



Instituto Politécnico  
de Castelo Branco

**Instituto Politécnico de Castelo Branco**

Enes, Andrés Manuel Malta

**Estudo acústico de salas : Cine - Teatro Avenida  
– Castelo Branco**

<https://minerva.ipcb.pt/handle/123456789/3585>

**Metadados**

<b>Data de Publicação</b>	2020
<b>Resumo</b>	Fazer um estudo acústico de qualquer sala, seja uma pequena sala de gravação ou uma sala de espetáculos de grandes dimensões não é uma tarefa fácil. A atenção necessária ao pormenor e concentração em cobrir todos os detalhes necessários são a chave para um trabalho bem sucedido, pois não muitas as situações que um engenheiro acústico tem de pensar. O conhecimento sobre a matéria analisada é fundamental, assim como o a vontade com o material a utilizar. Este trabalho é vítima desta frase,...
<b>Editor</b>	IPCB. ESART
<b>Tipo</b>	report
<b>Revisão de Pares</b>	Não
<b>Coleções</b>	ESART - Música - Variante de Música Eletrónica e Produção Musical

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-05-01T21:21:15Z com informação proveniente do Repositório



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior de Artes Aplicadas

## **PROJECTO I**

# **ESTUDO ACÚSTICO DE SALAS: CINE-TEATRO AVENIDA – CASTELO BRANCO.**

Por Andrés Manuel Malta Enes.

## Índice

1. Cine-Teatro Avenida – Breve história	Pág. 5
2. Objectivo do Cine-Teatro Avenida	Pág. 6
3. Parâmetros objectivos de dimensionamento	Pág. 7
3.1 Retardo inicial	Pág. 7
3.2 EDT (Early Decay Time)	Pág. 8
3.3 Tempo de reverberação - TR	Pág. 8
3.4 Clareza objectiva (C80)	Pág. 10
3.5 Definição (D50)	Pág. 10
4. Salas multi-usos de referência	Pág. 10
4.1 Eden Court Theatre	Pág. 11
4.2 The hexagon	Pág. 12
5.0 Recolha de dados	Pág. 15
5.1 Características da sala	Pág. 16
5.2 Parâmetros objectivos de dimensionamento	Pág. 19
5.3 Material utilizado	Pág. 20
5.4 Medição	Pág. 21
5.4.1 Retardo Inicial	Pág. 24
5.4.2 EDT (Early Decay Time)	Pág. 25
5.4.3 Tempo de reverberação	Pág. 26
6. Análise e comparação de resultados	Pág. 27
6.1. Palco	Pág. 27
6.1.1 Problemas e possíveis soluções	Pág. 28
6.2 Plateia	Pág. 29
6.2.1 Problemas e possíveis soluções	Pág. 30
6.3 Outros problemas e possíveis soluções	Pág. 33
7. Ficha técnica Cine-Teatro Avenida	Pág. 34
8. Bibliografia	Pág. 36

*Projecto I* insere-se na área da acústica de salas, ramo da acústica aplicada, que estuda o campo complexo gerado em espaços fechados<sup>1</sup>.

O estudo acústico de salas, desde sempre, foi uma área que me motivou fortemente pelo facto de poder perceber o comportamento de uma determinada sala e as alterações, rápidas e viáveis, que permitam a adaptação da mesma a um comportamento desejado. Mais importante ainda, o conhecimento necessário para captar o melhor som possível de cada instrumento em cada local de uma sala, assim como uma reprodução fiel e agradável de cada fonte sonora.

Pretende-se com este trabalho estudar a qualidade acústica da sala de espectáculos do Cine-Teatro Avenida de Castelo Branco focando uma série de parâmetros mensuráveis e objectivos (TR, EDT, D50 e C80) assim como relativos (ponto de vista de músicos, actores, produtores e público). Concluir quais os pontos fortes e fracos da sala, comparativamente às denominadas "salas ideais", para cada tipo de eventos realizados, assim como propor, se necessário, soluções acústicas procurando sempre evitar alterações de geometria, sendo baseadas na alteração de materiais ou introdução de painéis.

## **Planificação do trabalho.**

Fase 1:

- Fazer um breve resumo histórico do Cine-Teatro Avenida.
- Determinar qual o objectivo principal da sala de Espectáculos do Cine-Teatro Avenida e qual o tipo de espectáculos que ocorrem com mais frequência.
- Noções básicas sobre parâmetros objectivos de dimensionamento de salas.
- Estudar do ponto de vista estrutural a sala, focando o tamanho da própria, forma, número de lugares, tamanho do palco, materiais utilizados.
- Comparar os resultados anteriores aos valores apresentados por 2 salas multi-usos consideradas ideais.

---

1 Henrique, Luís L. Acústica Musical, pág. 758.

#### Fase 2:

- Assistir ao maior número de espectáculos possíveis e apontar quais os principais problemas encontrados na percepção da palavra ou instrumentação.
- Entrevistar músicos, actores, produtores e público de cada espectáculo sobre a comodidade auditiva da sala, perceptibilidade e gosto pessoal.
- Concluir qual o ponto de vista comum dos entrevistados, em relação aos parâmetros subjectivos de avaliação, para cada tipo de espectáculos efectuado.

#### Fase 3:

- Proceder à medição dos parâmetros objectivos em diversos pontos da sala.
- Comparar os resultados aos valores apresentados em 2 salas multi-usos consideradas ideais.
- Comparar os resultados obtidos nas medições da sala com os valores ideais para a prática musical, do teatro e da fala.

#### Fase 4:

- Estudar quais as possíveis soluções caso sejam necessárias, procurando sempre evitar alterações de geometria, recorrendo a alteração de materiais ou introdução de painéis.
- Conclusão pessoal sobre este trabalho.

## **1. Cine-Teatro Avenida – Breve história.**

Inaugurado no dia 2 de Outubro de 1954, as obras de construção foram realizadas de Abril de 1949 a Setembro de 1954. Situado num gaveto do Campo da Pátria e da Avenida do Marechal, num terreno que ocupava uma área total de 2050 m<sup>2</sup>.

A obra inicial foi projectada pelos arquitectos Raul César Caldeira e Albertino Crujeiro Galvão Roxo, num estilo arquitectónico característico do século XX. Constava com uma área coberta de 1147 m<sup>2</sup>, comportando 1238 lugares, dos quais 52 acomodados em 11 camarotes, 334 no 1º balcão, 218 no 2º balcão e 634 na plateia. O nível -1 era ocupado por um Restaurante com gerência própria. O terreno restante, de 903 m<sup>2</sup>, constituía uma esplanada para espectáculos ao ar livre.

O Cine-Teatro Avenida foi concebido originalmente para uma programação cultural maioritariamente reservado à Sétima arte, estando o palco preparado para projecções de 9m x 5m pelo sistema panorâmico. Contornado por uma bordadura de madeira rendilhada, através da qual eram destacados, em luzes de várias cores, os motivos que caracterizavam os bordados de Castelo Branco.

No dia 22 de Agosto de 1986, um incêndio de largas proporções destruiu as instalações do Cine-Teatro Avenida, restando apenas os elementos mais resistentes da obra, a pedra e o betão. Assim no fim dos anos 90, as obras de recuperação, projectadas pelo Arquitecto Luís Marçal Grilo, tiveram início.

Com o intuito de potencializar o edifício para uma faceta mais polivalente do que a sua faceta original, a sala foi alterada para uma lotação de 700 lugares, 408 lugares na plateia, 264 no 1º balcão e 31 acomodados em 7 camarotes. Suprimiu-se o 2º balcão, o que permitiu conceber um espaço para, provisoriamente, instalar a Escola de Artes Aplicadas, na vertente de Música, do Instituto Politécnico de Castelo Branco. O nível -1 foi convertido num salão de grandes dimensões, polivalente, mas com o intuito principal de albergar exposições diversas.

Assim, o Cine-Teatro Avenida está, actualmente, preparado para receber espectáculos de todo o género, que diferem desde o Teatro a concertos de

Música amplificada, passando por conferências.



Imagem1.0 - Fachada Cine-Teatro Avenida, Castelo Branco.

## 2. Objectivo Cine-Teatro Avenida

Cine-Teatro Avenida tem como objectivo principal oferecer à população de Castelo Branco um programa cultural variado e amplo, desde exposições de arte até concertos de rock, passando pelo teatro.

Para tal o complexo consta com duas divisões principais, a Sala da Nora, situada no nível -1, é uma sala ampla que pode albergar vários tipos de eventos mas que principalmente alberga exposições de arte de diversos tipos.

A divisão principal é a sala de espectáculos. Esta sala é concebida para ter uma acústica multi-usos e tem uma forma semelhante a uma sala *fan-shape*.

