



FCTUC

ESC(R)UTAR ARQUITECTURA

Consciencialização auditiva do espaço arquitectónico

Departamento de Arquitectura da Faculdade de Ciências e Tecnologias
da Universidade de Coimbra

**Dissertação conducente à obtenção do grau de Mestre em Arquitectura
do Mestrado Integrado em Arquitectura**

Coimbra, 14 de Agosto 2009

Aluna: Cátia Marisa Ferreira da Silva – nº 2003101100

Orientação: Arquitecto João Paulo Mendes Seíça Providência Santarém

Co-orientação: Arquitecto Carlos Tomás Mourão Soares da Costa Pereira



ESC(R)UTAR ARQUITECTURA

Agradecimentos

Agradeço:

Às duas pessoas que, sem as quais, nunca teria tido a grande aventura de me tornar arquitecta: os meus pais.

Ao meu namorado Paulo, que me apoiou e ajudou em todos os momentos, os bons e os difíceis.

Ao Arquitecto João Paulo Providência, orientador da presente dissertação, que soube indicar-me o caminho e que sempre mostrou pertinência e dedicação.

Ao Arquitecto Carlos Mourão Pereira pela prestimosa e sincera colaboração e ao qual felicito pelo grande trabalho que tem desenvolvido.

À Engenheira Julieta António pelas valiosas informações e disponibilidade.

À Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal pela contribuição genuína e essencial que me mostrou um novo ponto de *vista* do mundo que nos rodeia.

Sem querer esquecer ninguém que participou nesta caminhada, não deixo esquecida a simpatia e o apoio nestes anos de curso por parte dos meus amigos, família, colegas e professores, com um destaque especial para o meu irmão e cara amiga Margarida F.

Sumário

Resumo.....	VI
Abstract.....	VII
Lista de Abreviaturas.....	VIII
1. A (RE)VALORIZAÇÃO SONORA - Introdução	1
2. ESPAÇO E SOM	4
2.1. A Audição na Arquitectura	5
2.2. O ouvido	8
2.3. Ouvir	10
2.4. O som	13
2.5. A Paisagem sonora.....	15
3. ESCRUTAR A ARQUITECTURA.....	19
3.1. Estratégias objectivas – Fase de concepção	20
a) Desenho do som	20
i) O som como gerador de espaço e materialidade.....	20
ii) O som como gerador de desenho visual.....	21
b) Adequação acústica / função.....	21
i) Programas com acústica activa	22
ii) Programas com acústica passiva.....	23
c) Acústica dos edifícios	24
i) Parâmetros acústicos objectivos.....	26
ii) Regulamentação	28
iii) Cálculos e programas	28
d) Materiais e técnicas construtivas	29
e) A geometria do espaço.....	31
f) Combinações dinâmicas.....	32
3.2. Estratégias subjectivas – Fase de Utilização	34
g) Parâmetros acústicos subjectivos	34
h) Percepções do espaço sonoro	35
i) Escalas de privacidade.....	36
i) Interior / natureza	37

ii)	Interior / urbe.....	38
iii)	Interior / interior ou Sonoridade social.....	39
j)	Sonoridade navegacional	41
k)	Estética sonora.....	42
l)	Simbologia sonora.....	43
m)	Sonoridade cultural.....	43
n)	Emotividade sonora	45
o)	Sonoridade musical	46
p)	Multi-sensorialidade.....	46
3.3.	Acerca da concepção da paisagem sonora	49
4.	ESCUTAR A ARQUITECTURA	50
4.1.	O carácter sonoro das Termas de Vals	50
4.2.	Análise acústica da obra.....	52
4.2.1.	Ficha de análise acústica - Piscina interior	54
4.2.2.	Ficha de análise acústica - Fonte	56
4.2.3.	Ficha de análise acústica - Banho de gelo	58
4.2.4.	Ficha de análise acústica - Banho sonoro	60
4.2.5.	Ficha de análise acústica - Sala de Música	62
4.2.6.	Ficha de análise acústica - Vestiário.....	64
4.3.	Conclusão da análise às fichas	66
5.	PARA UMA CONSCIÊNCIA SONORA.....	69
6.	Bibliografia	72
	ANEXO 1 – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, 2008.....	85

Resumo

A presente dissertação pretende analisar o papel do som na arquitectura. Brotando da vivência do homem com o meio ambiente, a vertente **audição versus acústica** é apenas uma quinta parte da sua relação sensorial com a arquitectura mas revela ser um tema extenso. No entanto, é pouco explorada do ponto de vista do enriquecimento sonoro dos espaços arquitectónicos e das consequências psico-fisio-sociológicas nos seus utilizadores.

O carácter sonoro de um espaço arquitectónico, enquanto componente indissociável do acto criativo, é tão legítimo como a sua implantação, materialidade, luz e geometria. Ele é analisado, no presente trabalho, através de uma leitura histórica, cultural, social e psicológica, com o intuito de despertar no arquitecto a sua intrínseca, mas obliterada, consciência sonora no acto projectual. Caminha-se ao longo da investigação para o cumprimento deste objectivo através da proposição de estratégias de projecto, com vista ao controlo e previsão sonora em fase de concepção, e das suas consequências em fase de utilização da obra de arquitectura.

As premissas e conclusões retiradas do estudo da complexidade sonora na arquitectura são postas em prática no estudo do edifício das Termas de Vals (Suíça) do arquitecto Peter Zumthor, pois este edifício revela ter um carácter sonoro relevante e intencional. Analisam-se, do ponto de vista das intenções de projecto e dos resultados sonoros obtidos, seis espaços distintos das termas que foram escolhidos pelo seu peculiar carácter sonoro.

Palavras-chave:

Acústica, espaço, ouvir, paisagem sonora, projecto, som.

Abstract

This dissertation pretends to analyze the role of sound in architecture. Appearing from the men experience with environment, the hearing versus acoustic is just the fifth part of his sensorial relation with architecture, but reveals to be an extensive theme. However is just a little explored in the architectural sound enrichment point of view and its psycho-physio-sociological consequences in the users.

The sound character of an architectural space, as an inseparable component of the creative act, is so legitimate as its implanting, materiality, light and geometry. In this work, it is analyzed, through the historical, cultural, social and psychological reading, with intention to wake in architect his intrinsic, but obliterated, sound awareness in the projectual act. Goes up through the investigation to archive this finality, through project strategies for the prevision and sound control in the conceptual phase, and its consequences in the utilization phase of architectural work.

Premises and conclusions taken out from study of the sound complexity in architecture are applied in the study of the **Therme Vals** (Switzerland) building - of the Swiss architect Peter Zumthor - because this building reveals an intentional and relevant sound character. The analysis focus on intentions and final sound results, from six distinct therme spaces, which has been chosen by its particular sound character.

