



ENSAIOS

6. ENSAIOS

Os ensaios a realizar destinam-se a verificar a conformidade entre o projecto e a obra.

A seguir caracterizam-se ensaios cuja finalidade é verificar as características das infra-estruturas, nomeadamente no respeitante à rede de tubagem, terras de protecção e aos diversos sistemas de cablagem, no caso das ITUR privadas.

Os ensaios aqui referidos devem ser efectuados durante e após a instalação das ITUR, pelo técnico responsável pela sua execução.

O técnico responsável pela execução das ITUR constituirá, obrigatoriamente, um Relatório de Ensaios de Funcionalidade (REF), baseado nos ensaios aqui referenciados e nos critérios definidos.

6.1 REDE DE TUBAGEM

Os ensaios a realizar devem ser efectuados por técnicos com as qualificações nos termos do Decreto-Lei n.º 123/2009 de 21 de Maio, baseados nos seguintes requisitos:

• **Rede de tubagem:**

- Número de tubos instalados de acordo com o projecto;
- Diâmetros dos tubos;
- Os 2 pontos anteriores devem ser verificados e registados no REF, assim como na ficha técnica de instalação, observando toda a tubagem no interior da vala técnica antes do fecho da mesma, por parte do instalador ITUR;
- Troços de tubos ensaiados com mandril (rato) e escovilhão - utilização para ensaios de desobstrução;
- Cotas e distâncias;
- Profundidade de instalação dos diversos elementos da rede;
- Aterro das valas com os materiais exigidos;
- Rede de sinalização instalada à profundidade adequada;
- Grau de compactação de acordo com o regulamento;
- Interligação entre diversos elementos da rede;
- Ligação aos lotes;
- Ligação à rede pública;
- Guias de reboque.

TABELA 19: Características do mandril (vulgarmente conhecido por rato ou escovilhão)

TUBO	DIÂMETRO (mm)	COMPRIMENTO (mm)
PEAD Ø110	90	250 a 1000
PEAD Ø90	50	650
PEAD Ø75 e Ø63	40	650
Tritubo Ø40	29	650

• Câmaras de visita

- Número de CV, de acordo com o projecto;
- Escadas e âncoras;
- Dimensões normalizadas das CV;
- Existência de sifão de escoamento;
- Execução de espelhos, de acordo com o exigido;
- Tubos vazios devidamente tamponados;
- Assentamento de aros e tampas;
- CV niveladas face ao pavimento final;
- CV rebocadas e pintadas com tinta de cor branca, com interior limpo e seco;
- CV numeradas;
- CV com as bases de espessura regulamentar e em boas condições;
- Tampas tipo Norma EN 124.

• Armários

- Instalação de acordo com o projecto;
- Ligação aos outros elementos da rede de tubagem;
- Instalação dos elementos activos e/ou passivos;
- Energia eléctrica, quando prevista;
- Terra de protecção;
- Ventilação.

6.2 MEDIDAS MÉTRICAS

Este tipo de ensaio destina-se à tubagem das ITUR.

Devem ser verificados comprimentos, alturas, espaçamentos, raios de curvatura, diâmetros e outras medidas consideradas necessárias, de modo a cumprir o projecto e as prescrições técnicas. Utilizar-se-ão equipamentos para aferição de medidas métricas, tais como fitas métricas e paquímetros, que não estão sujeitos a calibração.

6.3 ENSAIOS DE REDES DE PARES DE COBRE (ITUR PRIVADA)

Os ensaios obrigatórios, a realizar pelo instalador, são os constantes da tabela seguinte. Os pontos de ensaio devem ser definidos pelo projectista, de forma a garantir o correcto funcionamento das redes PC:

TABELA 20: Ensaio obrigatórios nas redes PC

REDE DE CABOS	PONTOS DE ENSAIO	PARÂMETRO A MEDIR
Par de Cobre	Secundário do RU-PC ao primário do RG-PC (ou CEMU)	Continuidade

6.4 ENSAIOS EM REDES DE CABOS COAXIAIS (ITUR PRIVADA)

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

TABELA 21: Ensaios obrigatórios nas redes de CATV e S/MATV

REDE DE CABOS	PONTOS DE ENSAIO	CLASSE A GARANTIR
CATV	Secundário do RU-CC (CATV) ao primário do RG-CC (edifício) ou primário RC-CC (moradia unifamiliar)	TCD-C-H
S/MATV	Primário do RG-CC (edifício) ou primário RC-CC (moradia unifamiliar)	TCD-C-H

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

TABELA 22: Ensaios obrigatórios de CATV e S/MATV

CLASSE A GARANTIR	ENSAIOS A REALIZAR	
	Rede de cabos	Tipo de ensaio
TCD-C-H	CATV	Atenuação
	MATV/SMATV	Nível de sinal Relação Portadora/Ruído (C/N) BER (<i>Bit Error Rate</i>) para sinais digitais

6.4.1 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 previstas pelo projectista.

Para avaliar se os valores das atenuações são, ou não, cumpridos deve efectuar-se o ensaio de atenuação desde o secundário do RU-CC/CATV, até às terminações a jusante, podendo efectuar-se medidas troço a troço.