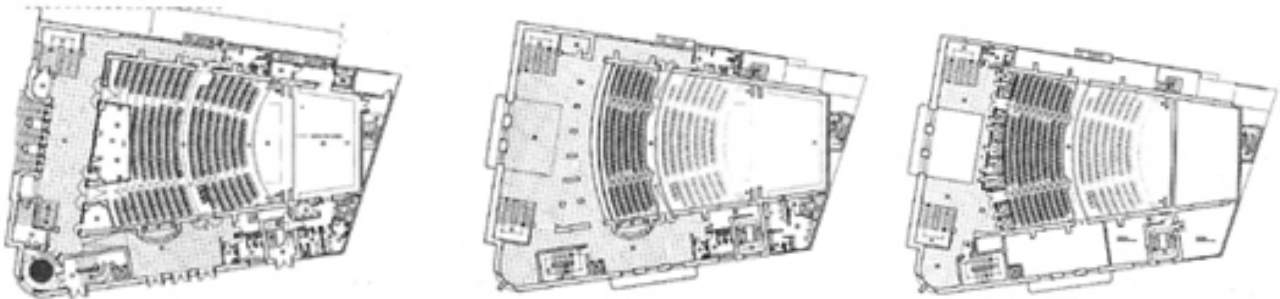


Imagem 2.0 - Plantas Cine-Teatro Avenida<sup>2</sup>

O tipo de eventos realizados nesta sala é variado, sendo estes divididos

---

<sup>2</sup> Sitio oficial Câmara Municipal Castelo Branco

em 4 tipos: Dança, Música, Pluridisciplinar e Teatro.

Num estudo primário, feito a partir da programação cultural de Outubro de 2009 a Março de 2010, pode verificar-se, na figura 1.0 qual o tipo de espectáculos realizados com maior frequência.

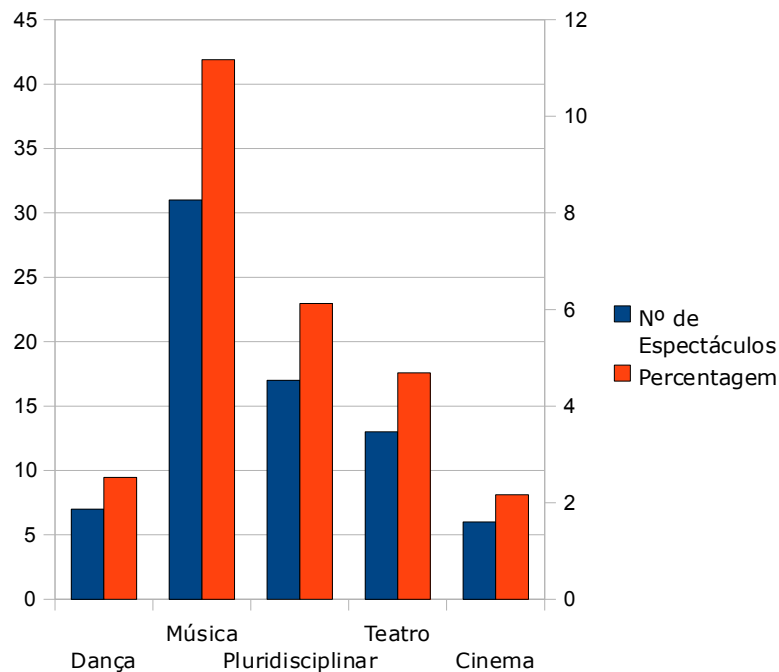


Figura 1.0 - Percentagem dos espectáculos ocorridos entre Outubro de 2009 a Março de 2010 no Cine-Teatro Avenida.

### 3. Parâmetros objectivos de dimensionamento

Os parâmetros acústicos mensuráveis e objectivos mais comuns no estudo do comportamento acústico de uma sala são:

#### 3.1 Retardo Inicial (*ITDG Initial Time Delay Gap*)

O retardo inicial é o intervalo de tempo que existe entre o som directo e a primeira reflexão. Este valor é obtido em *ms* e é, geralmente, medido no centro da sala por ser o local que, por princípio, se encontra equidistante a todas paredes da sala.



### 3.2 EDT (*Early Decay Time*)

EDT mede a taxa de decaimento de um sinal em 10dB. Embora a extrapolação do TR10 para EDT seja considerada lógica, o EDT é medido entre -5 e -15dB, contrariamente ao TR10, entre 0 e -10dB.

### 3.3 Tempo de reverberação – TR60, TR30, TR20

“Tempo de Reverberação é o tempo necessário para se dar o decaimento de 60dB na intensidade ou nível de pressão sonora dentro de uma sala”<sup>3</sup>.

Medir um decaimento de 60dB de um sinal sonora numa sala é, habitualmente, difícil pelo ruído de fundo encontrado na sala. Para colmatar esse inconveniente faz-se a extrapolação do TR30 e TR20 para TR60, que deverão ser, todas as curvas de decaimento, equivalentes.

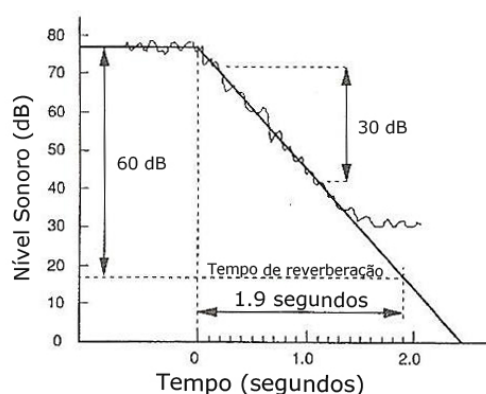


Figura 2.0 - Tempo de Reverberação (Barron, 1993)

Wallace Sabine, físico americano, desenvolveu durante estudos experimentais uma equação onde são explicitadas as principais grandezas de que depende o tempo de reverberação:

$$TR = (0.16V)/A$$

V= volume (m<sup>3</sup>); A= coeficiente de absorção (m<sup>2</sup>).

$$A = S_1X_1 + S_2X_2 + \dots + S_nX_n$$

S= Área da Superfície; X= coeficiente de absorção do material.

Entretanto Beranek descobriu que melhores resultados eram obtidos quando a audiência era tratada como outros materiais. Ou seja, calcula a área ocupada por esta. Um perímetro de 0.5m é adicionado a área real ocupada, excepto quando encostada a paredes ou debaixo de balcões.

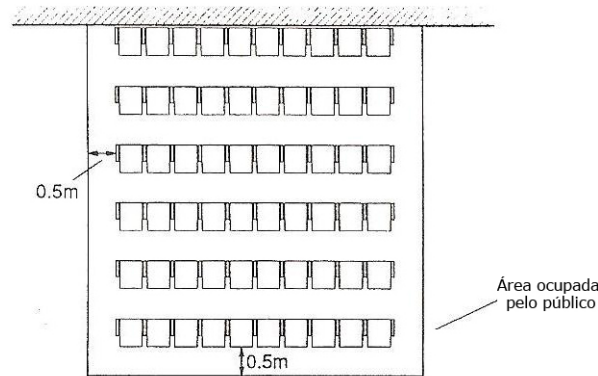


Figura 3.0 - Área ocupada pelo público (Barron, 1993)

Baseado nesta noção, Kosten descobriu que o resultado próximo ao coeficiente de absorção total está fortemente relacionado com a área do público, introduzindo assim o coeficiente de absorção equivalente ( $X_{eq}$ ), parâmetro que adicionou à fórmula de Sabine, alterando-a para:

$$TR = (0.16V) / (S_a X_{eq})$$

$S_a$  = Área ocupada pelo público;  $X_{eq}$  = Coeficiente de absorção equivalente.

Valores de  $X_{eq}$  para frequências médias são de 1.07 (ocupado) e 0.97 (Não ocupado) (Barron, 1993).

Música Religiosa	> 2.5
Música Orquestral	1.6 – 1.8
Opera	1.3 – 1.8
Música de câmara	1.4 – 1.7
Teatro	0.7 – 1.0
Conferências/Palavra	0.5 – 0.9
Estúdios TV	> 0.5

Figura 4.0 - Tempos de reverberação recomendados.

### **3.4 Clareza Objectiva (C80)**

A clareza objectiva é a relação da energia obtida nos primeiros 80ms do som directo e a energia obtida depois dos 80ms do som directo.

$$C80=10\log (\text{Energia obtida nos primeiro80ms/energia obtida após 80ms})$$

80ms é um tempo exemplar, este tempo pode ser qualquer um, sendo 80ms o tempo limite ideal para o calculo da apreciação musical, e 50ms no caso do discurso.

### **3.5 Definição (D50)**

A definição, assim como a clareza objectiva, é uma medida que relaciona a energia inicial com energias tardias.

Contrariamente à clareza, a definição é a relação da energia obtida nos primeiros 50ms do som directo e a energia obtida desde o momento inicial até ao fim do sinal.

$$D50=10\log (\text{Energia obtida nos primeiro50ms/energia obtida do momento inicial até ao fim do sinal})$$

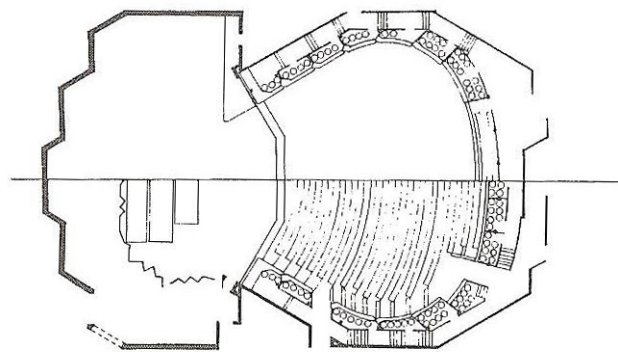
## **4.0 Sala multi-usos de referência**

A escolha das salas para comparação com a do Cine-Teatro foi principalmente baseada no tamanho e lotação destas, procurando ser o mais aproximado possível da sala do Cine-teatro avenida. A forma da sala foi um parâmetro a ser avaliado mas geralmente são atribuídas às salas com forma *fan-shape* um papel em particular.

