

CARACTERIZAÇÃO DO RUÍDO NO INTERIOR E NA ENVOLVENTE DE CAMPOS DE PADEL – CASOS DE ESTUDO

Diogo Mateus^{1*}
Andreia Pereira¹

¹ ISE, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra

RESUMO

Com o crescente aumento da prática dos jogos de padel, e em muitos casos com a reconversão de campos de ténis para campos de padel, tem-se assistido a um aumento dos níveis de ruído no interior e na envolvente dos campos de jogos com consequente aumento de reclamações por parte da vizinhança destes campos. Este aumento de ruído é provocado essencialmente pela raquete de jogo, que no caso do padel é substancialmente mais rígida que a tradicional raquete de ténis, realçando muito mais a “pancada” entre a bola e a raquete. Para além do padel conduzir a maiores níveis de ruído que o ténis, a sua prática ocorre cada vez mais em espaços cobertos e com a delimitação dos campos com painéis de vidro, que conduz naturalmente a um aumento dos níveis de ruído no interior dos campos e em geral a um aumento do ruído na vizinhança dos campos.

Neste contexto, é apresentada neste trabalho uma caracterização acústica deste tipo particular de ruído, para diferentes coberturas em vários casos de estudo, e avaliado o desempenho de algumas soluções de minimização de ruído implementadas, nomeadamente a aplicação de revestimentos fonoabsorventes e a execução de barreiras acústicas.

ABSTRACT

With the growth in practice of padel games, and, in many cases, with the conversion of tennis to padel courts, there has been an increase in noise levels inside and in the vicinity of these playing fields, with consequent complaints from the neighbours. This increase in noise is essentially caused by the racket, which in the case of padel is substantially more rigid than the traditional tennis one, enhancing the stroke between the ball and the racket. Additionally, its practice usually takes place in enclosed spaces, with walls made of glass panels, a solution which leads to an increase in noise levels inside the courts and in, many cases, also to in the vicinity of the fields.

Within this context, this work presents an acoustic characterization of this particular type of noise, for different roofs used in courts, and evaluates the performance of some implemented noise mitigation solutions, namely the application of sound-absorbing coatings and implementation of noise barriers.

Palavras Chave — padel; cobertura; ruído; incomodidade; revestimento fonoabsorvente.

1. INTRODUÇÃO

A coexistência de habitações e outros recetores sensíveis ao ruído muito próximos de campos padel, tem vindo a originar nos últimos anos muitas reclamações por excesso de ruído. Apesar das semelhanças desta prática desportiva com o ténis, a raquete do padel é muito mais rígida e o ruído gerado pela “pancada” entre a raquete e a bola é muito mais intenso. Por outro lado, e com vista a melhorar o conforto dos jogadores, cada vez mais se opta pela aplicação de coberturas nos campos de padel. Apesar desta cobertura, juntamente com as habituais compartimentações verticais na envolvente de cada campo (com painéis de vidro), poder conduzir a algum efeito de atenuação, na propagação do ruído do interior dos campos para a sua vizinhança, em geral estes elementos são significativamente desfavoráveis. Com efeito, os componentes da cobertura e compartimentação conduzem a um aumento acentuado da reverberação no interior dos campos, que naturalmente se reflete no aumento de ruído e numa maior dificuldade do eventual controlo da propagação sonora.

A avaliação da incomodidade sonora gerada por esta prática desportiva pode ser avaliada, em Portugal, à semelhança doutras atividades potencialmente ruidosas, através de medições de ruído ambiente, tendo por base os requisitos indicados no Regulamento Geral do Ruído [1]. No caso de recintos desportivos fechados, e para o caso Português, aplicam-se ainda requisitos de limitação do tempo

* **Autor de contacto:** diogo@dec.uc.pt

Copyright: ©2023 First author et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 3.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

de reverberação [2]. Contudo, como a generalidade dos campos de padel são parcialmente abertos, esta exigência é habitualmente cumprida com alguma margem.

No presente artigo são apresentados vários casos de estudo de campos de padel, uns abertos e outros parcialmente fechados (com coberturas rígidas ou em “tendas” flexíveis), onde se faz uma caracterização do ruído no interior e na envolvente destes campos e ainda uma avaliação da reverberação, no caso dos campos cobertos, com vista ao estudo de soluções de minimização de ruído, nomeadamente a aplicação de revestimentos de cobertura de elevada absorção sonora (aqui designados de fonoabsorventes) e a execução de barreiras acústicas. São ainda incluídos neste artigo resultados obtidos antes e após a implementação destas soluções de condicionamento acústico, que permitem uma avaliação do desempenho destas soluções.

