



45º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
8º CONGRESO IBÉRICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON SMART CITIES AND
ENVIRONMENTAL ACOUSTICS

**AVALIAÇÃO ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS EM PORTUGAL
O ESTADO-DA-ARTE**

PACS: 43.55-n

Helder Miguel Gonçalves Martins⁽¹⁾; Marco Antunes Mateus⁽²⁾; Carlos César Rodrigues⁽³⁾

⁽¹⁾ Inst. Politécnico Castelo Branco; ⁽²⁾ Acustalbi, Lda.; ⁽³⁾ Instituto Superior Engenharia Lisboa

⁽¹⁾ Av. Pedro Álvares Cabral, 12; 6000-084 Castelo Branco; Portugal; Tel: (+351) 272339600;

Fax: (+351) 272339601; helder_martins@ipcb.pt

⁽²⁾ Av. da Carapalha, 5 r/c Dto.; 6000-320 Castelo Branco; Portugal; Tel: (+351) 272654592;

geral@acustalbi.com

⁽³⁾ Av. Conselheiro Emídio Navarro, 1; 1959-007 Lisboa; Portugal; Tel: (+351) 218317000; Fax: (+351) 218317162; crodrigues@adf.isel.pt

ABSTRACT

As a result of a greater awareness coming out from several entities related to the effects of the human noise exposure in the working place and of environmental noise, Portugal has been legislating over the last few decades in order to guarantee that the Noise Pollution regulation becomes adequately effective allowing its assessment and subsequent control.

In this context, legislation has been published establishing the minimum set of acoustic requirements that the different typologies of buildings must meet.

In this paper, the authors will expose what, as a Building Acoustics Accredited Laboratory, is considered to be the current state-of-art for the application of that legislation, as well as the constraints related with the inherent acoustic measurements.

RESUMO

Como consequência da maior consciencialização das diversas entidades sobre os efeitos da exposição humana quer ao ruído laboral quer ao ruído ambiental, Portugal tem vindo ao longo das últimas décadas a legislar no sentido de a regulamentação aplicável em termos de Poluição Sonora permitir que a respectiva avaliação e posterior controlo seja adequadamente eficaz.

Neste contexto, foi publicada legislação que estabelece o conjunto mínimo dos requisitos acústicos que as diferentes tipologias de edifícios devem cumprir.

Neste artigo, os autores evidenciarão o que, como Laboratório Acreditado para Acústica de Edifícios, consideram ser o actual estado-da-arte na aplicação da referida legislação, bem como as dificuldades inerentes aos diversos ensaios acústicos.

1. INTRODUÇÃO

Desde muito cedo que a Acústica se encontra intimamente ligada ao sector da edificação, com especial incidência no que aos requisitos da qualidade da construção diz respeito.

Na década de 80, os efeitos da poluição sonora foram alvo de uma maior atenção por parte das entidades competentes, com emissão de legislação sobre a prevenção e o controlo de ruído ambiente, tendo sido, para o efeito, publicado o Decreto-Lei nº 251/87, de 24 de Junho, que aprovou o Regulamento Geral Sobre o Ruído (RGR). Este regulamento, de conteúdo muito abrangente mas algo genérico, estabelecia diversos requisitos acústicos para os edifícios (descriminados por tipologias), bem como definia limites para ruído laboral, certificação acústica de equipamentos e ruído ambiente, regulando as actividades consideradas ruidosas.

Entendendo que a particular natureza das matérias relacionadas com a qualidade acústica dos edifícios justificava um diploma legal autónomo, foi decidido pelo legislador retirar do citado RGR a matéria referente aos edifícios, tendo sido publicado um “novo” RGR através do Decreto-Lei nº 292/2000, de 14 de Novembro, exclusivamente dedicado a ruído ambiente e revogando a legislação anterior.

Por outro lado, com a transposição da Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, tornou-se necessário efectuar alterações ao referido “novo” RGR. Estas alterações foram consubstanciadas através da publicação do Decreto-Lei nº 76/2002, de 26 de Março, do Decreto-Lei nº 259/2002, de 23 de Novembro e do Decreto-Lei nº 293/2003, de 19 de Novembro.