Para a realização deste ensaio deve ser utilizado o seguinte método, com um Gerador de Sinal e um Analisador/Medidor de nível:

1 - O Gerador de frequências piloto deve ser ligado directamente ao medidor de nível. Para esta ligação devem ser utilizados dois chicotes coaxiais, com o mínimo de 0,5m de comprimento cada. A medida será registada. Os chicotes não devem ser substituídos durante todo o processo de medida.

2 - Após ser efectuada esta calibração, o gerador de frequências piloto deve ser ligado a uma extremidade do troço a medir, enquanto que no outro extremo é colocado o medidor. A atenuação nas diversas frequências será a diferença entre os dois valores, obrigatoriamente registados no REF.

3 - Deve ser efectuada uma análise a toda a faixa de frequências recebida, de forma a detectar eventuais alterações da linearidade do sinal nas tomadas.

Admite-se que, durante o processo de medida, possam ser utilizados adaptadores ou transições de conexões numa das extremidades de cada chicote coaxial. No entanto, nunca devem ser utilizados mais do que um por chicote.

6.4.2 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 RU-CC/MATV/SMATV (Central de Cabeça), devem ser medidos e registados, em cada ponto de teste definido pelo projectista, de forma a garantir o funcionamento da rede CC:

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

O RU-CC/MATV/SMATV deve ser devidamente ajustado, de acordo com os parâmetros que constam no projecto.

6.5 ENSAIOS EM CABOS DE FIBRAS ÓPTICAS

São obrigatoriamente ensaiados os seguintes parâmetros:

- Atenuação (Perdas de Inserção);
- Comprimento.

Para a medida destes parâmetros devem ser efectuados os seguintes ensaios:

- Ensaio de perdas totais;
- Ensaios de reflectometria, quando considerado adequado.

Os ensaios devem ser efectuados nas ITUR, desde o RU-FO até aos pontos definidos pelo projectista, de forma a garantir o funcionamento da rede de FO. Os valores dos parâmetros medidos devem estar dentro dos limites definidos na EN 50173.

6.5.1 ENSAIOS DE PERDAS TOTAIS

O ensaio de perdas totais mede a atenuação da fibra óptica na faixa de comprimentos de onda onde os equipamentos operarão. 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 - 1310/1550nm

O teste deve ser efectuado em duas etapas:

1. Medição da potência óptica (em dBm) de referência (para cada um dos comprimentos de onda relevantes), que será injectada na fibra óptica.
2. Medição da potência óptica (em dBm) após a luz ter percorrido toda a fibra óptica sob ensaio. 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 pode 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)

N_{conect} - n.º de conectores

N_{juntas} - n.º de juntas

L_{total} - 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 PC/APC $\leq 0,5\text{dB}$.

O valor do parâmetro "Pjuntas" será:

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

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 monomodo:

TABELA 23: Coeficientes de atenuação

CATEGORIA DOS CABOS DE FIBRA	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 devem ser executados nos dois sentidos, sendo o valor real a média aritmética das duas medições.

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

6.5.2 ENSAIOS DE REFLECTOMETRIA (OTDR)

Os ensaios de reflectometria são executados com recurso a um aparelho denominado "OTDR" (*Optical Time Domain Reflectometer*).

Os ensaios de reflectometria permitem caracterizar os seguintes pontos:

- A atenuação numa junta/conector;
- A atenuação total 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.

O tempo que o pulso de luz gasta a percorrer a fibra, reflectir-se e voltar para o detector do próprio OTDR, pode ser medido com precisão por este equipamento. Conhecendo-se este tempo, o equipamento calcula o comprimento de fibra (em metros).

Num ensaio de OTDR devem fazer-se as seguintes acções:

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 deve ser 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)* - 25dB (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 carga entre o OTDR e o conector da ODF a ensaiar, e iniciar o ensaio.

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

- Cabos 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.

6.6 EQUIPAMENTOS DE MEDIDA E ENSAIO

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

TABELA 24: Equipamentos de ensaio

TIPO DE CABLAGEM	ENSAIOS E RESPECTIVOS EQUIPAMENTOS - REQUISITOS MÍNIMOS
Pares de cobre	Para todos os ensaios: <ul style="list-style-type: none"> • Equipamento para medição de continuidade.
Coaxial	Níveis de sinal das portadoras, BER, C/N e Atenuação: <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 frequências piloto, com capacidade de gerar sinal em frequências dos 5 aos 2150MHz.
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. Em alternativa: <ul style="list-style-type: none"> • Atenuação: - Medidor de potência óptica; • Comprimento e atraso na propagação: - Reflectómetro (OTDR).

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 ITUR.

6.7 RELATÓRIO DE ENSAIOS DE FUNCIONALIDADE (REF)

O instalador deve medir e registar os ensaios adequados aos vários tipos de cablagem, constituindo, assim, o Relatório de Ensaios de Funcionalidade (REF), da sua inteira responsabilidade.

Na impossibilidade do instalador fazer os ensaios das ITUR, nomeadamente por não possuir os equipamentos necessários, poderá este contratar os serviços de uma entidade com essa capacidade.

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:

- O técnico que realizou os ensaios;
- Verificação 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 de marca, modelo e n.º de série, 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 ITUR.

O instalador deve manter, em anexo ao REF, uma cópia do projecto e de tudo o mais que julgou necessário à concretização da instalação, que constituirá o cadastro da obra.