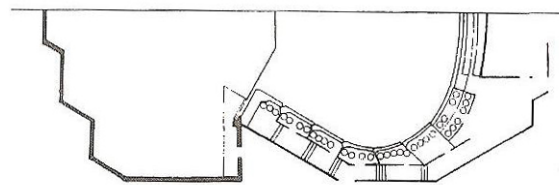
### **4.1 Eden Court Theatre**

Situado na cidade de *Inverness*, na Escócia, tem uma capacidade de 814 lugares, sendo especificamente referenciado no resumo da sala que se deverá conservar uma atmosfera íntima para pequenas audiências.

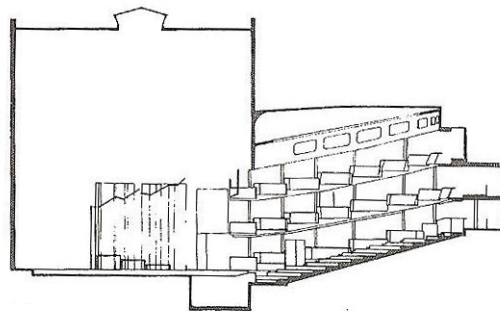
*Eden Court Theatre* tem uma forma de ferradura e é composta por uma plateia de 490 lugares, estando esta a 22m da frente do palco, onde se encontra um fosso para orquestra, que pode ser baixado no caso de ópera, mas mantendo uma boa relação actor/público. Os restantes lugares estão divididos em balcões colocados a volta da área da plateia, que se encontram em 3 diferentes andares.



(A)



(B)



(C)

Figura 5.0 - A, B: Plantas; C: Detalhe lateral; Eden Court Theatre.<sup>4</sup>

O seu uso varia entre teatro, opera, ballet e música orquestral, juntamente com música amplificada e eventos sociais.

O TR medido na sala não ocupada preparada para concertos é de 1.1s,

<sup>4</sup> Barron, Michael; Auditorium Acoustics ad Architectural Design; 1993.

sendo um pouco diferente do tempo de *design* que é de 1.3s, sendo elevada uma concha orquestral na base do palco para a pratica musical. Com a sala preparada para teatro e discurso é medido, sala não ocupada, um TR de 1.0s.

A escolha da tradicional forma de ferradura é admirável na criação de um compacto, intimo e confortável auditório, enaltecendo o contacto próximo entre audiência e artista que torna esta sala de modestas dimensões um sucesso acústico garantido, enaltecendo a sua alta claridade objectiva.



Imagem 3.0 - Eden Court Theatre<sup>5</sup>

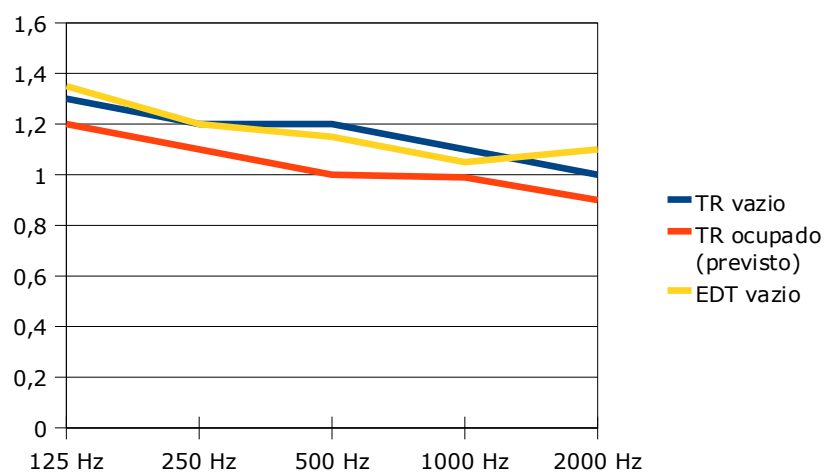


Gráfico 1.0 - Valores Tempo de reverberação Eden Court Theatre.

5 Sitio oficial [www.eden-court.co.uk](http://www.eden-court.co.uk)

Volume	5050m <sup>3</sup>
Volume (incluindo concha palco)	6200m <sup>3</sup>
Capacidade total	814 Lugares
Capacidade plateia	490 Lugares
Capacidade balcão	324 Lugares (repartidos por 3 andares)

Distancia palco-público	22m
-------------------------	-----

Usos	Teatro, Ópera, Ballet, Música orquestral.
------	---

Tabela 1.0 Características *Eden Court Theatre*.

## 4.2 The Hexagon

Aberta em 1977 na cidade de Reading, Inglaterra, *The Hexagon* tem uma capacidade máxima de 1500 lugares, repartidos por um plateia e balcões colocados no primeiro andar.

O número de lugares varia consoante o tipo de espectáculos pois a disposição do público é alterada para corresponder a uma certa forma desejada. Isto é um inconveniente para certos tipos de espectáculos pois ficam muitos lugares desocupados, como no caso do Teatro, actividade não recomendada pela direcção, o número de lugares disponíveis baixa para 960, quase 600 lugares a menos que o máximo permitido.

*The Hexagon*, como o próprio nome indica tem uma forma hexagonal constituída por palco, de altura móvel, podendo ficar ao mesmo nível da plateia e uma série de balcões que são separados por blocos que ajudam a "justificar" a ausência de Teatro.

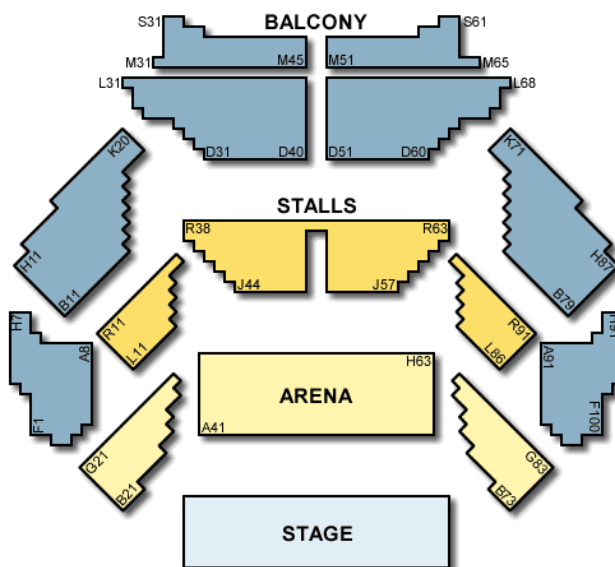


Figura 6.0 - Disposição de lugares *The Hexagon*.

O perímetro da sala está coberto com painéis inclinados que, potencialmente, podem criar reflexões laterais desejadas. Ecrãs (painéis reflectores) colocados no tecto suspenso por cima do palco criam fortes reflexões acústicas direccionadas principalmente para os balcões. As secções suspensas têm a capacidade de ser colocadas Horizontal ou verticalmente. Contrariamente o tecto posterior foi deixado, acusticamente, transparente.



Imagem 4.0 *The Hexagon*.

Usando um sistema de ressonância electronicamente assistida, os técnicos são capazes de alterar o tempo de reverberação em +50% ou mais se desejado.

No entanto uma clareza objectiva muito elevada torna a transformação

de uma óptima sala para a fala numa boa sala para música num processo difícil e que não consegue ser feito em todas as zonas da sala, existindo locais onde o nível sonoro baixa consideravelmente.

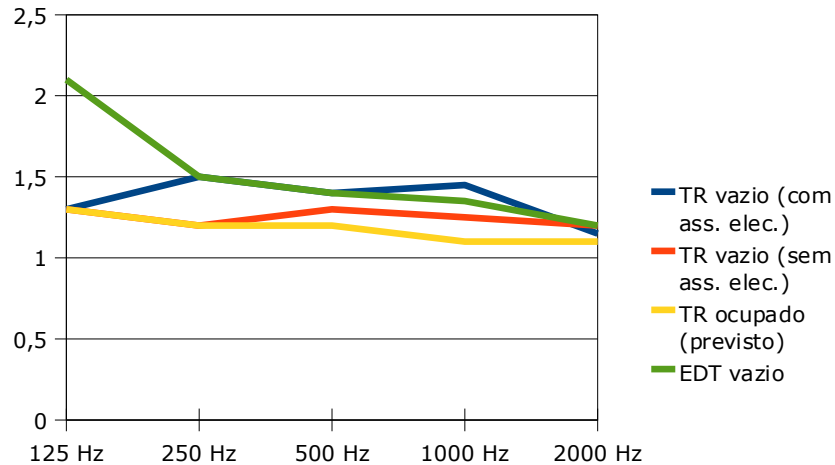


Gráfico 2.0 - Valores Tempo de reverberação *The hexagon*.

Volume	8280m <sup>3</sup>
Volume (Para prática do Teatro)	5720m <sup>3</sup>
Capacidade total	1454 Lugares
Capacidade para prática do Teatro	960 Lugares

Usos	Teatro, Ópera, Ballet, Música orquestral.
------	---

Tabela 2.0 Características *The Hexagon*.

## 5.0 Recolha de dados

A recolha de dados sobre o Cine-Teatro Avenida foi efectuada através de pesquisa no *website* oficial da câmara municipal de Castelo Branco, através das plantas fornecidas pela direcção e finalmente através da visita à sala de espectáculos onde foi possível ver os materiais utilizados na construção da sala, fazer as medições acústicas e finalmente obter fotografias do local.