2. REQUISITOS ACÚSTICOS APLICÁVEIS

A regulamentação existente em vigor em Portugal, no que respeita às condições acústicas, é apresentada no Regulamento Geral do Ruído (RGR) [1]. Este regulamento define, de uma forma global, uma política de prevenção e combate ao ruído, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem estar das populações. Na vertente do condicionamento acústico nos edifícios, os requisitos aplicáveis, em Portugal, encontram-se descritos no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) [2].

De acordo com o RGR [1], mais especificamente o seu artigo 13º, existem dois tipos distintos de exigências técnicas aplicáveis a atividades ruidosas e a fontes de ruído: a verificação do critério de incomodidade nos locais de ocupação sensível; e a verificação do critério de exposição máxima no exterior, de forma a não ultrapassar os limites de ruído previstos no artigo 11º do RGR. No caso dos campos de padel este segundo critério é geralmente cumprido, sendo condicionante o cumprimento do critério de incomodidade, em geral no interior dos espaços de ocupação sensível, nomeadamente habitações vizinhas (quando próximas). O cumprimento deste critério de incomodidade, passa por garantir que o valor de $L_{Ar} - L_{Aeq(rr)}$ não ultrapassa o limite ΔL , em que o L_{Ar} é o valor do nível sonoro equivalente medido durante o funcionamento da atividade, corrigido com as características tonais e/ou impulsivas deste ruído (de acordo com o anexo 1 do RGR), $L_{Aeq(rr)}$ é o nível sonoro equivalente residual existente na ausência de funcionamento da atividade em análise, e ΔL assume o valor de D, em função da duração acumulada de ocorrência do ruído particular, adicionado a 5dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período do entardecer e eventualmente 3dB(A) se a atividade também funcionar em período noturno (que não é habitual).

Acrescente-se, no entanto, que, de acordo com o n.º 5 do artigo 13º do RGR, o critério de incomodidade é cumprido automaticamente quando o valor de L_{Ar} é igual ou inferior a 27 dB(A), nos locais recetores no interior (ou eventualmente

igual ou inferior a 45 dB(A), para locais recetores no exterior).

De acordo como o RRAE [2], mais especificamente o artigo 9º, o tempo de reverberação, T , correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deve satisfazer a condição seguinte (em espaços sem sistema de difusão pública de mensagens sonoras), nas quais V se refere ao volume interior do recinto em causa:

$$T \leq 0.15V^{1/3} \quad (1)$$

3. CONDIÇÕES DE ENSAIO E LOCAIS DE MEDIÇÃO

No âmbito do presente trabalho foram realizadas medições acústica recorrendo ao seguinte equipamento principal: uma fonte de ruído aéreo omnidirecional (modelo Morset Sound); um analisador portátil (modelo Symphonie - 01dB-Stell, ligado a um PC portátil, com a aquisição e o tratamento através de software específico da “01dB-Stell”); e um sonómetro (modelo Solo Master da “01dB-Stell”).

Nos ensaios realizados foram utilizadas duas metodologias distintas: uma para avaliação do tempo de reverberação no interior dos campos, incluindo níveis sonoros dentro e fora dos campos, com uma fonte omnidirecional no centro dos campos, onde foi considerada como referência a norma ISO 3382-2:2008 [3]; e uma para avaliação do critério de incomodidade, cuja metodologia de ensaio foi baseada nas normas NP ISO 1996-1 e 2 [4,5] e no RGR [1].

Os locais de medição corresponderam a campos de jogos abertos (Figura 1, lado direito), campos de jogos com cobertura metálica (Figura 1, lado esquerdo) e campos fechados com solução de tenda com telas flexíveis (Figura 2). Na Figura 1 o campo mais afastado, aquando do registo da fotografia, já se encontrava com revestimento fonoabsorvente (na cor preta).



Figura 1. Imagem geral de 3 campos de padel cobertos (cobertura metálica autoportante) ao lado de outros 3 campos de padel descobertos (do lado direito).



Figura 2. Imagem geral do interior de “tenda”, envolvida por telas flexíveis, com 3 campos de padel no seu interior.