Key-words:

Acoustic, hearing, project, space, sound, soundscape.

Lista de Abreviaturas

AS – Ambiente Sonoro

CA – Coeficiente(s) de Absorção

CBV – Cegos e de Baixa Visão

e.g. – por exemplo

i.é. – isto é

m² – metros quadrados

m³ – metros cúbicos

m – metro(s)

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

Tr – Tempo de Reverberação

Hz – Hertz

Fig. – Figura

p. – página

pp. – páginas

séc. – século(s)

1. A (RE)VALORIZAÇÃO SONORA - Introdução

*Se o corpo fosse uma cidade
os ouvidos seriam as suas estradas
pois os sentidos são as portas do corpo
e é através deles que nos chega o mundo¹*

O projecto de arquitectura é a criação de um cenário de vida. “A arquitectura tem o seu espaço de existência. Encontra-se numa ligação física especial com a vida. É invólucro e cenário da vida, recipiente sensível para o ritmo dos passos no chão, para a concentração do trabalho, para o silêncio do sono.”² O corpo humano é um elemento da Natureza, sensível ao seu ambiente, interagindo com ele e sentindo-o. É precisamente na relação do **corpo com o ambiente** arquitectónico que o arquitecto intervém e assume o papel de criador de qualidade de vida e de emoções.

O domínio da relação sensorial entre o homem e a arquitectura é estudado nas disciplinas de *Antropologia do Espaço*³ e *Antropologia da Imagem*⁴, mas não se estuda a *Antropologia do Som* na arquitectura. Por consequência, esta investigação pretende enriquecer a formação académica, através de uma tomada de consciência da importância da audição na arquitectura.

Porquê o interesse pelo estudo do **som** na arquitectura? A falta de atenção do homem contemporâneo face aos inúmeros estímulos sensoriais que lhe oferece a arquitectura, aliada a uma arquitectura que vive cada vez mais de tendências *higiénicas* em relação aos sentidos através da sua censura ou de uma postura indiferente por parte da sociedade contemporânea, tem levado ao empobrecimento sensorial da experiência arquitectónica. O presente trabalho tem por objectivo investigar a influência da audição na vivência arquitectónica nas vertentes externas ao homem – as físicas – e internas ao homem – as psico-fisiológicas – através da compreensão do papel do som na arquitectura e com o intuito de alertar o arquitecto para uma tomada de consciência sonora no acto projectual. Pretende-se assim que o arquitecto tenha um conhecimento sensorial da acústica no uso dos seus próprios *instrumentos* de trabalho – os

1 ENCARNAÇÃO, Baltazar da - *Cidade na consciência*, 1751, p.63

2 ZUMTHOR, Peter - *Pensar a arquitectura*, 2005, p.12

3 A antropologia do espaço consiste no estudo da relação do homem com o território

4 A antropologia da imagem consiste no estudo da relação do homem com as imagens

sentidos e a memória sensorial – para a criação da obra de arte e para as próprias análises arquitectónicas.

É através de uma análise histórica, cultural e científica (biológica e física) da relação da audição com a arquitectura, que se pretende chegar a respostas e estratégias de projecto. Neste sentido, a presente dissertação ambiciona um *abrir de olhos* para arquitectos em relação à relevância do sentido da audição na criação, compreensão, vivência e apreciação do espaço arquitectónico.

O tema da acústica na arquitectura revela ser um estudo pertinente pelo facto do som ser um *material imaterial* omnipatente⁵ e omnipresente, tanto na construção mental do espaço como na compreensão física do espaço, i.é., o som é uma componente arquitectónica objectiva mas de percepção subjectiva e não palpável, por isso de difícil controlo e previsão. Como se pode controlar a definição do carácter sonoro de um espaço arquitectónico? Como prever a vivência e avaliação dos utilizadores do espaço? Porque é que há dificuldade no controlo sonoro? Para responder a estas perguntas aspira-se desenvolver e aprofundar um estudo da relação audição/acústica para conseguir sugerir **métodos de intervenção** (para as fases de Projecto e de Utilização) que venham possibilitar ao arquitecto encontrar soluções de projecto que o ajudem na criação dos ambientes sonoros idealizados.

A orientação bibliográfica, à qual obriga a natureza desta investigação, levou a constatar que se trata de um **tema da actualidade** no domínio da arquitectura. As abordagens sensoriais à arquitectura têm sido feitas já desde meados do séc. passado mas têm-se intensificado no final deste e início do séc. XXI. Esta tendência decorre do papel social do arquitecto; trata-se de um papel crucial e pendente para a área antropológica, pois cada vez mais o ser humano se isola em consequência do panorama social ocidental do séc. XXI, que está a sofrer uma metamorfose. O arquitecto não tem de sentir que tem o dever de intervir nas tendências sociais, mas sim de compreendê-las, adaptar-se a elas e saber usar esse conhecimento para o bom funcionamento das suas obras.

Da **visita ao edifício** das Termas de Vals, na Suíça, surgiu um interesse pelo seu arquitecto, Peter Zumthor, pela globalidade da sua obra mas, em particular, pelo próprio edifício das Termas, pois suscitou uma questão: Como é que a génese conceptual e a essência construtiva conseguiram criar *aquela* atmosfera, *naquele* espaço? As perguntas surgiram

⁵ Exceptuando para pessoas surdas ou com baixa audição.

sequencialmente: Como se consegue este ambiente com materiais tão *duros* como a pedra e o betão? Com tão pouca luz? E com esta complexidade construtiva? É a *atmosfera* de que Peter Zumthor fala no seu livro que está entranhada naquele espaço. Foi da experiência empírica deste edifício da qual resultou a definição do estudo de caso.

Como é que se analisa um edifício desta natureza de modo a entender os seus fenómenos sonoros? A **análise acústica** às Termas surge da recolha de conhecimentos, revelando ser uma ferramenta de investigação essencial pois coloca em prática a informação teórica colhida, trabalhando sobre dados concretos de uma obra construída que apresenta um carácter sonoro peculiar e que foi projectada por uma das figuras da actualidade arquitectónica ligadas ao tema da sensorialidade – Peter Zumthor. Esta escolha servirá também para entender os seus métodos de trabalho para a criação do ambiente sonoro e os resultados em obra.

O método utilizado na análise acústica consiste na recolha e elaboração rigorosa de dados acústicos partindo de desenhos, cálculos e gráficos. Do cruzamento destes dados resulta a caracterização acústica das salas estudadas; e da comparação com a experiência empírica pessoal com os comentários feitos pelo próprio arquitecto e pessoas ligadas a ele e à obra, poder-se-á obter uma definição do seu **ambiente sonoro (AS)**.