No seguimento da entrada em vigor deste “novo” RGR, foi publicado o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) através do Decreto-Lei nº 129/2002, de 11 de Maio. Este regulamento, apenas destinado a edifícios, estabelece novos requisitos acústicos para os edifícios, agrupando-os por tipologias e exigindo a elaboração de projecto acústico, subscrito por técnicos qualificados, a ser apresentado às entidades licenciadoras.

Em 2007, é publicado o Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro, que estabelece, através do denominado Regulamento Geral do Ruído que o integra, as directrizes legislativas actualmente em vigor em Portugal em matéria de ruído ambiente, clarificando a respectiva compatibilização com outros regimes jurídicos, designadamente com o da urbanização e da edificação e com o de autorização e licenciamento de actividades.

No seguimento do actual quadro legal sobre ruído ambiente, considerou o legislador ser imprescindível proceder à alteração do RRAE então existente. Esta alteração foi efectuada através da publicação do Decreto-Lei nº 96/2008, de 9 de Junho. Nesta nova versão do RRAE foram actualizados os parâmetros de desempenho acústico dos edifícios e os indicadores de ruído dos equipamentos e instalações, sendo explicitamente estabelecidos procedimentos de avaliação acústica em conformidade com a normalização aplicável. Esta regulamentação aplica-se a edifícios novos e a edifícios existentes que sejam alvo de reconstrução, ampliação ou alteração, obrigando à verificação, *à posteriori*, dos requisitos acústicos dos edifícios, através de uma adequada avaliação acústica da construção em causa.

2. EVOLUÇÃO DOS REQUISITOS ACÚSTICOS DOS EDIFÍCIOS

Como consequência das diferentes alterações que foram sendo introduzidas na legislação aplicável, surgiram novos requisitos acústicos para o edificado, a par de uma mais alargada e pormenorizada abrangência em termos das tipologias a avaliar e a verificar.

No Decreto-Lei nº 251/87 eram referidas quatro tipologias de edifícios: habitação, escolares gerais e ensino de deficientes auditivos, hospitalares e similares e indústria, comércio e serviços, sendo que os respectivos requisitos acústicos variavam em função da tipologia da edificação e os diferentes valores limite se encontravam definidos em função da utilização dos espaços.

Os requisitos acústicos exigidos para os edifícios pelo Decreto-Lei nº 251/87 eram os seguintes: isolamento sonoro das paredes exteriores (R_{45}), isolamento sonoro a sons de condução aérea (I_a), isolamento sonoro a sons de percussão (I_p), tempo de reverberação ($Tr_{125-4000}$) e nível sonoro de equipamentos instalados nos edifícios (L_{50}).

No Decreto-Lei nº 129/2002 encontravam-se identificadas as seguintes tipologias de edifícios: habitacionais e mistos, comerciais, industriais e de serviços, escolares e de investigação, recintos desportivos e estações de transporte de passageiros, sendo que os respectivos requisitos acústicos continuavam a variar em função da tipologia da edificação e os diferentes valores limite se mantinham definidos em função da utilização dos espaços.

Com esta legislação, os requisitos acústicos exigidos para os edifícios eram os seguintes: isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizado – fachadas ($D_{2m,n,w}$), isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizado – compartimentos ($D_{n,w}$), isolamento sonoro a sons de percussão normalizado ($L'_{n,w}$), tempo de reverberação ($Tr_{500-1000-2000}$) e ruído particular de equipamentos colectivos dos edifícios (L_{Ar}).

Na actual redacção do RRAE, publicado com o Decreto-Lei nº 96/2008, encontram-se identificadas as seguintes tipologias de edifícios: habitacionais, mistos e unidades hoteleiras, comerciais e de serviços e partes similares em edifícios industriais, escolares e similares e de investigação, hospitalares e similares, recintos desportivos, estações de transporte de passageiros e auditórios e salas.