Na medição dos tempos de reverberação foram consideradas 2 posições de fonte próximo do centro de cada campo e 5 recetores distribuídos por cada campo (a distâncias entre 4 e 7 m da fonte). Nestas medições foi utilizado ruído de teste “codificado” em MLS (maximum length sequence), tendo sido considerados 2 decaimentos por cada ponto de medição. Na medição dos níveis sonoros foi utilizado um gerador de ruído branco e foram igualmente utilizadas as mesmas posições de fonte sonora.

4. RESULTADOS OBTIDOS E SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS

Nas secções seguintes deste ponto são apresentados os resultados mais relevantes da caracterização do ruído dentro e fora dos campos de jogo, dos tempos de reverberação no caso dos campos cobertos e a comparação de resultados (níveis de ruído e tempos de reverberação), antes e após a implementação de soluções de minimização de ruído. São também descritas de forma sumária as soluções implementadas. Estas soluções, aqui em estudo, foram implementadas apenas num dos casos de estudo e surgiram na sequência de ensaios de avaliação de incomodidade, onde se apurou que o critério de incomodidade regulamentar [1] não era cumprido, no período de entardecer (os campos em estudo funcionavam das 9h às 22 h).

4.1. Níveis de ruído

Na Figura 3 são apresentados os níveis de ruído “instantâneos” (valores de LAeq para intervalos consecutivos de 3 s), em dB(A), obtidos entre dois campos de padel descobertos (conforme Figura 1, do lado direito). Estes

resultados foram obtidos com estes dois campos a funcionarem em simultâneo, em condições de “funcionamento intenso”. Acrescente-se que a amplitude dos níveis de ruído acaba por depender bastante da intensidade de jogo e da força imposta na raquete de jogo. Na Figura 4 são apresentados dois espectros em frequência, em bandas de 1/3 de oitava e níveis em dB(A): um que corresponde o intervalo de medição da Figura 3 (campos abertos); e outro que corresponde a uma situação análoga, também com os dois campos adjacentes ao ponto de medição em “funcionamento intenso”, mas neste caso com campos cobertos (cobertura metálica autoportante, conforme Figura 1, do lado esquerdo, antes da aplicação de revestimento fonoabsorvente).

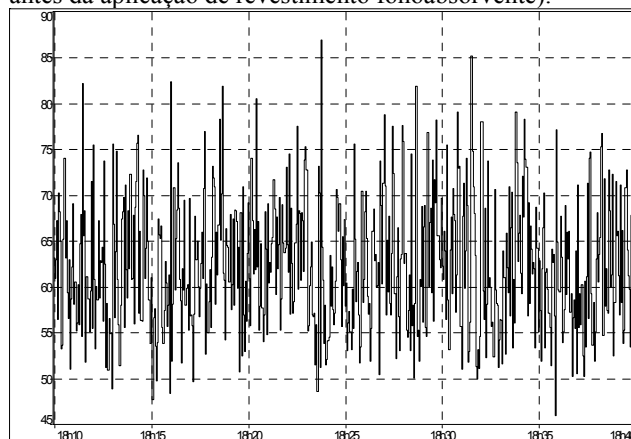


Figura 3. Níveis de ruído “instantâneos” (valores de LAeq para intervalos consecutivos de 3 s), em dB(A), obtidos entre dois campos de jogo sem cobertura.

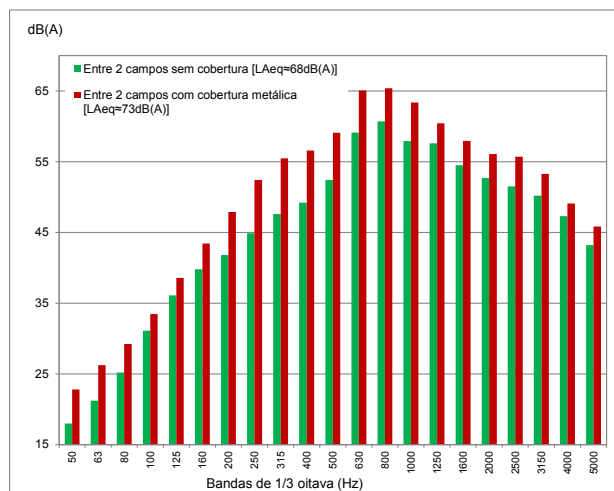


Figura 4. Espectros médios com o níveis de ruído no domínio da frequência e o respetivo valor de LAeq [em dB(A)], obtidos entre dois campos de jogo, com e sem cobertura.