2. ESPAÇO E SOM

“A vida que acontece num edifício (...) não está meramente ancorada no espaço mas é sim feita pelo próprio espaço.”⁶ A arquitectura retribui à vida o que nela acontece, respondendo à passagem do tempo, à apropriação das pessoas, definindo o seu próprio carácter.

Este capítulo vai fazer o arquitecto penetrar no tema do som na arquitectura. Como aliar à importância da visão na compreensão do mundo um trabalho mais atento sobre o carácter sonoro de um espaço, com o objectivo de criar paisagens sonoras ricas ao ponto de prender e estimular o ser humano que o habita? É preciso ir à origem da relação dos sentidos do ser humano com o espaço, entender essas relações e as suas evoluções para poder encontrar respostas. Mas é também necessário mergulhar na génese das componentes psico-fisiológicas e dos seus sistemas receptores correspondentes à modalidade sensorial em causa: a audição.

⁶ ALEXANDER, Christopher Cf. BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.11

2.1. A Audição na Arquitectura

Desde o início dos tempos que o ser humano comunica através da vocalização e pela audição. Chama-se a isto a **cultura oral**. Mas “o predomínio primitivo do ouvido [foi sendo] gradualmente substituído pelo da vista.”⁷ A transição da cultura oral para a cultura escrita no mundo ocidental teve grande impacto na consciência humana e no sentido do colectivo. O padre norte-americano Walter J. Ong (1912-2003) afirma no seu livro *Orality and Literacy* que “esta mudança da linguagem oral para a linguagem escrita é, na sua essência, a transição do espaço sonoro para o espaço visual (...)”⁸ e “a impressão substituiu o persistente predomínio do ouvido, no mundo do pensamento e da expressão pelo domínio da visão, que teve os seus começos na escrita.”⁹ Mas o som revela uma importância persistente nas nossas vidas pelos factos de, entre outros, as crianças continuarem a gostar de ouvir um conto antes de adormecer, as telecomunicações centrarem-se na vocalização (telemóveis), a Internet ter abraçado o mundo dos sons, vários espaços de socialização incluírem música ambiente e a indústria musical (álbuns, concertos ao vivo, mp3, etc.) ser uma indústria com muita força no mercado mundial.

Ong defende ainda que a mudança da cultura oral primitiva para a cultura da palavra escrita causou alterações na consciência, na memória e na compreensão do espaço. E sustém que, conseqüentemente, o pensamento situacional tornou-se pensamento abstracto. “A acção centralizadora do ouvido (...) afecta a percepção que o homem tem do cosmos. Para as culturas orais, o cosmos é um ciclo progressivo com o homem no centro. O homem é o *umbilicus mundi*, o umbigo do mundo.”¹⁰

O prevalecimento da visão enquanto evidente tendência do pensamento ocidental na arquitectura do séc. XX, tratado pelo arquitecto finlandês Juhani Pallasmaa (1936-) no seu livro *Os olhos da pele*, tem raízes no surgimento da escrita - como já referido - e na introdução da geometria¹¹ na arte da representação (e.g. na pintura) e na arquitectura na época Renascentista. Aí surgiu uma valorização da imagem visual na interpretação e representação espacial, no qual o olho humano era o centro da percepção. A representação do que se via foi sistematizada na *perspectiva linear*¹² e, em consequência, todas as produções artísticas procuraram uma

7 PALLASMAA, Juani - *Los ojos de la piel*, 2006, p.23

8 ONG, Walter J. - *Orality and Literacy*, 1982, p.117

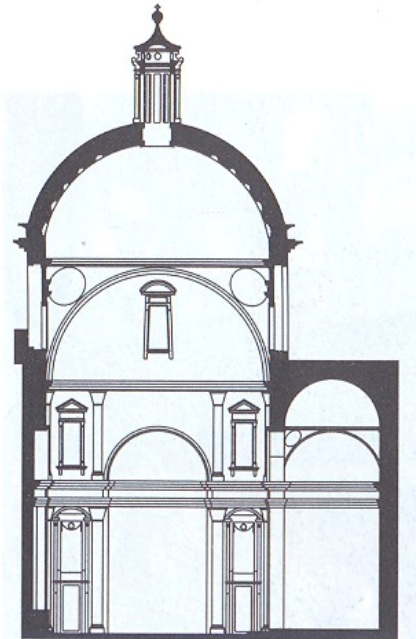
9 ONG, Walter J. - *Orality and Literacy*, 1982, p.121

10 ONG, Walter J. - *Orality and Literacy*, 1982, p.73

11 A geometria enquanto representação bidimensional e rigorosa de um determinado campo visual ou objecto.

12 Pela perspectiva linear, representa-se um objecto tridimensional projectando-o sobre um plano a partir de um ponto - o ponto de fuga, que se encontra sobre o eixo óptico, uma linha de horizonte imaginária. Todas as linhas de projecção da representação convergem para esse ponto.

Figura 1 – Janela superior trapezoidal. Corte da Capela Medicis.
Fonte: TAVARES, Domingos - *Miguel Ângelo*, p.95



harmonia que seria captada pela visão humana. Desta prática o artista italiano Miguel Ângelo (1475-1564) era um exemplo explícito com a técnica do *trompe-l'œil*¹³ usada nas suas obras arquitectónicas, pictóricas e escultóricas. No exemplo da Capela de Medicis (fig. 1), pode constatar-se que o artista usou janelas trapezoidais para criar um efeito de perspectiva ilusório, dando a sensação de serem mais altas do que realmente o são.

Mas esta técnica já era utilizada em toda a sua amplitude “[n]a Grécia clássica,[onde] o pensamento baseava-se com segurança na visão e na visibilidade.”¹⁴ “A arquitectura grega, com o seu elaborado sistema de correcções ópticas, foi refinada em última instância para o prazer do olho.”¹⁵ Assim os arquitectos gregos produziam uma *arquitectura visual* em que o olho era centro do projecto de arquitectura, pois era a partir dele que se *apreendia* a obra. Já o filósofo Heraclito (540 a.C. - 470 a.C.) dizia que os olhos eram fontes mais exactas que os ouvidos.

Na década de 1860 houve uma mudança comportamental na sociedade: o olhar distraído. Deixou de haver reconhecimento visual entre se pessoas na rua através do levando à indiferença e à **apatia sensorial**. Mas com a chegada dos auscultadores no séc. XX, deu-se outra viragem ao nível das relações sensoriais. O uso dos auscultadores é um instigador de autismo espacial e social, alterando assim a percepção sonora do espaço. Isto leva a que a caracterização sonora de cada espaço não seja identificada e diferenciada pela consciência deixando de haver assim uma compreensão via audição da paisagem sonora dos sítios. Tendo em conta que o sentido auditivo é um sentido social, pois é através dele que as pessoas comunicam oralmente ouvindo e falando, os auscultadores levam à *anti-socialização* devido à individualização do sentido da audição. Cada pessoa escolhe a sua *banda sonora* espacial, em qualquer sítio onde esteja, um pouco à semelhança dos filmes.