Os requisitos acústicos exigidos para os edifícios pelo RRAE vigente variam também em função da tipologia da edificação e os respectivos valores limite mantêm-se definidos em função da utilização dos espaços.

No actual RRAE, os requisitos acústicos exigidos para os edifícios são os seguintes: isolamento sonoro a sons de condução aérea padronizado – fachadas ($D_{2m,nT,w}$), isolamento sonoro a sons de condução aérea padronizado – compartimentos ($D_{nT,w}$), isolamento sonoro a sons de percussão padronizado ($L'_{nT,w}$), tempo de reverberação ($Tr_{500-1000-2000}$) e nível de avaliação padronizado de equipamentos colectivos dos edifícios ($L_{Ar,nT}$).

O gráfico ilustrado na Figura 1 evidencia que o número de tipologias de edifícios abrangidos por lei tem vindo a aumentar sucessivamente, sendo que o número dos respectivos requisitos acústicos se manteve constante nos diferentes diplomas legais.

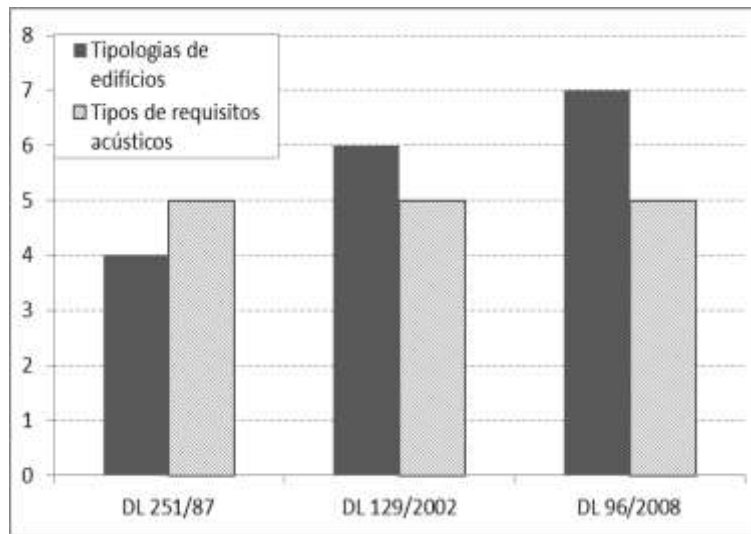


Figura 1 – Evolução do número de tipologias de edifícios abrangidas por lei e do número dos respectivos requisitos acústicos

Contudo, apesar do número de requisitos acústicos se ter mantido constante, verificaram-se alterações significativas em relação ao número de ensaios acústicos a efectuar (ver Figura 2), bem como à forma de os realizar.

Conforme se pode constatar através do gráfico ilustrado na Figura 2, o actual RRAE exige um máximo de cinquenta e oito ensaios acústicos, o que representa um acréscimo de mais de 100% relativamente ao legalmente exigido na década de 80.

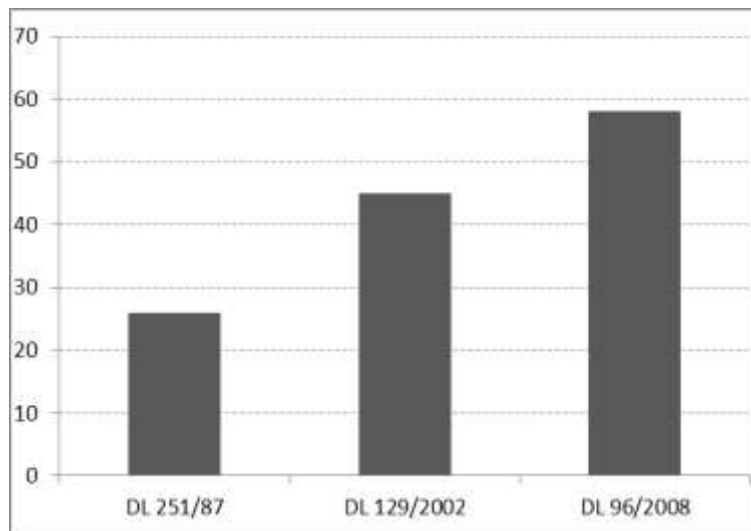


Figura 2 – Evolução do número máximo de ensaios acústicos exigidos por lei

3. AVALIAÇÃO ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS

A avaliação acústica de edifícios tornou-se obrigatória com a entrada em vigor do Decreto-Lei nº 96/2008, sendo reforçada pela entrada em vigor da Portaria nº 232/2008, de 11 de Março,