Paralelamente assisti a alguns espectáculos, sendo possível recolher o depoimento de alguns intervenientes e fazer uma avaliação pessoal sobre o comportamento da sala.



É importante salientar que alguns dados, referentes à história e à informação física da sala podem não estar inteiramente certos, pois a falta de informação, e por vezes, múltipla sobre estes assuntos foi um problema presente.

### **5.1 Características da sala**

Por falta de dados referentes às dimensões da sala, planos detalhados, lista de materiais utilizados na sua construção, não foi possível realizar um estudo prévio detalhado do comportamento acústico da sala, não sendo possível calcular valores previstos para o tempo de reverberação da sala ocupada nem calcular manualmente os valores de clareza objectiva (C80) e Definição (D50).

Apesar da administração do Cine-Teatro Avenida ter cedido, cordialmente, as plantas do edifício, estas não estavam devidamente identificadas com a escala do desenho ou qualquer outra indicação de medida que fosse possível obter essa informação.

As dimensões do palco são bem explícitas nos planos cedidos sendo então possível calcular a área e o volume do palco a partir do mesmo. O valor da altura do palco foi dado pelo director da instituição, sendo este valor correspondente a 8m, comprimento 10m e largura 11,5m.

Área palco (m <sup>2</sup> )	115
Volume palco (m <sup>3</sup> )	920

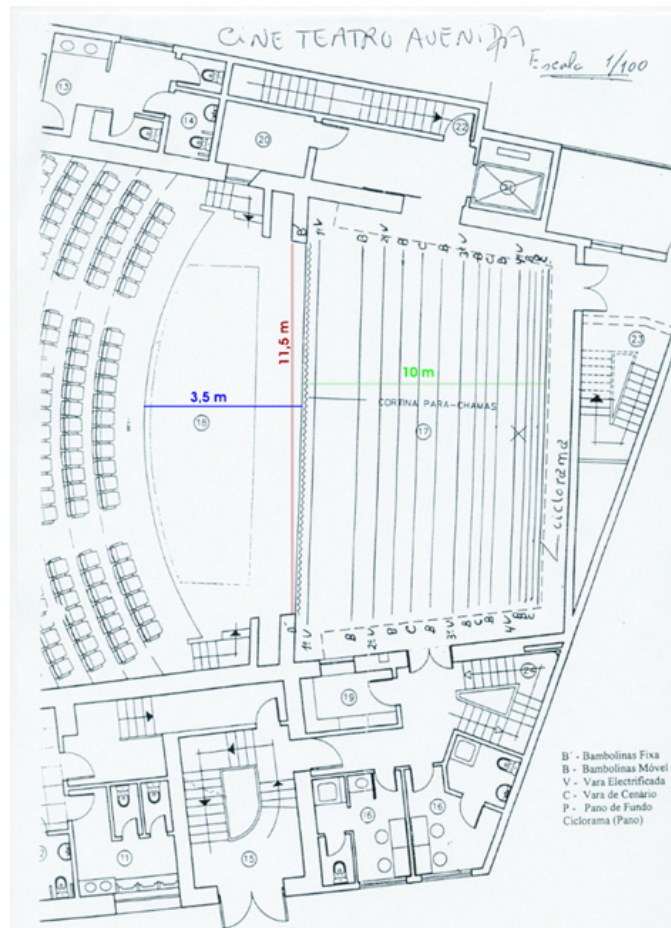


Figura 7.0 - Planta palco Cine-Teatro Avenida<sup>6</sup>



Imagem 5.0 - Plateia e balcão Cine-Teatro Avenida.

<sup>6</sup> Cordialmente cedido pela direcção do Cine-Teatro Avenida.

Uma alcatifa grossa cobre o chão todo da sala, as paredes estão cobertas por madeira lisa, não sendo possível saber a grossura desta, e por pedra com forma não uniforme. Os assentos para o público são de plástico coberto com esponja e tecido grosso, não sendo possível calcular a área ocupada pelo público.



Imagem 6.0 - Detalhe dos materiais de construção Cine-Teatro Avenida.

O tecto é escalado, principalmente por cima do balcão, não sendo possível determinar se é composto por concreto ou painéis de tecto falso.



Imagem 7.0 - Detalhe tecto Cine-Teatro Avenida.

O chão do palco é de madeira e tem várias cortinas grossas que cobrem o palco todo que têm finalidade acústica além de decorativa. Está sempre presente uma cortina grossa no fundo do palco de maneira a corrigir algumas frequências não desejadas.



Imagem 8.0 - Palco Cine-Teatro Avenida.

## 5.2 Parâmetros objectivos de dimensionamento

Os parâmetros objectivos acústicos, referenciados anteriormente, foram obtidos por medição *in Situ*. Os parâmetros a analisar são:

Retardo Inicial (ITDG – *Initial Time Delay Gap*);

EDT (*Early Decay Time*);

Tempo de Reverberação T30;

C80 (*Clarity 80*);

D50 (*Definition 50*);

Estas medições foram realizadas recorrendo a um sistema de baixo custo **não calibrado**. Assim **TODOS OS RESULTADOS AQUI DESCRITOS TÊM**

## **UM VALOR PURAMENTE EXPERIMENTAL.**

É de extrema importância salientar que os parâmetros C80 e D50 não foram possíveis de calcular por falta de dados e incapacidade do programa em realizar tais operações.

Tentou-se transferir as medições para outro programa que permite o cálculo destes parâmetros, ACMUS, não obtendo qualquer resultado esperado. Este erro, hipoteticamente, deve-se ao material utilizado não estar calibrado e ter muito ruído.

### **5.3 Material utilizado**

As medições foram obtidas recorrendo ao programa FuzzMeasure 3.1.1 - DEMO utilizando o seguinte material:

Computador Portátil Macbook com programa instalado;

Interface áudio *Digidesign Mbox Mini*

Micro de teste SPL

Colunas amplificadas Yamaha HS50M



Imagem 9.0 - Fonte Sonora.

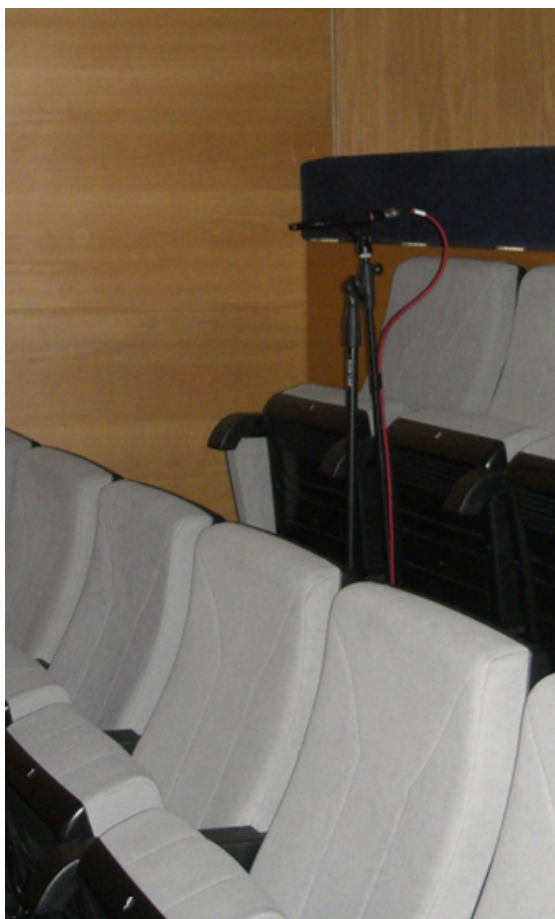


Imagem 10.0 - Microfone de teste.

## 5.4 Medições

Para realizar as medições acústicas da sala recorreu-se à emissão de um sinal de varrimento de senos (*sweep*), com tempos de 1 segundo e de 10 segundos, e à captação do sinal amplificado bem como o *sweep*.

“A norma indica que o recurso aos sinais de varrimento pode impor uma melhoria no ratio sinal-ruído contudo para a utilização destes sinais é necessário garantir os requisitos de espectro e direccionalidade da fonte, algo que estava limitado á partida dado que a fonte é de utilização corrente [ISO 3382, 1997]. O sinal de varrimento de senos não é mais que um sinal que se inicia nas baixas frequências e progride para as frequências mais altas. No programa fica o registo dos sinais e é possível obter a resposta impulsiva através de um processo comparativo entre o sinal captado e sinal directo.”<sup>7</sup>

Obtida a resposta impulsiva da sala e a resposta em frequência desta, o programa faz o cálculo dos parâmetros de EDT, T20 e T30. Além de realizar os

---

<sup>7</sup> Alves, Victor Edward; Estudo das condições acústicas de auditórios. 2008

cálculos determina a distância do microfone em relação a fonte sonora e o tempo entre o sinal a amplificar e o sinal amplificado, valor este que pode ser interpretado como o Retardo inicial – ITDG.