Mas o avanço tecnológico não é redutor da sensibilidade em si, as relações repetitivas do homem com a máquina é que são redutoras. São sim instigadoras de maior sensibilidade em determinados sentidos: da relação permanente do músico com o instrumento musical (enquanto produto da tecnologia) nasce uma maior sensibilidade ao som musical, do piloto com o carro de corridas nasce uma maior acuidade visual e reactiva, entre outros exemplos. O aumento da coordenação psicomotora é fruto de um processo de atenção, vai-se assim aperfeiçoando, adaptando-se às necessidades.

13 *Trompe-l'oeil* é a representação que dá, a uma certa distância, a ilusão visual da realidade.

14 PALLASMAA, Juani, *Los ojos de la piel*, 2006, p.15

15 PALLASMAA, Juani, *Los ojos de la piel*, 2006, p.25

Ao nível do processo intelectual, o “desenvolvimento do cérebro de uma criança, em especial do córtex auditivo, responde à exposição sonora pela adaptação a paisagens sonoras específicas”¹⁶ provenientes do meio ambiente e social no qual cresceu. No caso das crianças submetidas a ambientes musicais (dos quais a música clássica ou os próprios sons da natureza), a há uma elevada estimulação cerebral.¹⁷

Entende-se que a *poluição sonora* e a *poluição visual*, fomentadas por forças políticas e económicas, estão associados à ideia de exagero, descontrolo e sobrecarga de elementos na paisagem com consequências anestésicas para os sentidos humanos, pois são levados à saturação sonora e visual. Segundo Martinho, submetidos a estímulos ambientais constantes, é-nos exigida uma adaptação inesperada e permanente dos sentidos perceptivos: “O indivíduo tem tendência a perder flexibilidade sensorial e a adaptar-se ao meio envolvente, tornando-se cada vez mais insensível ou menos reactivo ao que se passa à sua volta.”¹⁸

O sociólogo americano Orrin E. Klapp estabelece a ligação entre o aborrecimento e o fenómeno da entropia na teoria da informação, mostrando “como a comunicação podia falhar no envio de informação (surpresa), de extremos tanto da redundância como da variedade. Não nos podemos surpreender se as coisas são todas iguais ou todas diferentes. A entropia, como perda de significado, esconde-se sempre nos dois extremos do *continuum*, da banalidade ao ruído.”¹⁹ Assim tanto a redundância como a variedade desencadeiam o aborrecimento da mesma forma.

Além disso, o homem contemporâneo está dependente de mediações informativas na sua relação com o mundo: a televisão, a rádio, os livros, as agências de turismo, entre outros, levam o ser humano a ter uma concepção de lugar pré-formatada. Isto leva a uma incapacidade de experimentar genuinamente as coisas, devido à mediação tecnológica permanente e às forças económicas, das quais a nossa era é fruto.

É em reacção a estas novas *posturas* sociais e espaciais na cultura ocidental contemporânea, que se pretende pensar a relação do corpo com a arquitectura e falar do retorno à relação sensorial directa e atenta do AS.

16 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth, *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.362

17 Curiosidade: o arquitecto Le Corbusier cresceu no seio de uma família de músicos.

18 MARTINHO, Cláudia - *Estimulacões*, 2002, p.127

19 Cf. “Assemblage”, 1996.

Figura 2 – Esquema do ouvido externo e interno do homem.
Fonte: Grande enciclopédia universal, p.9716

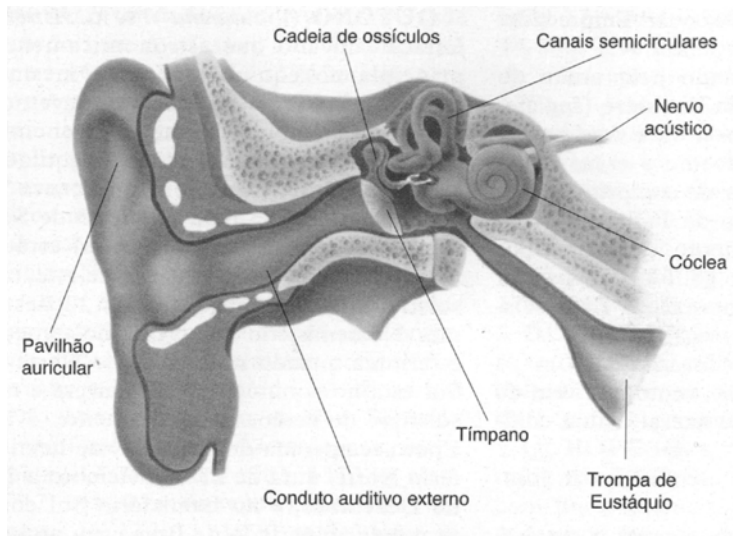
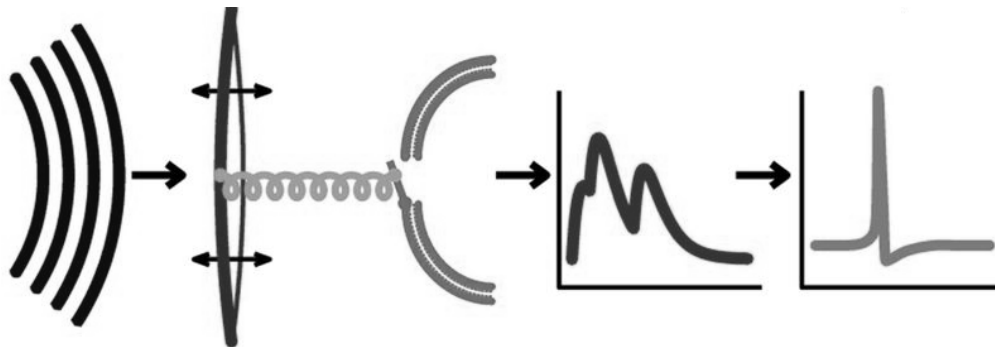


Figura 3 – Esquema da audição humana.
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Som>

Ondas sonoras; Tímpano; Cóclea; Células receptoras do som; Espectro de frequências da resposta da audição; Potencial da acção (estímulo)



2.2. O ouvido

Para entender como é que o som interfere na percepção humana, é necessário, antes de mais, ir à génese da percepção, i.é., compreender como se forma o som na consciência, e compreender o próprio aparelho receptor do ser humano: o ouvido.