que obriga à entrega da avaliação acústica do edifício sempre que seja solicitada a respectiva autorização de utilização ou de alteração.

O Decreto-Lei nº 96/2008, obriga a que seja efectuada uma verificação da conformidade do projecto acústico através de ensaios acústicos realizados por laboratórios devidamente acreditados pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC), de acordo com o estabelecido na Norma Portuguesa NP EN ISO/IEC 17025:2005.

Em virtude da complexidade dos ensaios acústicos a realizar em cada edifício, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), por determinação do legislador, definiu os critérios de amostragem para as diferentes tipologias de edifícios, de forma a racionalizar e a uniformizar procedimentos.

A metodologia experimental a seguir nos ensaios acústicos a realizar nos edifícios e que está definida nos procedimentos internos dos Laboratórios Acreditados em Acústica de Edifícios, deriva da normalização aplicável, designadamente:

- Isolamento sonoro a sons aéreos - fachadas: NP EN ISO 140-5:2009, NP EN ISO 717-1:2013 e NP EN ISO 3382-2:2011;
- Isolamento sonoro a sons aéreos - compartimentos: NP EN ISO 140-4:2009, NP EN ISO 717-1:2013, NP EN ISO 140-14:2012 e NP EN ISO 3382-2:2011;
- Isolamento sonoro a sons de percussão - pavimentos: NP EN ISO 140-7:2008, NP EN ISO 717-2:2013, NP EN ISO 140-14:2012 e NP EN ISO 3382-2:2011;
- Tempo de reverberação: NP EN ISO 3382-2:2011;
- Nível de pressão sonora de equipamentos colectivos dos edifícios: NP EN ISO 16032:2009 e NP EN ISO 3382-2:2011.

4. CASOS DE ESTUDO

Para os casos mais frequentes, listam-se, em seguida, os ensaios acústicos a realizar bem como os requisitos acústicos a observar em cada situação, de modo a dar cumprimento à legislação aplicável em vigor

4.1. Moradia Unifamiliar Isolada

Ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos de fachada.

4.2. Moradia Unifamiliar Geminada ou em Banda

Ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos de fachada, ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos (entre fogos) e ensaio de isolamento sonoro a sons de percussão entre compartimentos (entre fogos).

4.3. Edifício Multifamiliar com 1 Fracção por Piso, Estabelecimento Comercial no Piso 0, com Elevador e Portão de Garagem Automático

Ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos de fachada para a habitação e para o estabelecimento comercial, ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos (estabelecimento-fogo, zona de circulação-fogo, fogo-fogo), ensaio de isolamento sonoro a sons de percussão entre compartimentos (estabelecimento-fogo, zona de circulação-fogo, fogo-fogo) e ensaio de nível sonoro do ruído particular dos equipamentos colectivos do edifício (elevador e portão de garagem).

4.4. Fracção Comercial em Edifício Habitacional

Ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos de fachada da fracção comercial, ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos (estabelecimento-fogo) e ensaio de isolamento sonoro a sons de percussão entre compartimentos (estabelecimento-fogo).

Caso o estabelecimento comercial seja um restaurante ou um escritório com um volume superior a 100m³ é também necessário avaliar o respectivo tempo de reverberação.

4.5. Edifício Industrial com Escritório

Ensaio de isolamento sonoro a sons aéreos de fachada do escritório e de outros locais em que o ruído possa ser considerado perturbador (por exemplo, zona de vendas), ensaio de isolamento sonoro a sons de percussão entre a zona fabril e o escritório, ou zonas que requeiram concentração e sossego, ensaio de tempo de reverberação do escritório e ensaio de nível sonoro do ruído particular dos equipamentos colectivos do edifício em locais sensíveis (por exemplo, pontes rolantes, elevadores, portões automáticos, etc.)