Foram feitas 42 medições, *sweep* de 1segundo e *sweep* de 10s, repartidas por 21 locais:

- 9 [1-10] Plateia
- 9 [11 – 18] Balcão
- 3 Palco

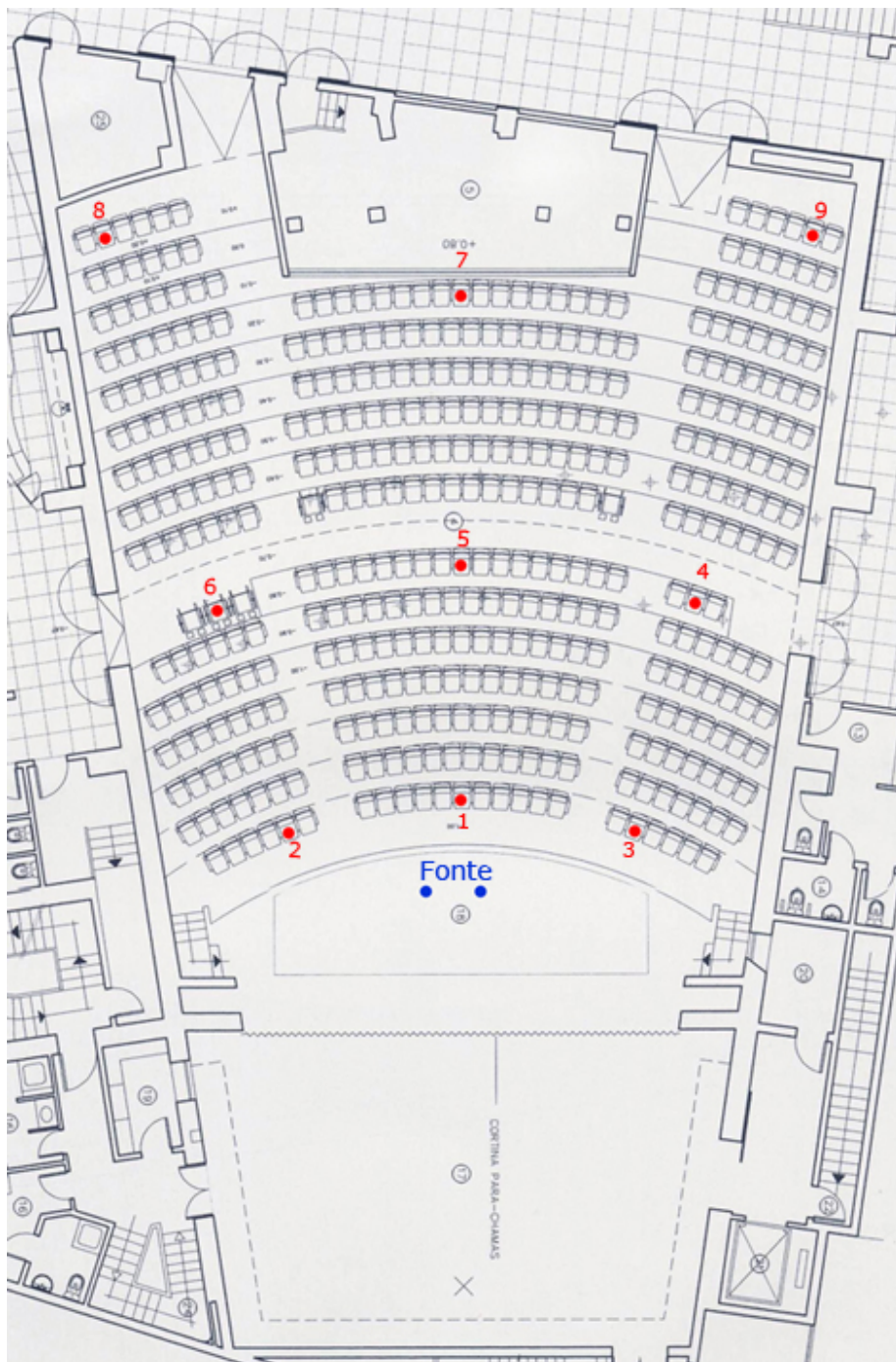


Figura 8.0 - Planta plateia – Locais de medição.

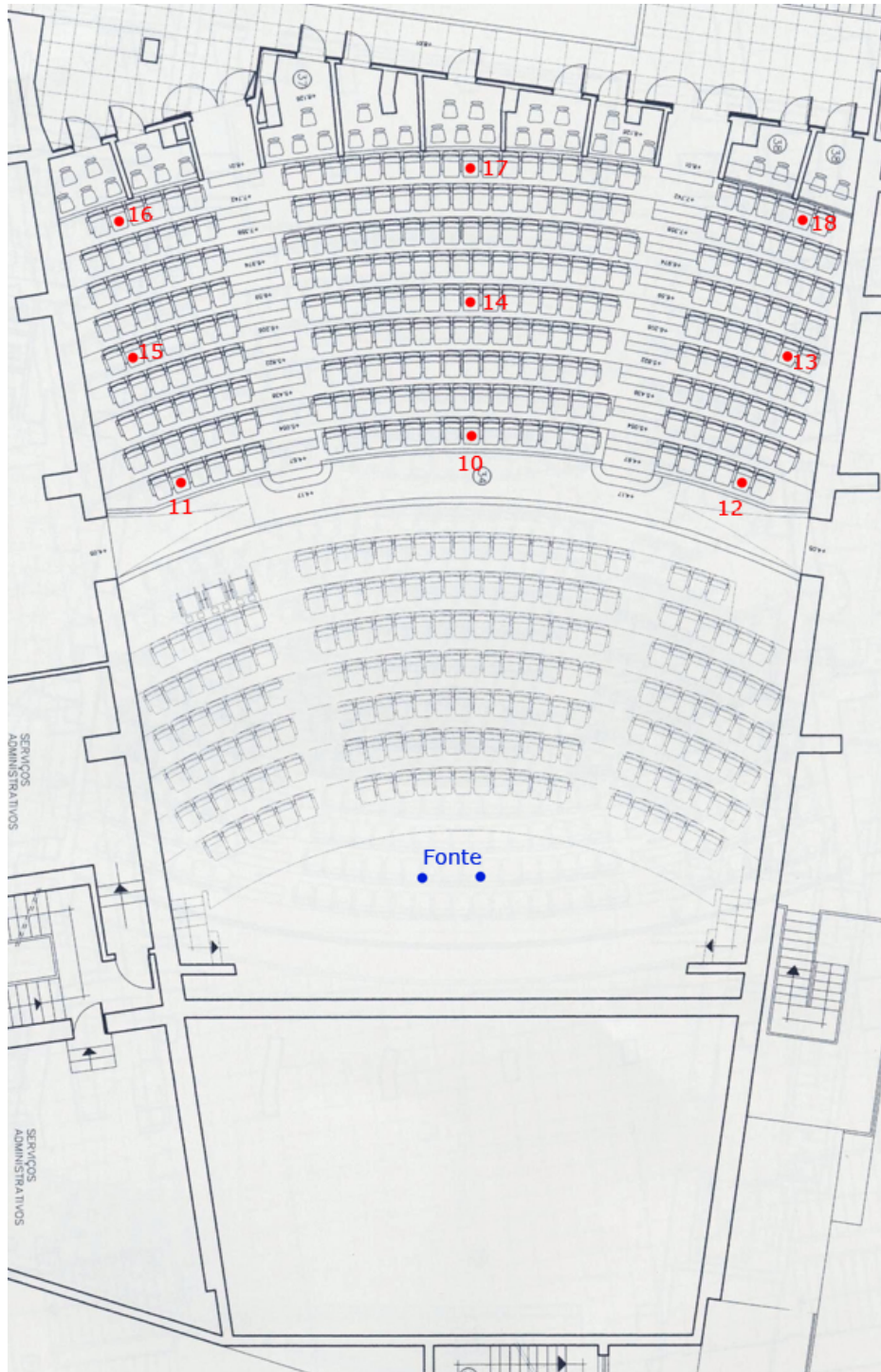


Figura 8.1 - Planta balcão – locais de medição.



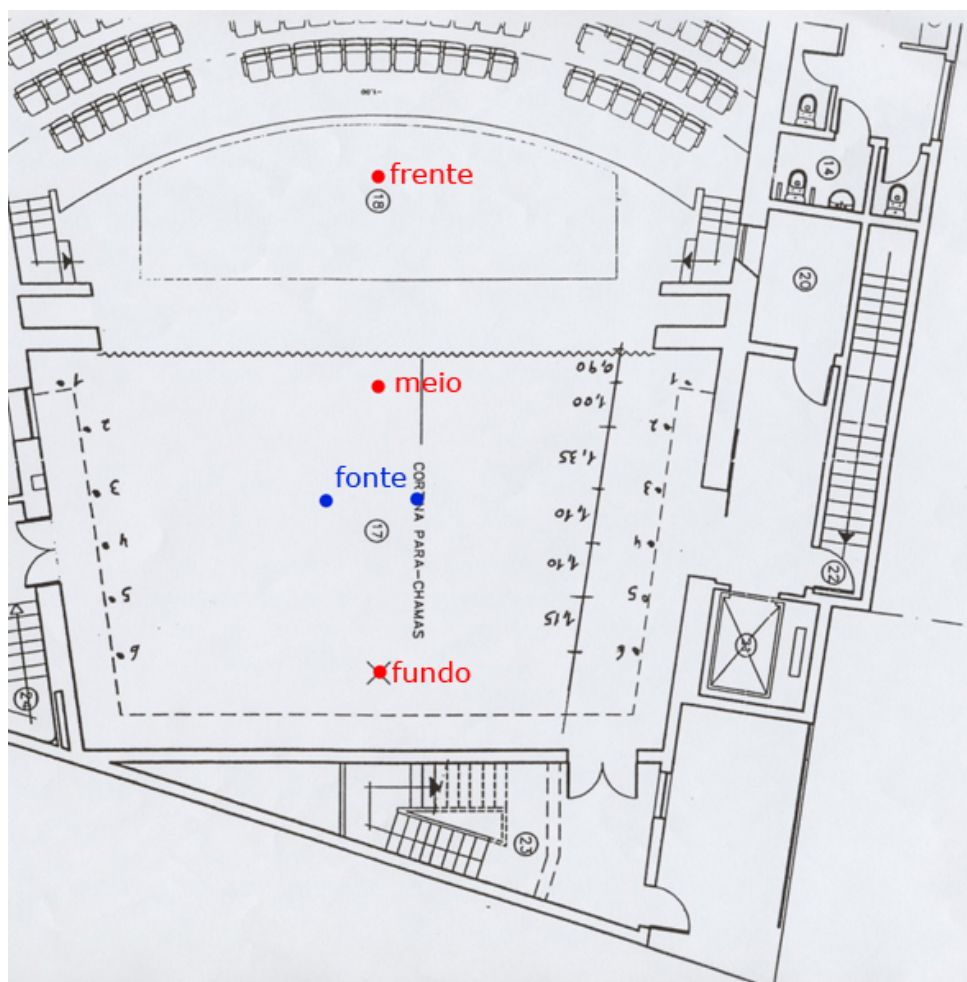


Figura 8.2 - Planta palco – locais medições.