As estruturas anatómicas que compõem este mecanismo auditivo²⁰ encontram-se na sua maior extensão localizadas no interior do crânio, onde se situa o *ouvido interno* (fig. 2) que, por sua vez contém os órgãos da audição e do equilíbrio. As células sensíveis ao som encontram-se no caracol (ou cóclea), e é após um processo complexo de transmissão interna, que os sons chegam ao cérebro e são interpretados (fig. 3).

Sabe-se que a percepção sensorial do ser humano - dito normal - se divide desigualmente entre os cinco sentidos, sendo que aproximadamente 80% da percepção é feita através da visão. No caso da pessoa cega ou de baixa visão (CBV), os anteriores 20% dedicados aos outros quatro sentidos passa para 100% da percepção. Isto leva a pessoa CBV a desenvolver mais profundamente os outros sentidos, em especial o da audição, pois ela passa a captar todas as informações espaciais para a compreensão do espaço e para a sua movimentação nele através do ouvido – e só seguidamente pelo tacto²¹ – sendo que também é muito importante pelo facto do equilíbrio do nosso corpo ser dado primeiramente pelo ouvido interno e só depois pela visão.

O nervo coclear²² transmite 18 vezes menos informação que o nervo ocular, assim os ouvidos informam 1000 vezes menos do que os olhos – isto em pessoas ditas normais. Fundamentado nestes dados fisiológicos, o antropólogo norte-americano Edward T. Hall (1914-) explica que o campo coberto pelo ouvido é bastante limitado no que diz respeito a uma leitura clara do som, sendo que apenas se mostra muito eficaz num raio de 6 m: “A uma distância de 400 m, a barreira sonora é praticamente indecifrável, o que não seria o caso de um muro alto (...)”²³ para o campo visual.

Além disso deparamo-nos com factores físicos externos ao ser humano que fazem com que a percepção sonora seja posta em *segundo lugar*: a velocidade do som é muito inferior à da

20 As observações do engenheiro em telecomunicações húngaro Georg Békésy (1899-1972) quando trabalhava na adaptação do telefone ao ouvido foram as primeiras e foram importantes para o conhecimento actual do sistema auditivo.

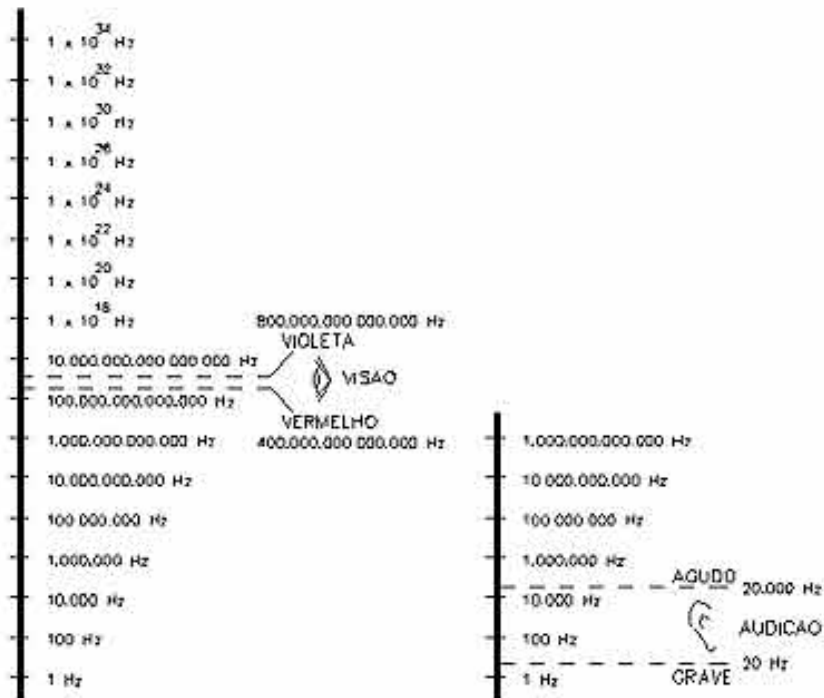
21 Fonte ACAPO

22 Nervo coclear: relativo ao caracol do ouvido

23 HALL, Edward T. - **A dimensão oculta**, 1986, p.58

Figura 4 – Esquema comparativo das frequências luminosas e sonoras. A parcela visual é maior do que a auditiva.

Fonte: <http://www.scribd.com/doc/3783461/Luiz-Gonzaga-de-Alvarenga-Breve-Tratado-Sobre-Som-e-Musica-415-pag>



luz (340 m/s contra 300'000 km/s) e a faixa de frequências de ondas audíveis é igualmente muito inferior à das frequências visíveis da luz (fig. 4).

São realmente sentidos de natureza, comportamento, eficiência e carácter diferentes e compará-los pode tornar-se obtuso. Mas a comparação feita em *A dimensão Oculta* por Hall propõe colocá-los na mesma categoria do aparelho sensorial do homem, a dos *Receptores à distância*, sendo que a outra categoria, *Receptores imediatos*, engloba o tacto e os músculos. No seu capítulo *A percepção do espaço*²⁴, Hall afirma que “[o]s dois sistemas de recepção, visual e auditivo, diferem portanto, consideravelmente não só pela quantidade e pela natureza da informação que podem tratar, mas também pela quantidade de espaço que podem controlar de maneira eficaz”²⁵. A evolução social e tecnológica destes dois *receptores à distância* tornou possível ao homem criar as artes gráficas e musicais e os meios de comunicação (como a rádio, telefone, televisão, internet, etc.) excluindo virtualmente os outros sentidos, provando assim a sua primazia.

24 HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*. , 1986, pp.55-64 - “A percepção do espaço - Os receptores à distância: os olhos, os ouvidos, o nariz”.

25 HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*, 1986, pp.57 e 58

2.3. Ouvir

Ouvir consiste em captar sons pelo sentido da audição através dos ouvidos. Interessa entender no que consiste o acto de ouvir pois ele representa a percepção subjectiva de um som e, por consequência, uma interpretação dele.

De todos os sentidos, o da audição é o mais subtil. Numa abordagem biológica, são considerados os mais subtis os sentidos que podem ser suspensos pela força da concentração, ao invés dos mais densos dos quais é difícil abstrair. Indo do mais subtil para o mais denso temos a audição, a visão, o olfacto, o paladar e o tacto.²⁶ O ouvido é, de entre os outros, o órgão que permite maior flexibilidade mental através da **concentração**, pois o ser humano consegue abstrair-se facilmente de um ruído (e.g. o *tic-tac* de um relógio), acontecendo assim o fenómeno da abstracção sensorial. Mas consegue também, e pelo contrário, concentrar-se profundamente num som, geralmente através de um fechar de olhos de modo a intensificar a sensação auditiva.

