (fiber end)* - 10dB.

2. Conectar uma bobine de teste (no mínimo com 1000m), entre o OTDR e o conector da fibra a ensaiar, e iniciar o ensaio.

3. Os ensaios devem ser executados nos seguintes comprimentos de onda:

- Fibras Monomodo:

- 1310nm
- 1550nm

4. Analisar os resultados obtidos e guardar o ensaio.

5. Em caso de se detectar algum valor diferente do esperado, deve-se analisar pormenorizadamente o ensaio e corrigir a anomalia detectada. Se esta anomalia não for de fácil resolução, deve-se anotar a mesma para posteriormente se tomarem medidas correctivas.

6. Deve verificar-se se todos os ensaios foram gravados.

14.4 ENSAIO DA REDE DE TUBAGENS

14.4.1 MEDIDAS MÉTRICAS

Este tipo de ensaio destina-se à rede de tubagens das ITED.

Devem ser verificados comprimentos, alturas, espaçamentos, raios de curvatura, diâmetros e outras medidas consideradas necessárias, de modo a cumprir com o disposto no projecto e nas prescrições técnicas. Utilizar-se-ão equipamentos para aferição de medidas métricas, tais como fitas métricas e paquímetros, que não estão sujeitos a calibração.

14.5 EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E MEDIDA

Na tabela seguinte são indicados, a título de referência, os equipamentos necessários ao ensaio das ITED, de acordo com os tipos de cablagem definidos. De notar que poderão existir equipamentos análogos aos indicados e que podem cumprir as mesmas funções.

TABELA 79: Equipamentos de ensaio

TECNOLOGIA	ENSAIOS E RESPECTIVOS EQUIPAMENTOS – REQUISITOS MÍNIMOS
Pares de cobre	Para todos os ensaios: <ul style="list-style-type: none"> • Equipamento para a certificação de cablagens estruturadas, com capacidade de certificação até à classe E de ligação.
Coaxial	Atenuação, Nível de sinal, C/N e BER: <ul style="list-style-type: none"> • Analizador/Medidor de nível, com capacidade para efectuar medidas das grandezas em causa, para frequências dos 5 aos 2150MHz; • Gerador de ruído, com capacidade de gerar ruído nas frequências dos 5 aos 2150MHz.
	Resistência de lacete: <ul style="list-style-type: none"> • Ohmímetro.
Fibra óptica	Para todos os ensaios: <ul style="list-style-type: none"> • Equipamento para a certificação de cablagens estruturadas, com a capacidade de ensaio dos vários parâmetros da cablagem em fibra óptica monomodo.
	Em alternativa: Atenuação: <ul style="list-style-type: none"> • Emissor e medidor de potência óptica; Comprimento e atraso na propagação: <ul style="list-style-type: none"> • Reflectómetro (OTDR).
Para todas as tecnologias	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos de aferição de medidas métricas: fitas métricas e paquímetros.

Todos os equipamentos indicados, excepto os de medidas métricas, estão sujeitos à calibração especificada pelo fabricante. As calibrações devem ser efectuadas de acordo com um plano de calibrações, baseado na aptidão ao uso e nas recomendações do fabricante.

A calibração do equipamento, pela aptidão ao uso, é entendida como a calibração das funções que são utilizadas no uso normal do equipamento. Não se torna assim necessário calibrar as funções que não são utilizadas nos ensaios das ITED.

14.6 RELATÓRIO DE ENSAIOS DE FUNCIONALIDADE (REF)

O instalador deve registar o resultado dos ensaios exigidos para os vários tipos de cablagem, constituindo, assim, o Relatório de Ensaio de Funcionalidade - REF, da sua inteira responsabilidade.

Na impossibilidade do instalador fazer os ensaios das ITED, nomeadamente por não possuir os equipamentos necessários, poderá contratar os serviços de uma outra entidade.

O REF contém o registo dos ensaios efectuados, de acordo com o exposto neste capítulo, cobrindo a instalação a 100%.

O instalador deve preparar o REF, onde regista o seguinte:

- Identificação do técnico que realizou os ensaios, contactos e n.º de inscrição no ICP-ANACOM ou nas associações públicas de natureza profissional;
- Garantia da conformidade da instalação com o projecto inicial ou, sendo o caso, com o projecto de alterações, com indicação numa ficha de inspecção dos pontos verificados;
- Ensaios efectuados, resultados, metodologias e interfaces de teste utilizados com indicação clara dos pontos onde as medidas foram efectuadas;
- Os resultados dos ensaios em tabelas adequadas de acordo com o tipo de cablagem e de rede a que os mesmos dizem respeito;
- Especificações técnicas de referência;
- Equipamento utilizado nas medições, com indicação da marca, modelo, n.º de série, data de calibração, quando aplicável, e também da data e hora a que o ensaio foi realizado;
- As anomalias detectadas e as medidas correctivas associadas às mesmas;
- Os factores que possam por em causa o cumprimento integral das Prescrições Técnicas ou do projecto, nomeadamente condições MICE;
- Termo de responsabilidade da execução da instalação, em que o instalador ateste a observância das normas técnicas em vigor, nomeadamente com o presente Manual ITED.

O instalador deve anexar ao REF uma cópia do projecto e de tudo o mais que julgou necessário à concretização da instalação, que fará parte do cadastro da obra.