Por questões do tempo disponível para obter as medições só foi possível realizar 2 medições por local, uma de cada tipo de *sweep* referido anteriormente, contrariamente as 3 medições por tipo e por local que a norma [ISO 3382, 1997] especifica.

#### 5.4.1 Retardo inicial (ITDG)

Como referido anteriormente, o retardo inicial deverá ser medido no ponto mais central da sala de modo a que todas as reflexões cheguem ao mesmo tempo. Assim o local escolhido para obter este valor foi o Local 5.

Colocado a uma distância aproximada de 12 metros da fonte sonora foi registado o valor de 35ms, que representa o tempo entre o sinal original e as primeiras reflexões da sala.

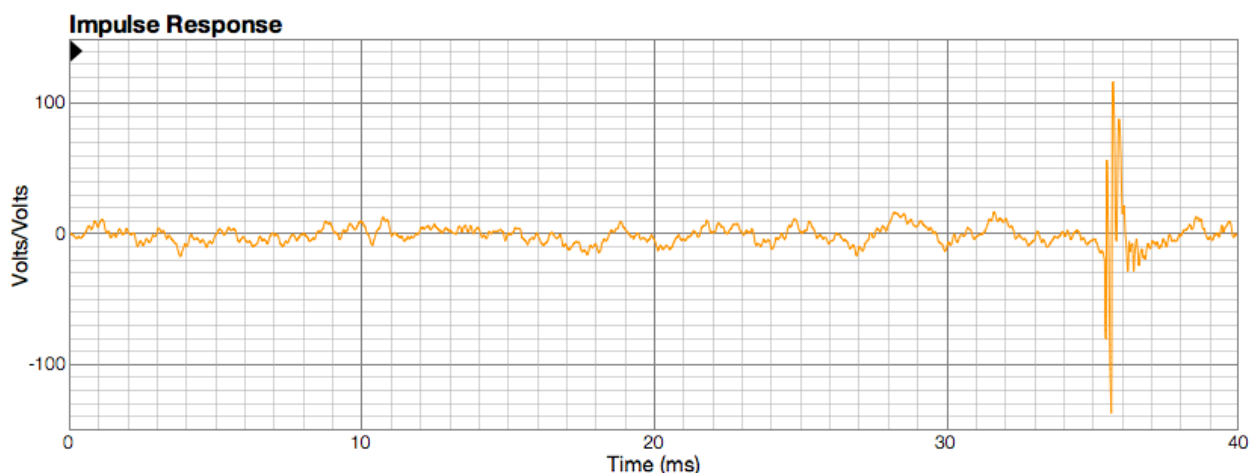


Figura 9.0 - Retardo inicial (ITDG)

### 5.4.2 EDT - *Early Decay Time*

Os valores apresentados a continuação são medias resultantes dos valores obtidos em todos os locais de medição anteriormente assinalados.

O EDT foi analisado em bandas de oitava 250Hz a 4Khz, recorrendo a bandas de terços de oitava quando algum valor não estava disponível.

EDT					
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<b>Palco S1 *</b>	2,52	2,7	2,74	2,69	2,06
<b>Palco S10 **</b>	2,77	2,22	2,42	1,82	1,85
<b>Plateia S1</b>	2,79	2,45	2,29	2,2	1,77
<b>Plateia S10</b>	1,65	1,55	1,7	0,97	0,75
<b>Balcão S1</b>	2,49	1,9	2,26	2,06	1,54
<b>Balcão S10</b>	1,84	2,17	1,05	0,85	0,81
<b>Média Geral</b>	2,19	2,02	1,83	1,52	1,22
<b>Média Palco</b>	2,65	2,46	2,58	2,26	1,96
<b>Média Plateia</b>	2,22	2	2	1,59	1,26
<b>Média Balcão</b>	2,17	2,04	1,66	1,46	1,18

Tabela 3.0 EDT

\* S1 – Sweep de 1 segundo.

\* \* S10 – Sweep de 10 segundos.

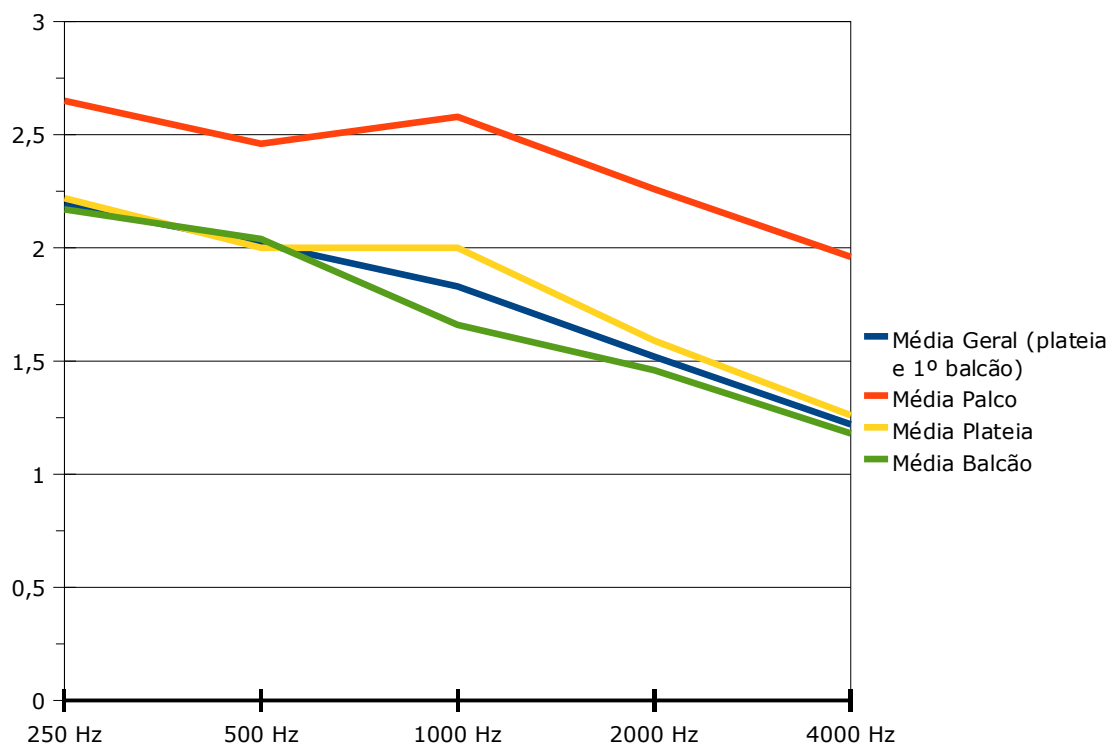


Gráfico 3.0 - EDT

### 5.4.3 Tempo de reverberação - TR

Juntamente com o EDT o tempo de reverberação foi obtido em bandas de oitava de 250Hz a 4Khz, sendo os valores apresentados como médias dos locais de medição anteriormente assinalados.