O arquitecto dinamarquês Steen Eiler Rasmussen (1898-1990) no seu livro *Viver a Arquitectura* faz uma análise histórica da relação da **música** com os edifícios. Explica, dando exemplos, que as grandes catedrais têm um carácter acústico incomparável às construções da época. A sua amplitude espacial, a pedra das suas paredes e o misticismo da religião conferem-lhes uma entoação sonora única. “Nas velhas igrejas, as paredes eram, de facto, poderosos instrumentos que os antigos aprenderam a tocar”.²⁷

Os compositores barrocos compunham música sacra especialmente para um determinado edifício. A arquitectura e a música estavam em harmonia. “As abóbadas, especialmente as abóbadas de cúpula, são muito eficazes do ponto de vista acústico. Uma cúpula pode ser um forte reverberador e criar centros sonoros especiais. (...) O organista e compositor Giovanni Gabrieli (...) extraiu toda a vantagem que pôde dessas circunstâncias na música que compôs para a catedral [de S. Marcos em Veneza].”²⁸

Ainda hoje quando se entra numa igreja antiga, entra-se num mundo diferente, com ou sem música, sente-se o *peso do som* sobre o corpo. É como se o edifício desse as boas vindas com o chiar do portão de entrada, como se ao andar o edifício nos acusasse e desvendasse as rezas baixas. A acústica da igreja é que lhe dá imensidão, tal como acontece com o oceano. O som pode transformar por completo o ambiente de um espaço.

26 CRAMÊS, Nuno Miguel R. B. - *Sentidos urbanos*, 2008, p.8

27 RASMUSSEN, Steen Eiler - *Viver a arquitectura*, 2007, p.191

28 RASMUSSEN, Steen Eiler - *Viver a arquitectura*, 2007, p.192

Pelo contrário o “**barulho**” é visto como um factor de stress ou como um factor de incómodo e de distração no trabalho sendo muito mais estudado, inesperadamente, em contextos de escritórios do que em ambientes fabris. (...) Por outro lado, a ausência de barulho pode ser potencialmente *stressante*, especialmente em contextos visuais e sensorialmente pobres. Os resultados de experiências laboratoriais sobre actividade cognitiva em ambientes sem estímulos mostram que estes são redutores da criatividade e da actividade mental cognitiva. (...) Em termos arquitectónicos, as barreiras visuais e a localização no espaço, tal como a forma da sala podem influenciar a (...) exposição a estímulos auditivos.”²⁹

Todos os sons podem ser classificados em dois grupos: sons naturais e sons artificiais. O primeiro dá azo à paisagem sonora enquanto que o segundo é conhecido por **música**, geralmente produzida em ambiente arquitectónico como produção artística ou utilizada nos *Não-lugares*³⁰ com o intuito de suprir a sua falta de identidade. Os *Não-lugares* são espaços de anonimato que acolhem, diariamente, muitos indivíduos, tais como e.g. elevadores, estações de metro ou supermercados e que, pelo programa que encerram, geram intervalos de tempo vazios de significado e geram espaços de desconforto social. Esse conceito de música é chamado por Erik Satie de *música para mobilar*³¹: “é considerada uma engenharia estética dos sons que são expostos para gerir emocionalmente o percurso do visitante ou passageiro num determinado local.”³² Esta música, que joga como pano de fundo, funciona à semelhança do AS, mas de forma artificial: sem as pessoas terem consciência, há uma dimensão sensorial que lhes dá ou retira o **conforto** num determinado espaço.

Neste mesmo sentido de influência psicológica da música sobre o ouvinte, a música tem sido explorada como componente **psicoterapeuta**. “A música é [em oposição ao barulho] um som organizado com significado cultural, histórico e pessoal. A musicoterapia³³ (...) é utilizada em ambientes hospitalares com fins terapêuticos. A exposição por períodos a música ao vivo

29 SOCZKA, Luís (org.) - **Contextos Humanos e Psicologia ambiental**, 2005, pp.356 e 368

30 AUGÉ, Marc - **Não-lugares**, 1994.

31 Tem o nome convencional de *moozak*. Quando Satie apresentou pela primeira vez a música para mobilar, as pessoas ficaram em silêncio a ouvir e Satie reagiu tempestuosamente dizendo que “aquela música não era para ouvir com atenção, apenas servia para decorar o ar”. Cf. CORREIA, Luísa de Andrade C.B. - **Corpos sonoros**, 2006, p.204

32 CORREIA, Luísa de Andrade C.B. - **Corpos sonoros**, 2006, p.205

33 A musicoterapia consiste na utilização da música e/ou de seus elementos (som, ritmo, melodia e harmonia), por um musicoterapeuta qualificado, num processo sistematizado de forma a facilitar e promover a comunicação, o relacionamento, a aprendizagem, a mobilização, a expressão, a organização de necessidades físicas e de processos psíquicos (emocionais, mentais, sociais e cognitivos) de indivíduos, de modo a estes recuperarem as suas funções, desenvolverem o seu potencial e adquirirem melhor qualidade de vida.

beneficia doentes (...).³⁴ Sabe-se que a música, em especial aquela que é tocada ao vivo, tem uma influência sobre o estado de espírito das pessoas. Desde sempre que a música é utilizada contra a melancolia (ou depressão). Este género de utilização vem já da Antiguidade, pois a música nessa altura já era considerada como terapia da melancolia. No Antigo Testamento, David, ao tocar lira, acalmou o rei Saul, que estava apossado de maus espíritos.³⁵

Mas a música também pode ser classificada como barulho caso o ouvinte não goste do género musical, se for ouvida em momento social inapropriado, fisicamente inadequado, ou numa intensidade desagradável para o ouvido.

De modo a minimizar as possíveis consequências psicológicas nefastas do som, a legislação em vigor vem controlar as características acústicas dos ambientes arquitectónicos, favorecendo a qualidade de vida e produtividade em espaços escolares, hospitalares, de trabalho, de lazer e domésticos. De modo a cumprir estes requisitos são tidos em conta conceitos de zonamento, isolamento acústico³⁶ e limitação de ruído.

34 SOCZKA, Luís (org.) - **Contextos Humanos e Psicologia ambiental**, 2005, p.324

35 "David veio até Saul, e quando tocava a sua harpa o espírito maligno se retirava e o rei sentia-se bem". Antigo Testamento - Livro dos Salmos.