Como referido, os resultados apresentados correspondem a situações desfavoráveis de jogo, com valores médios de

L_{Aeq} entre campos de jogo da ordem de 70 dB(A), mais especificamente 68 dB(A) no caso dos campos sem cobertura e 73 dB(A) nos campos com cobertura metálica. Apesar de não ser possível uma repetição perfeita das condições de emissão nestes dois cenários, é possível verificar que a cobertura é bastante penalizadora, no aumento dos níveis de ruído no interior e na vizinhança dos campos de jogo. Acrescente-se que foram também realizadas medições em condições de “menor intensidade” de jogo, com valores de L_{Aeq}, para intervalos superiores a 10 minutos, até cerca de 5 dB(A) abaixo dos indicados. Para todos eles, em termos de espectro, verifica-se que existe uma forte componente entre os 500 e os 2000 Hz, com valores máximos nas bandas de 1/3 de oitava de 630 e 800 Hz.

4.2. Tempo de reverberação (nos campos cobertos)

Na Figura 5 são apresentados os tempos de reverberação médios (T₂₀), incluindo o valor médio T nas oitavas de 500, 1000 e 2000 Hz, obtidos no interior dos campos de padel cobertos, para os dois tipos de coberturas avaliadas: com 3 campos de padel adjacentes de cobertura metálica autoportante (conforme Figura 1); e outros 3 campos no interior de tenda (conforme Figura 2).

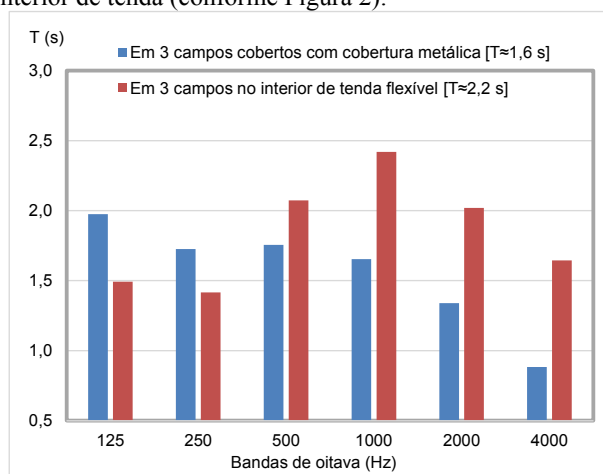


Figura 5. Valores médios dos tempos de reverberação (T₂₀ e T), em bandas de oitava e o valor global resultante da média das oitavas de 500, 1000 e 2000 Hz, com os dois tipos de coberturas avaliadas.

Da análise dos resultados obtidos é possível verificar que ambas as situações cumprem os limites regulamentares do tempo de reverberação T [2], cujos limites correspondem a 2.6 s, no conjunto dos 3 campos com cobertura metálica, e a 2.9 s, no caso da tenda com os outros 3 campos. Efetivamente já se esperava este cumprimento, uma vez que existiam grandes áreas laterais abertas em ambas as situações. Na cobertura metálica (com toda a envolvente vertical aberta) a maior reverberação ocorre em baixas frequências, enquanto

que na tenda (com telas flexíveis na cobertura e grande parte da envolvente vertical) a maior reverberação ocorre entre as bandas de oitava de 500 e 2000 Hz, que coincide com a gama de frequências onde a emissão sonora do jogo de padel é maior.

4.3. Soluções implementadas

Face aos resultados obtidos, quer os aqui apresentados, quer outros relativos ao ruído ambiente medido em recetores sensíveis vizinhos (não apresentados no âmbito deste artigo), foram propostos dois tipos de soluções de minimização de ruído: barreiras acústicas nos limites de propriedade dos dois complexos desportivos, quando existiam habitações próximas; e aplicação de revestimento fonoabsorvente no caso da cobertura metálica. Em ambos os casos as barreiras acústicas propostas eram verticais, com cerca de 4 m de altura. O revestimento fonoabsorvente aplicado na cobertura metálica é construído por placas de 1x1 m² de aglomerado de espuma de poliuretano flexível (tingido de preto), com massa volúmica próxima de 80 kg/m³, coladas diretamente à face inferior das chapas de cobertura. Como as chapas são autoportantes com grandes nervuras e de dimensão variável, a caixa de ar sobre os painéis de revestimento aplicados ficou com dimensões variáveis, sensivelmente entre 0 e 30 cm, permitindo assim uma absorção de “banda larga” em frequência.