RT30					
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<b>Palco S1</b>	0,71	0,84	0,9	1,09	1,23
<b>Palco S10</b>	0,54	1,43	1,67	1,21	0,97
<b>Plateia S1</b>	0,75	0,85	1,03	1,32	1,32
<b>Plateia S10</b>	0,9	0,92	1,05	1,01	0,78
<b>Balcão S1</b>	0,54	0,63	0,71	1,39	1,26
<b>Balcão S10</b>	0,7	1,01	1,13	1,18	1,07
<b>Média Geral</b>	0,72	0,85	0,98	1,23	1,11
<b>Média Palco</b>	0,63	1,14	1,29	1,15	1,1
<b>Média Plateia</b>	0,83	0,89	1,04	1,17	1,05
<b>Média Balcão</b>	0,62	0,82	0,92	1,29	1,17

Tabela 4.0 - Tempo de reverberação

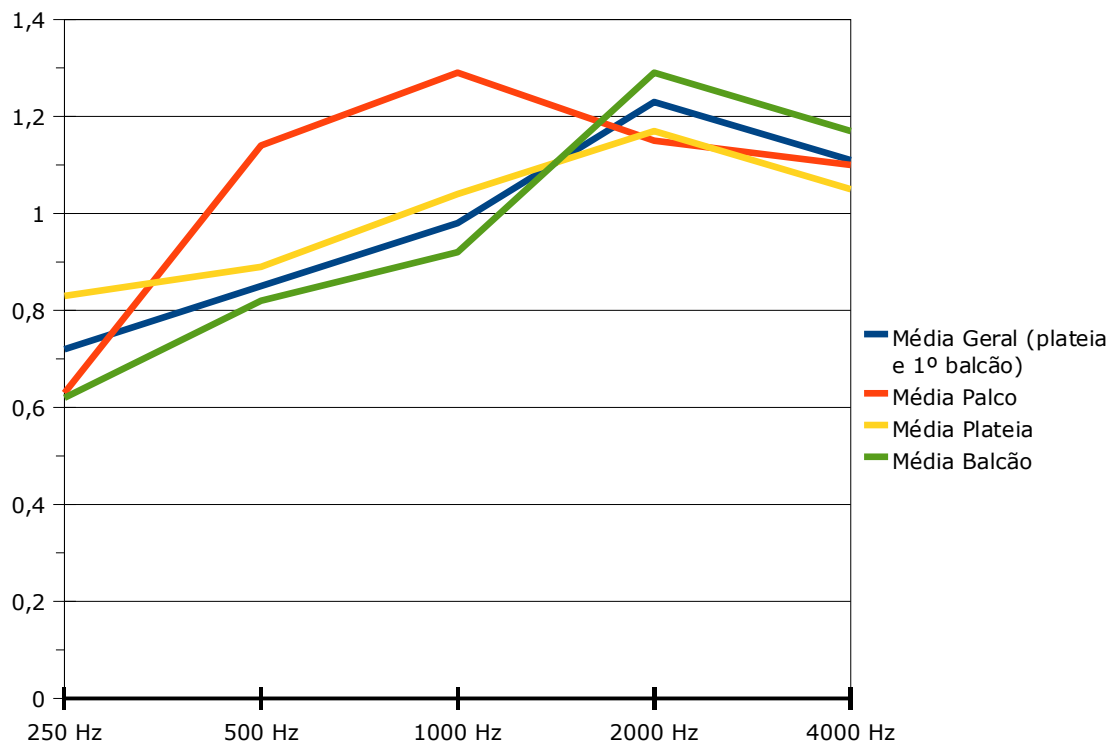


Gráfico 4.0 Tempo de reverberação

## 6. Análise e comparação de dados

### 6.1 Palco

Com uma área de  $115\text{m}^2$  e volume de  $920\text{m}^3$  o palco do Cine-Teatro Avenida é amplo e confortável para todos os artistas que nele actuam.

A distância entre o artista e o público não é superior aos 4m o que cria uma empatia bastante apreciada pela duas partes em espectáculos de pequena/media dimensão.

O seguinte gráfico indica os valores médios obtidos para os parâmetros de EDT e TR, seguido por uma tabela que indica, por aproximação de valores, se os mesmos são ideias para a prática de uma determinada arte.

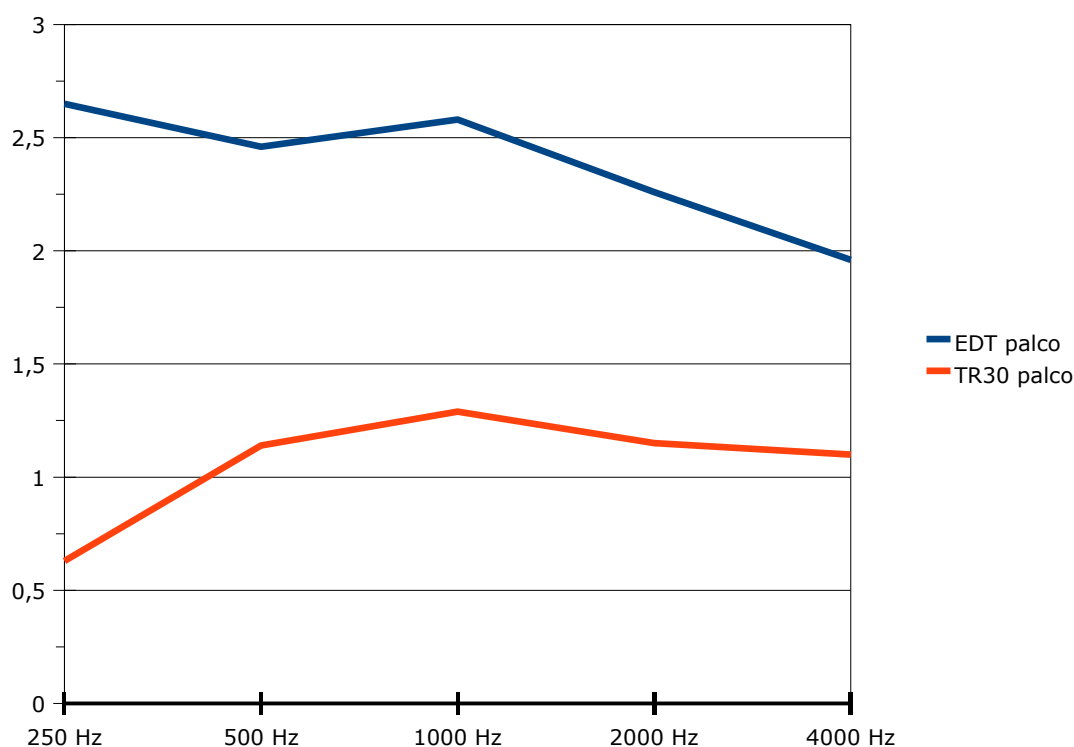


Gráfico 5.0 - Valores EDT e TR para o palco.

Música Religiosa [ $>2,5s$ ]	Não recomendável
Música orquestral [ $1,6s - 1,8s$ ]	Aceitável
Opera [ $1,3s - 1,8s$ ]	Ideal
Música de Câmara [ $1,4s - 1,7s$ ]	Bastante aceitável
Teatro [ $0,7s - 1,0$ ]	Ideal
Palavra [ $0,5s - 0,9s$ ]	Pouco Recomendável

Tabela 5.0 - Comparação TR palco.

### 6.1.1 Principais problemas e possíveis resoluções

O amplo tamanho do palco revela-se um ligeiro problema no caso actuações de orquestras e grupos musicais numerosos. A distância entre os músicos e entre músicos e maestro obriga a uma mudança de dinâmicas em alguns instrumentistas assim como na abordagem do maestro à peça e aos seus músicos.

“Gostamos muito de cá tocar porque é uma sala confortável, tive de pedir aos instrumentistas mais próximos de mim para tocar mais baixo e aos que estavam mais longe para tocarem mais alto. Consegui ouvir, claramente,

toda a gente no palco<sup>18</sup>

Para situações onde a fala é o principal instrumento, apresentações, conferências ou teatro, o tempo de reverberação poderá eventualmente constituir um problema para a percepção da palavra no palco. Este problema poder ser facilmente resolvido, sempre que possível, colocando uma cortina grossa a uma distancia adequada dos intervenientes ao contrario de existir um espaço vazio entre os próprios e o fundo do palco.

## 6.2 Plateia

O seguinte gráfico indica os valores médios obtidos para os parâmetros de EDT e TR, seguido por uma tabela que indica, por aproximação de valores, se os mesmos são ideias para a prática de uma determinada arte.

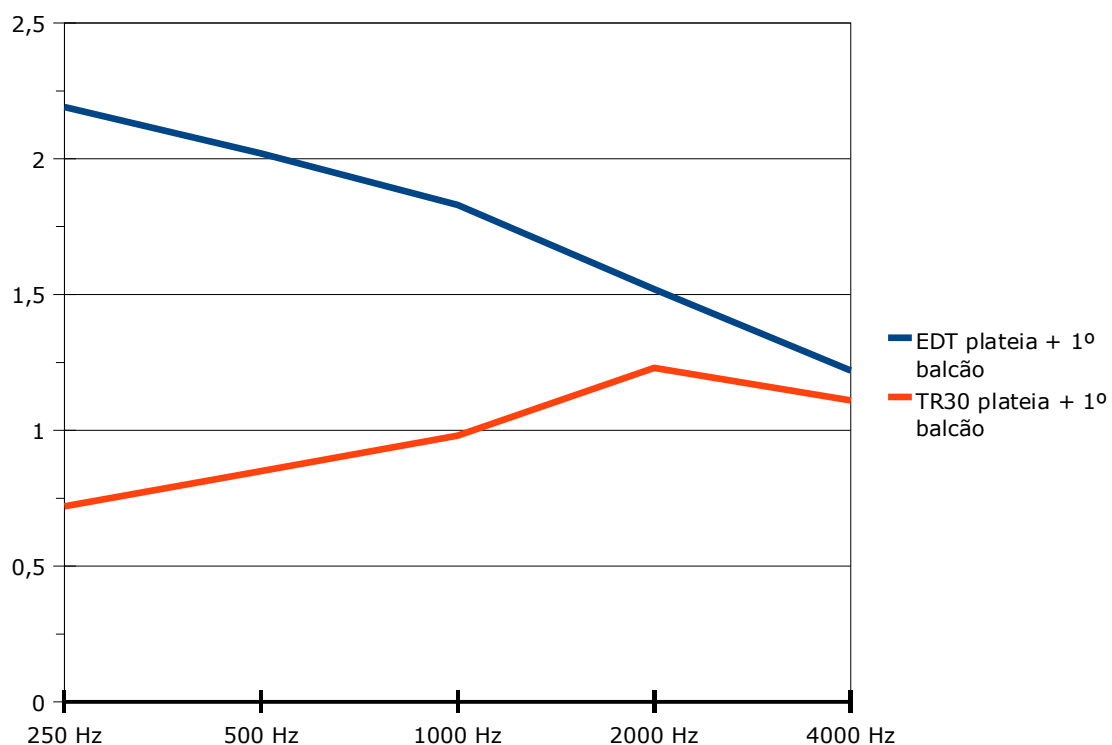


Gráfico 6.0 - Valores EDT e TR para plateia + 1º balcão

Música Religiosa [ $>2,5s$ ]	Não recomendável
Música orquestral [ $1,6s - 1,8s$ ]	Aceitável
Opera [ $1,3s - 1,8s$ ]	Recomendável
Música de Câmara [ $1,4s - 1,7s$ ]	Bastante aceitável
Teatro [ $0,7s - 1,0$ ]	Ideal
Palavra [ $0,5s - 0,9s$ ]	Pouco recomendável

Tabela 6.0 - Comparação TR plateia e 1º balcão.