36 Os conceitos de zonamento e isolamento acústico são desenvolvidos no tópico 3.11)c) pp.26, 28

Figura 5 – Distribuição de pressão no espaço de um som puro.
 Fonte: www.acousticalsurfaces.com

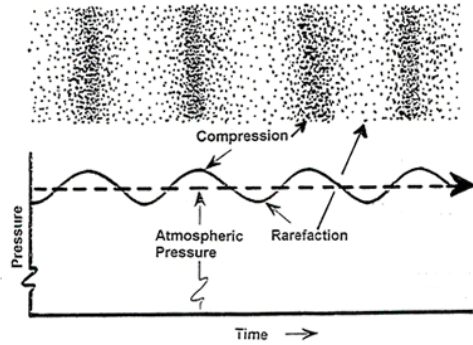


Figura 6 – Gama de frequências audíveis
 Fonte: HENRIQUE, Luís L. - Acústica musical, p.168

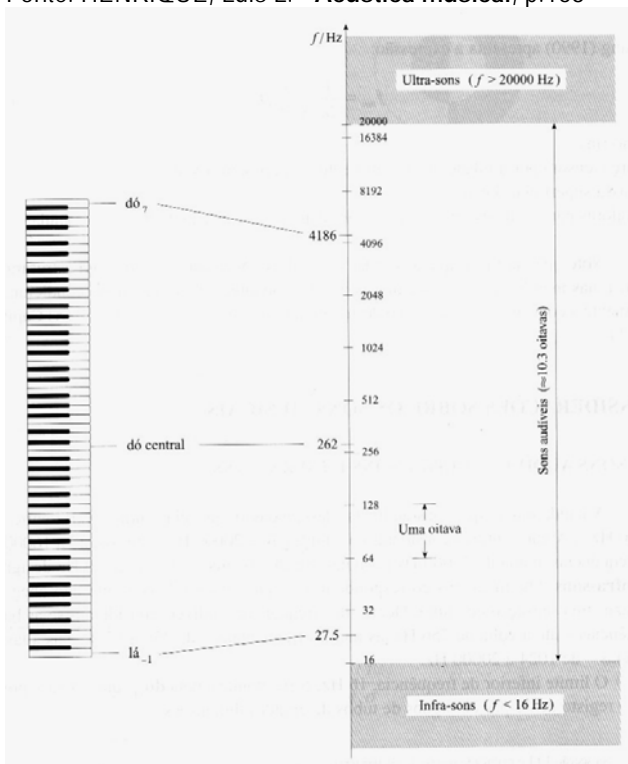
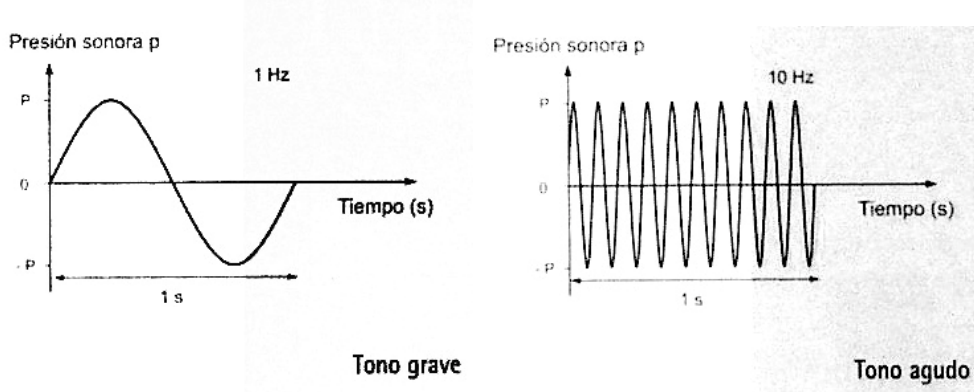


Figura 7 – Representação da pressão sonora de um tom grave e tom agudo.
 Fonte: "Tectónica", p.5.



2.4. O som

A compreensão do som enquanto acontecimento físico que se manifesta em todo mundo é importante pois o conhecimento de sua natureza ajudará no seu controle e previsão. É fundamental entender primeiramente os seus conceitos puramente físicos (objectivos) do som, para de seguida entender os seus aspectos humanos (subjectivos).

O som é a sensação auditiva produzida por vibrações mecânicas de frequência compreendida entre determinados valores perceptíveis (fig. 5), geradas por uma fonte sonora e transmitidas por um meio de propagação (sólido, líquido ou gasoso).³⁷ Portanto deduz-se que esta definição não aceite a existência de som sem haver a percepção do ouvido humano já que depende da sua “sensação auditiva”. O som é classificado subjectivamente em três tipos de percepção, com dependência do julgamento do valor do som, do contexto e das capacidades receptivas físicas e psicológicas do ouvido humano. O som pode ser considerado:

- **Útil:** para um som de aviso proveniente de pessoas ou de máquinas ou de referência espacial (e.g.: campainha, ambulância);
- **Agradável:** para a música ou uma conversa (e.g.: cântico, orquestra, discurso);
- **Incómodo:** para um som indesejado – ruído (e.g.: avião, trânsito, objecto a cair).

O som é captado pelo ouvido humano através de três classificações psicofisiológicas: os sons graves, médios e agudos. A percepção das frequências graves situa-se entre os 20 e 360 Hz; as frequências médias estão entre 360 e 1400 Hz e as frequências agudas estão entre os 1400 e 20'000 Hz³⁸ (fig. 6). Numa leitura psicofisiológica, a frequência sonora e a amplitude das variações de pressão provocam sensações distintas de ouvinte para ouvinte. A sensação de som alto ligada à frequência é consequência do facto de que quanto mais alta for a frequência, mais o som parece agudo e, pelo contrário, quanto mais baixa for a frequência, mais o som parece grave. No caso da pressão acústica, a sensação de força do som leva a crer que, quanto mais elevada é a pressão, mais intenso parece o som (fig. 7).

O **ruído** é um tipo de som, adjectivado como indesejado ou inarmónico, que implica julgamento subjectivo humano do valor do som, segundo o contexto psicológico e espacial em que é captado pelo ouvido. Depende portanto do tipo de som e das capacidades receptivas do ouvido humano, podendo estar debilitado pela idade ou por deterioração. Tem genericamente

37 *Dicionário da língua portuguesa*. Porto editora, 1998.

38 JOSSE, Robert - *Notions d'acoustique*, 1977, p.42

uma conotação negativa devido ao seu efeito no homem, devido ao seu efeito na fadiga, por consequência do mau funcionamento de equipamentos ou devido à produção de interferências na detecção de outros sons.

Em contraponto, pode definir-se o **silêncio** como sendo a ausência de som ou de ruído; sossego; descanso; interrupção de correspondência; pausa, em música. Destas definições, a interrupção de correspondência é talvez a que melhor se aplica no âmbito da arquitectura, pois o silêncio surge quando deixa de haver quem produza som que seja retribuído pelas componentes físicas do espaço.