Nos campos em tenda também seria desejável a redução dos tempos de reverberação, por exemplo, através da aplicação de “baffles acústicos” suspensos nas estruturas de suporte das telas da envolvente, mas a sua eficácia seria reduzida, face à pequena área que seria viável aplicar. Após a execução das barreiras acústicas e do revestimento fonoabsorvente na cobertura metálica foram repetidos os ensaios acústicos. Neste artigo são apresentados, na secção seguinte, alguns desses resultados, tendo sido selecionados apenas resultados obtidos dentro de um dos clubes desportivos, que dependeram essencialmente das características de absorção da cobertura.

4.4. Comparação de níveis de ruído e tempos de reverberação antes e após intervenção

Nesta secção é feita a comparação de resultados antes e após a implementação das soluções de minimização de ruído, que para os pontos de medição aqui apresentados, dependeu essencialmente do revestimento de cobertura. Uma vez que a fonte de ruído real (jogo de padel) não permite uma repetição perfeita, para os diferentes cenários analisados, os resultados aqui apresentados foram obtidos com uma fonte de ruído com emissão quase constante (fonte omnidirecional) localizada em dois pontos centrais de cada campo de jogo e com 5 recetores distribuídos por cada campo de jogo em análise.

Na Figura 6 são novamente apresentados resultados médios do tempo de reverberação, medidos num dos campos

com cobertura metálica, antes da intervenção, juntamente com os resultados obtidos após intervenção. Como se pode verificar, com a aplicação do revestimento fonoabsorvente foi possível reduzir substancialmente os tempos de reverberação em todo o espectro (em termos globais uma redução do valor de T de 1.6 s para 0.9 s).

Na Figura 7 são apresentados valores médios dos níveis sonoros registados no interior de um dos campos de padel cobertos (espectros no domínio da frequência, em bandas de 1/3 de oitava, e o respetivo valor global de LAeq, em dB(A)), antes e após intervenção na cobertura, quando a fonte de ruído omnidirecional se encontrava na zona central do campo de jogo (com 2 posições de fonte e 5 recetores). Nesta Figura é ainda acrescentado o espectro médio dos níveis sonoros obtido em condições semelhantes de fonte-recetor, mas localizados num dos campos sem cobertura. Na Figura 8, com vista a avaliar a redução do ruído transmitido para fora dos campos de padel, após a implementação do revestimento nas coberturas, são apresentados dois espectros médios registados num recetor exterior a 10 m do limite de campo coberto (com fonte na zona central do campo coberto), antes e após intervenção.

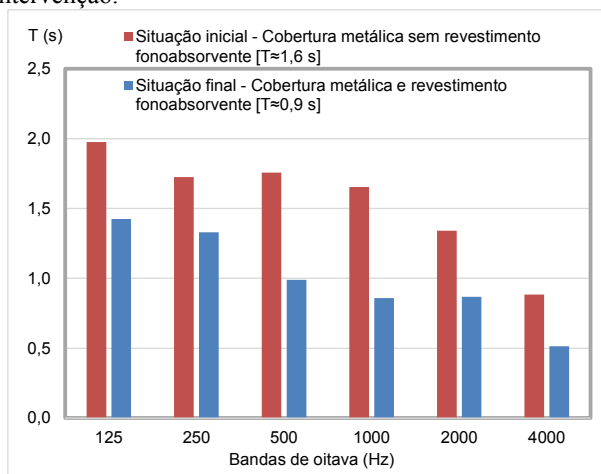


Figura 6. Valores médios dos tempos de reverberação (T20 e T), antes e depois da aplicação de revestimento fonoabsorvente nas coberturas metálicas, sobre 3 campos de padel.

Da análise das Figuras 7 e 8 é possível verificar que a aplicação de revestimento fonoabsorvente permitiu uma redução bastante significativa de ruído, com uma redução no valor de LAeq próxima de 4 dB(A), dentro do campo coberto, e da ordem de 10 dB(A), num recetor exterior a 10 m do limite do campo. Este valor de 10 dB(A) parece exagerado, mas está relacionado com o facto dos campos serem delimitados (do lado do recetor) com painéis de vidro com 3 m de altura, e neste caso a contribuição das reflexões da cobertura constitui a principal “caminho” de transmissão. Para pontos mais afastados e sobretudo para pontos laterais aos campos, onde não existem os painéis de vidro, a redução

é bastante inferior. Por exemplo, num recetor sensível situado no exterior a cerca de 50 m do limite do campo mais próximo a redução foi próxima de 4 dB(A)).