4.6. Recintos Desportivos

Ensaio de tempo de reverberação do espaço.

5. IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA DA REGULAMENTAÇÃO VIGENTE SOBRE ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS

O gráfico ilustrado na Figura 3 mostra o número de ensaios acústicos bem como o número de requisitos acústicos que devem ser avaliados em cada caso tipo atrás apresentado, verificando-se que o número de requisitos acústicos aumenta significativamente com a complexidade do edifício em estudo, sendo que, por exemplo, em escolas, hospitais ou hotéis, pode atingir a ordem das dezenas.

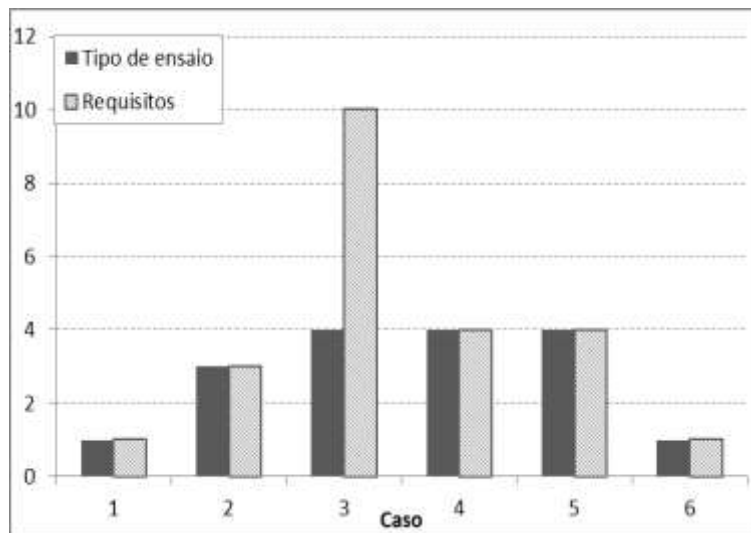


Figura 3 – Ensaio acústicos a realizar e requisitos acústicos a observar para as tipologias apresentadas no ponto 4

A avaliação acústica dos edifícios, de modo a verificar os requisitos acústicos dos edifícios de acordo com as indicações regulamentares do RRAE e seguindo os critérios de amostragem do LNEC, torna-se em alguns casos difícil de executar. Isto porque a avaliação acústica deve ser realizada com a obra pronta a utilizar, no entanto verifica-se em alguns casos o pedido da

avaliação acústica, por parte dos promotores imobiliários quando a obra ainda não está totalmente finalizada, normalmente, por pressão do cumprimento de prazos. Este mecanismo afecta a forma de execução da avaliação, e muitas vezes inviabiliza a realização de alguns ensaios, sendo os casos mais comuns a não realização dos ensaios para avaliação do ruído particular dos elevadores e/ou portão de garagem por estarem inoperacionais. Este problema origina uma avaliação acústica incompleta, devendo ser registado no relatório de ensaio quais os ensaios previstos que não foram realizados e justificando porquê.

Através da experiência adquirida no laboratório de acústica, por norma, este tipo de situação não é identificada pelas entidades que licenciam os espaços, uma vez que grande parte dos técnicos que apreciam os processos de emissão de licenças não têm formação específica para analisar/interpretar de forma crítica o relatório da avaliação acústica.

A fim de evitar este tipo de situações, na opinião do laboratório, a avaliação acústica deveria ser requerida pela entidade licenciadora, garantindo esta a total funcionalidade do edifício em estudo e um complemento de formação específica na área da acústica de edifícios aos técnicos que analisam os processos de pedido de licença de utilização.