### 6.2.1 Principais problemas e possíveis resoluções

Esta zona da sala reage de maneira diferente consoante o tipo de espectáculos realizados. Num ambiente acústico, onde os protagonistas são uma orquestra, um grupo de teatro ou um discursador, conseguimos apreciar claramente e com uma boa coloração o som proveniente do palco. Na plateia, nos lugares mais próximos do palco, em alguns momentos, é notória a diferença entre o som directo e as reflexões da sala, problema este que não existe a partir de duas ou três filas mais afastadas do palco.

Esta boa coloração da sala juntamente com um óptimo tempo de reverberação é mais notável no 1º balcão, onde a audição para este tipo de espectáculos é a melhor da sala. No entanto alguns dos instrumentos colocados no fundo do palco deixam de, por momentos, ser perceptíveis, especialmente quando muitos instrumentos estão a tocar.

Os pontos mortos da sala são os lugares que se encontram por baixo do 1º balcão, lugares estes que se encontram "cercados" por paredes paralelas e sem nenhum material absorvente que evite os desconfortáveis *flutter echoes* no momento dos aplausos. Este problema poderá ser resolvido pela colocação de painéis absorvedores de maneira a diminuir as reflexões entre as paredes paralelas. Também, nestes lugares, podemos verificar a perda de clareza no som assim como perda da imagem estéreo do palco, uma eventual colocação de painéis reflectores direccionáveis poderá melhorar parcialmente o problema, sendo muito difícil devido à estrutura desta zona haver uma melhoria significativa.



Imagem 11.0 - Detalhe lugares mais distantes do palco – plateia.

Num ambiente amplificado, onde a principal fonte sonora é o PA, existem alguns problemas acústicos que tornam a audição, em certos locais, pobre.

A análise subjectiva neste ambiente foi baseada na actuação da banda de Jazz ELLE, que utilizava um PA alheio ao Cine-Teatro Avenida e ao concerto da Banda sinfónica da PSP que utilizou o PA da instituição para discursos.

No centro da plateia todos os aspectos da banda e da fala são bastante perceptíveis, existindo uma boa imagem estéreo não havendo grandes alterações na coloração do som. Porém nos lugares mais afastados do centro da plateia, algumas destas características não se evidenciam, sendo o maior problema a falta de imagem estéreo, provocado pelo baixo ângulo de dispersão dos altifalantes e colocação errada no palco. Estes mesmos erros verificam-se nas três primeiras filas, sendo colocados, por vezes, pequenos altifalantes no centro do palco direccionados para a plateia para corrigir essa falha de cobertura dos altifalantes.

Uma separação menos acentuada entre os altifalantes de maior porte do PA, juntamente com a elevação dos altifalantes de menor porte deste e direccionados para o centro da plateia com uma separação indicada relativamente ao ângulo de dispersão destes, poderia melhorar em muito, talvez solucionar, o problema da imagem estéreo ao largo da plateia.



Os lugares que se encontram debaixo do tecto do 1º balcão têm o mesmo problema existente que num ambiente acústico, agravado pela presença contínua de frequências graves que tornam a audição muito confusa, além do nível de pressão sonora diminuir consideravelmente.

*“A primeira vez que viemos a esta sala fizemos um teste para ver o comportamento dela. Como o PA está colocado não é possível obter uma boa cobertura em toda a sala. Tentamos corrigir os lugares mais próximos do palco colocando duas pequenas colunas na frente do palco e nem nos preocupamos com o 1º balcão, pois não é muito utilizado e não temos condições para ter bom som naquela área”<sup>9</sup>*



Imagem 12.0 - Colocação PA no palco.

O 1º balcão é o sitio mais afectado neste tipo de ambiente pois as reflexões da sala sobrepõem-se ao som directo do PA, sendo geralmente confusa a percepção dos acontecimentos. Por vezes, o som proveniente do palco consegue ser mais perceptível que o som proveniente dos altifalantes.

Problema este que podia ser diminuído com a introdução de um par de altifalante elevados no palco direccionados para o balcão, ou, colocando altifalantes com uma resposta em frequência ampla nas paredes do 1º balcão direccionados ao público.



Imagem 13.0 - Detalhe lugares mais distantes plateia mais tecto.

### **6.3 Outros problemas e possíveis soluções**

A utilização em simultâneo do sistema de som, com o sistema de luzes da sala cria ruído no sistema de som que não é aceitável para uma apresentação ao público. Este problema poderá ser resolvido colocando um filtro DC antes das tomadas eléctricas do sistema de som. No entanto recomenda-se uma revisão completa por parte de um técnico especializado ao sistema eléctrico da sala.

O ruído exterior é, em alguns casos, perturbador. As portas de entrada na sala por vezes não fecham completamente e as cortinas grossas colocadas

de seguida não são capazes de reter o ruído todo. Recomenda-se que, em dias de espectáculos, sempre que possível, as portas de acesso sejam totalmente fechadas para evitar estes mesmos ruídos.

## 7.0 Ficha técnica sala Cine-Teatro Avenida

Volume: Desconhecido

Área: Desconhecido

Volume Palco: 920m<sup>3</sup>

Área Palco: 115m<sup>2</sup>

Lotação: 695

Área real ocupada pelo público: Desconhecido

Área acústica ocupada pelo público: Desconhecido

Aberto no dia 23 de Setembro de 2000.

Arquitecto Luís Marçal Grilo.

Construtora: Desconhecido.

### **Materiais de construção:**

Chão: Carpete grosso liso.

Paredes: Madeira lisa com pedra de superfície rugosa.

Palco: Madeira

Assentos: Plástico revestidos com esponja e tecido grosso.

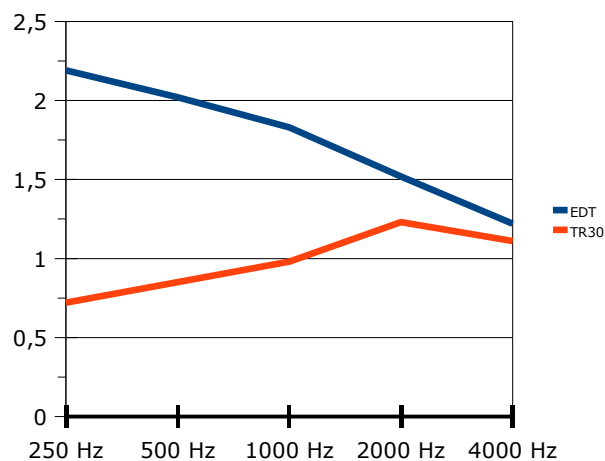


Gráfico 7.0 EDT e TR30 gerais

Fazer um estudo acústico de qualquer sala, seja uma pequena sala de gravação ou uma sala de espectáculos de grandes dimensões não é uma tarefa fácil. A atenção necessária ao pormenor e concentração em cobrir todos os detalhes necessários são a chave para um trabalho bem sucedido, pois não muitas as situações que um engenheiro acústico tem de pensar.

O conhecimento sobre a matéria analisada é fundamental, assim como o a vontade com o material a utilizar. Este trabalho é vítima desta frase, pois não estava reunido o material mais indicado mas acima de tudo foi vítima pela falta de conhecimentos da minha pessoa.

Por outra parte o trabalho foi afectado pela falta de informação disponível pela instituição em questão, que não foi capaz de fornecer informações básicas, mas de extrema importância, sobre a sala. Recomendo a direcção do Cine-Teatro Avenida obter as informações referidas ao longo do trabalho pois são de extrema importância na descrição da mesma.

Mais uma vez devo insistir que os valores aqui apresentados sejam encarados de uma maneira experimental/académica e não mais.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram de uma forma ou outra para a realização deste projecto.

## **Bibliografia**

- Henrique, Luís L. Acústica Musical.
- Alves, Victor Edward; Estudo das condições acústicas de auditórios, 2008.
- Barron, Michael; Auditorium Acoustics ad Architectural Design, 1993.
- Fonseca, Nuno; Introdução à engenharia de som, 2007
- Sitio oficial Câmara Municipal Castelo Branco.
- Sitio oficial [www.eden-court.co.uk](http://www.eden-court.co.uk)
- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- <http://www.csgnetwork.com/acousticreverbdelaycalc.html>
- [http://www.doctorproaudio.com/doctor/calculadores\\_en.htm](http://www.doctorproaudio.com/doctor/calculadores_en.htm)