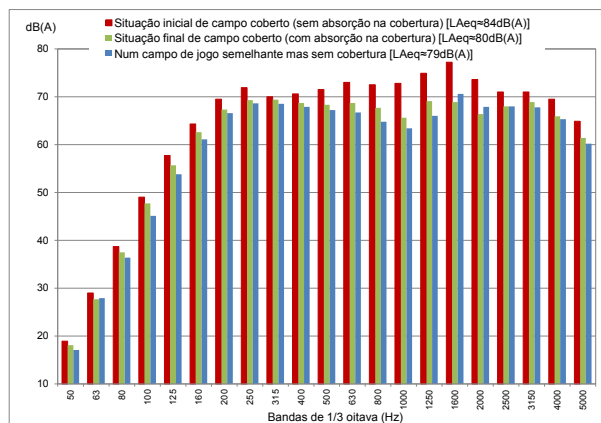


Figura 7. Espectros médios com os níveis sonoros no domínio da frequência e o respetivo valor de LAeq [em dB(A)], obtidos no interior de um campo de jogo coberto, antes e após intervenção, e num outro campo sem cobertura.

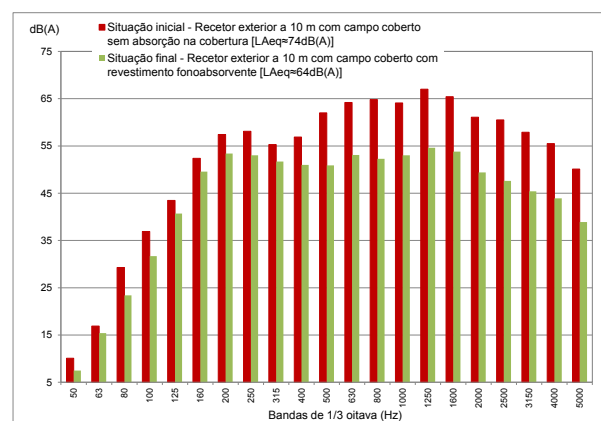


Figura 8. Espectros médios com os níveis sonoros no domínio da frequência e o respetivo valor de LAeq [em dB(A)], obtidos num recetor exterior a 10 m do limite do campo coberto, antes e após intervenção na cobertura.

Na Figura 9 são apresentados os níveis de ruído “instantâneos” (valores de LAeq para intervalos consecutivos de 3 s), em dB(A), obtidos no referido recetor sensível, situado a cerca de 50 m, mas neste caso com jogo “real” a decorrer nos 3 campos cobertos. Trata-se de uma medição em contínuo realizada entre as 17:50 e as 20:40h, sem jogos nos campos de padel antes das 18h e após as 20h. Entre as 18 e as 20 horas estiveram sempre a decorrer jogos em simultâneo nos 3 campos de padel cobertos. Na Figura 10 são apresentados os correspondentes espectros médios no domínio da frequência, em bandas de 1/3 de oitava: um com

“Ruído Particular”, obtido das 18h às 20h; e outro “Sem Ruído Particular”, obtido das 20h às 20:40h. Em termos globais, o valor de LAeq durante os jogos foi próximo de 51.2 dB(A), enquanto que na sua ausência baixou para cerca de 49.5 dB(A). Ou seja, o acréscimo foi próximo de 2 dB(A) (ou mais especificamente 1.7 dB(A)). Não se registaram componentes tonais nem impulsivas no ruído particular em análise.

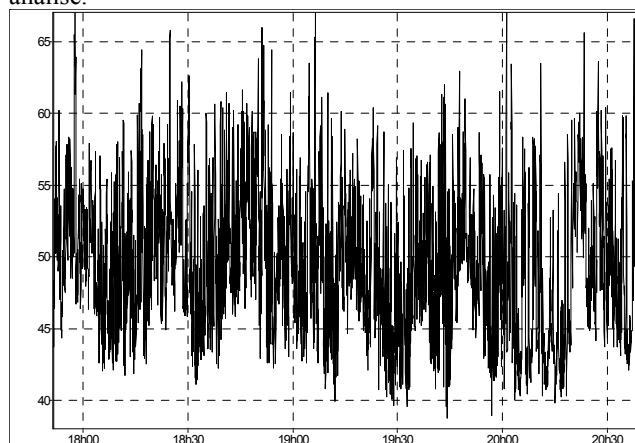


Figura 9. Níveis de ruído “instantâneos” (valores de LAeq para intervalos consecutivos de 3 s), em dB(A), obtidos num recetor sensível a cerca de 50 m do limite dos campos cobertos.