6. CONCLUSÃO

Durante as últimas quatro décadas, observou-se em Portugal, uma crescente preocupação com a qualidade da construção, designadamente no que à Acústica de Edifícios diz respeito. De facto, desde 1987 que têm vindo a ser estabelecidos requisitos acústicos aplicáveis a diferentes tipologias de edifícios, tendo-se observado um crescimento sucessivo do número de tipologias abrangidas bem como dos requisitos aplicáveis às mesmas.

Por outro lado, a obrigatoriedade da execução de projecto acústico para os edifícios foi determinante para tornar eficaz a presença da Acústica na indústria da construção civil. Contudo, foi a exigência da realização de avaliação acústica para a emissão da autorização de utilização, que teve lugar no ano de 2008, que determinou que o projecto de condicionamento acústico deixasse de ser uma peça meramente formal para passar a ser uma peça fundamental, pois no caso do não cumprimento dos requisitos acústicos exigidos por lei, a entidade competente pelo licenciamento do edifício pode exigir a correcção das situações em incumprimento, não emitindo a necessária licença.

É assim opinião dos autores do presente artigo, decorridos que estão seis anos após a entrada em vigor de legislação que obriga à avaliação acústica por parte das entidades licenciadoras, que a qualidade da construção em Portugal tem observado um manifesto crescimento.

Espera-se, portanto, que as entidades governamentais portuguesas, por motivos económico-financeiros ou outros, não venham a legislar no sentido inverso ao que até aqui tem sido feito, sob pena de, ao aliviar o rigor da avaliação acústica no edificado, se caminhar para uma menor qualidade da construção e, conseqüentemente, para um menor conforto acústico dos cidadãos que resultará num decréscimo da sua qualidade de vida.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Decreto-Lei nº 251/87, de 24 de Junho – Regulamento Geral Sobre o Ruído
- [2] Decreto-Lei nº 292/2000, de 14 de Novembro – Regime Legal sobre a Poluição Sonora
- [3] Decreto-Lei nº 76/2002, de 26 de Março – Regulamento das Emissões Sonoras para o Ambiente de Equipamento para Utilização no Exterior

- [4] Decreto-Lei nº 259/2002, de 23 de Novembro – Alteração ao Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei nº 292/2000, de 14 de Novembro
- [5] Decreto-Lei nº 293/2003, de 19 de Novembro – Regras e procedimentos para a introdução de restrições de operação relacionadas com o ruído nos aeroportos
- [6] Decreto-Lei nº 129/2002, de 11 de Maio – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
- [7] Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro – Regulamento Geral do Ruído
- [8] Decreto-Lei nº 96/2008, de 9 de Junho – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
- [9] Portaria nº 232/2008, de 11 de Março – Elementos instrutores dos pedidos de realização de operações urbanísticas
- [10] NP EN ISO/IEC 17025:2005 – Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração
- [11] LNEC; *Regulamento dos requisitos acústicos dos edifícios – Avaliação acústica / Critérios de amostragem*; Lisboa; 2012
- [12] NP EN ISO 140-4:2009 – Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção: Parte 4 – Medição *in situ* do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos
- [13] NP EN ISO 140-5:2009 – Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção: Parte 5 – Medição *in situ* do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e de elementos de fachada
- [14] NP EN ISO 140-7:2008 – Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção: Parte 7 – Medição *in situ* do isolamento sonoro de pavimentos a sons de percussão
- [15] NP EN ISO 140-14:2012 – Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção: Parte 14 – Linhas de orientação para situações específicas de medições *in situ*
- [16] NP EN ISO 717-1:2013 – Acústica. Determinação do isolamento sonoro em edifícios e de elementos de construção: Parte 1 – Isolamento sonoro a sons de condução aérea
- [17] NP EN ISO 717-2:2013 – Acústica. Determinação do isolamento sonoro em edifícios e de elementos de construção: Parte 2 – Isolamento sonoro a sons de percussão
- [18] NP EN ISO 16032:2009 – Acústica. Medição do nível de pressão sonora de equipamentos de serviço em edifícios: Método de Engenharia
- [19] NP EN ISO 3382-2:2011 – Acústica. Medição de parâmetros de acústica de salas: Parte 2 – Tempo de reverberação em salas correntes