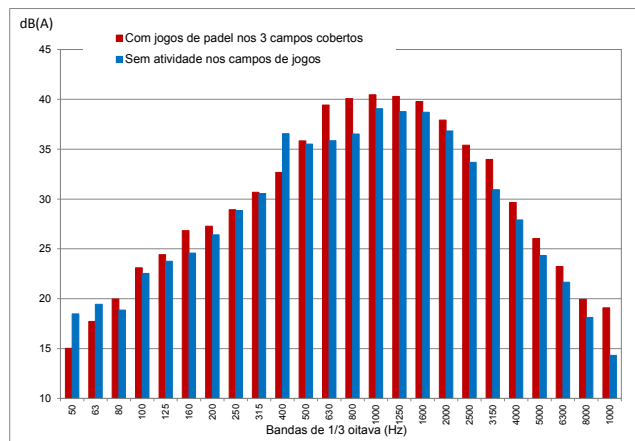


Figura 10. Espectros médios com os níveis sonoros no domínio da frequência e o respetivo valor de LAeq [em dB(A)], obtidos num recetor sensível a cerca de 50 m do limite dos campos cobertos, com e sem “Ruído Particular”.

Da análise da Figura 9 é possível verificar que a variação nos níveis sonoros ao longo das quase 3 horas de medição é pequena. Com o arranque dos jogos às 18h a variação é impercetível. Com o encerramento dos jogos às 20h verifica-se alguma variação, mas pouco acentuada. Da análise da Figura 10 verifica-se que o maior impacto do ruído de padel ocorre entre as bandas de frequência de 500 Hz e 2000 Hz,

como seria de esperar, uma vez que é também nesta gama de frequências que ocorrem maiores amplitudes nos níveis sonoros junto dos campos de padel. Pontualmente até se verificam níveis de ruído mais elevados na situação sem atividade nos campos de jogos, mas isto estará relacionado com o facto do ruído residual apresentar uma variabilidade significativa ao longo do tempo. Em termos globais, os resultados permitem verificar que, à partida, a situação de incomodidade anteriormente detetada no recetor sensível em estudo foi ultrapassada.

5. CONCLUSÕES

Neste artigo é apresentada uma síntese de vários trabalhos de condicionamento acústico e de controlo de ruído efetuados em campos de padel, abrangendo campos sem cobertura, em geral menos problemáticos, e campos cobertos, onde geralmente a cobertura constitui uma agravante. Apesar deste desporto se considerar habitualmente “não ruidoso”, na realidade o tipo de raquete utilizada e a proximidade com recetores sensíveis pode conduzir a situações de significativa incomodidade sonora. No caso dos campos cobertos, com delimitações dos campos em vidro e coberturas de baixa absorção sonora, o controlo do ruído passa a ser mais complicado, e soluções de barreiras acústicas fonoabsorventes nos limites dos complexos desportivos podem não ser suficientes. Num dos casos de estudo detalhado neste artigo a solução de barreira acústica teve de ser complementada com o revestimento fonoabsorvente em toda a cobertura, para conseguir uma franca redução do ruído na envolvente dos campos de padel. No caso de campos em tendas flexíveis, como num dos casos aqui apresentado, a aplicação de absorção sonora ao nível das coberturas, por exemplo através de “baffles acústicos”, geralmente só é viável com áreas de absorção sonora reduzidas, o que não resolve o problema.

6. REFERENCIAS

- [1] RGR (2007): *Regulamento Geral do Ruído*, aprovado pelo Decreto-Lei nº 9/2007 de 17/01, 2007.
- [2] RRAE (2008): *Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios*, aprovado pelo Decreto-Lei nº 129/2002 de 11/05, com a nova redação dada pelo Decreto-Lei nº 96/2008 de 09/06, 2008.
- [3] ISO 3382-2: *Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*, Standard. ISO, Geneva, Switzerland, 2008.
- [4] NP ISO 1996-1: *Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*. Normas IPQ, Portugal 2019.
- [5] NP ISO 1996-2: *Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora*. Normas IPQ, Portugal 2019.