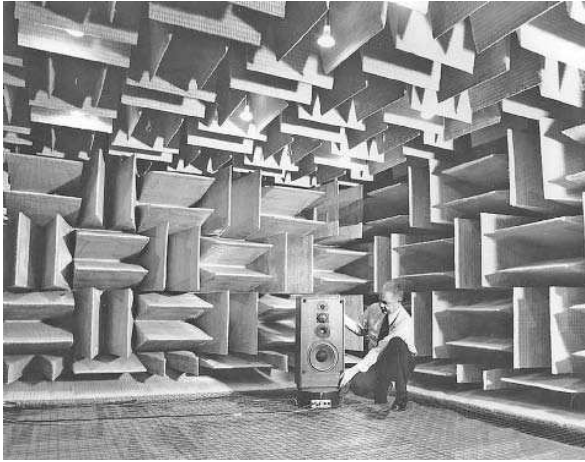
Há, portanto, uma certa dificuldade em falar de som apenas através dos seus aspectos físicos, ignorando o ouvinte que lhe incute subjectividade na interpretação, especialmente como acontece na classificação de um som como ruído. Há que salvaguardar, nesta leitura subjectiva, aspectos culturais, pois a percepção de determinados ruídos, quando conjugados e *orquestrados*, pode ser interpretada como música.³⁹ Mas a interpretação do conceito de ruído também difere de cultura para cultura: na cultura árabe, e.g., o *barulho* ambiente – em associação com os cheiros intensos e a multidão nas ruas – é um estímulo sensorial intrínseco e normal, que deriva principalmente da sua concepção de socialização.⁴⁰

39 E.g. o compositor experimentalista John Cage tinha como matéria-prima os sons banais, tudo o que existe mas que passa despercebido ao sentimento geral. Cage elevou, tanto o ruído como o silêncio, ao *status* de música. Também ficou conhecido pelo uso de instrumentos não convencionais e por ser pioneiro na música electrónica.

40 HALL, Edward T. - **A dimensão oculta**. 1986, p.174 – Isto deve-se aos factos de se tratar de uma cultura oral e de resultar duma reacção social ao clima árido do deserto que leva à densidade (populacional). Conceito desenvolvido no tópico 3.2) 1)m) *Sonoridade cultural*, p. 43.

Figura 8 – Exemplo de sala anecóica.

Fonte: BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - Spaces speak, are you listening?
Experiencing aural architecture, p.19.



2.5. A Paisagem sonora

O ser humano nem sempre interpretou o som, que não fosse classificado enquanto *música* propriamente dita, como podendo ser um elemento independente e com interesse. O conceito de *Paisagem Sonora*⁴¹ surgiu apenas na década de 60, integrado na disciplina de *Ecologia Acústica*⁴², cuja figura principal é o musicólogo e escritor canadiano Raimond Murray Schafer (1933-). Autor de livros tal como *A afinação do mundo – A paisagem sonora*⁴³, Murray Schafer formou o *World Soundscape Project*⁴⁴ no final da década de 60, no âmbito da união das áreas de sociologia, planeamento urbano, ecologia, filosofia e artes.

Já na década de 20 alguns compositores contemporâneos interessaram-se pela filosofia de estar atento ao som natural de ambientes, como acontece, e.g., na obra do compositor norte-americano John Cage (1912-1992)⁴⁵. O compositor “esteve numa sala anecóica⁴⁶ (...) para *ouvir sons* e achou que esta experiência determinou o rumo da sua vida. As experiências radicais e poéticas de Cage com o som fizeram a ponte entre o fenómeno musical e os efeitos psicofisiológicos do som”.⁴⁷ (fig. 8)

Murray Schafer não pensava no som como sendo uma nova música mas preocupava-se directamente com a ecologia sonora. Tal como explica no seu livro *O ouvido Pensante*⁴⁸, este musicólogo propõe uma *escuta pensante* para tornar os ambientes sonoros menos poluídos, aprendendo a ouvir a paisagem sonora como uma composição musical. A ideia consiste em aguçar o sentido da audição para a percepção dos sons, que na maioria das vezes passam despercebidos, tendo por base os conceitos da ecologia e paisagem sonora. Os ruídos permanentes na nossa sociedade, apesar de fazerem parte da paisagem, impedem a captação de frequências mais baixas, tornando-se grandes inimigos da percepção auditiva, pois saturam os ouvidos⁴⁹.

41 Tradução de *soundscape*.

42 A ecologia acústica consiste no estudo da relação entre os organismos vivos e o seu ambiente sonoro.

43 Publicado em 1977, trata-se de um estudo pioneiro a respeito da relação do homem com seu ambiente acústico. Murray Schafer trabalhou as questões ligadas à percepção auditiva dirigindo-se a especialistas e à comunidade em geral, para a recuperação do equilíbrio entre o homem e seu ambiente sonoro.

44 Foi a primeira exploração organizada sobre a acústica ecológica.

45 Tal como John Cage faz na sua composição 4'33" na qual provocava os ouvintes ao pô-los a escutar o silêncio completo durante quatro minutos e trinta e três segundos e fazê-los sentir os ruídos espontâneos do ambiente.

46 Sala anecóica: é uma sala que tem terminações (solo, tecto e paredes) que absorvem todos os sons nelas incidentes; é utilizada em laboratórios para medir os campos de som directo das fontes sonoras.

47 HOLL, Steven; PALLASMAA, Juahni; PEREZ-GÓMEZ, Alberto - *Questions of Perception*, p.87

48 *O ouvido Pensante*, 1977

49 CORREIA, Luísa de Andrade C.B. - *Corpos sonoros*, 2006, p.204

Ao encarar a recepção de um som como uma experiência sensorial, na qual cada som tem um significado que remete para as sensações guardadas no inconsciente de cada um de nós, mudou-se o paradigma da criação musical pois ao contrário do processo de composição musical, a paisagem sonora existe no ambiente e pode ser manipulada e modificada.⁵⁰

Nos anos 70 Murray Schafer descreve o conceito de *ambiente acústico*, demonstrando como este influencia o nosso comportamento e como podemos ser intervenientes nele: “Queria também que as pessoas percebessem que a paisagem sonora é dinâmica, transformável e assim, possível de ser aperfeiçoada”.⁵¹

O ruído e o silêncio passaram então a ter outras interpretações e nasce o novo conceito de música para os *Não-Lugares*, i.é., a conhecida *música de fundo*. Esta cria uma dimensão sonora que serve para gerir emocionalmente as pessoas que ali estão, jogando com o seu conforto e desconforto⁵². Este tipo de música funciona de igual modo que o AS num espaço, mas é artificial e intencionalmente escolhido.

A partir daí o âmbito das artes e da arquitectura alargou-se e o som passou a equivaler a imagem. Os arquitectos deixam-se influenciar no processo de concepção pelo próprio espaço sonoro pois, como afirma o arquitecto português Manuel Tainha (1922-), “saber ver a arquitectura é passar por saber ouvi-la”⁵³. Neste sentido quando se aprende a ouvir um espaço aprende-se a conhecê-lo, daí Murray dizer que o ambiente acústico de uma sociedade é revelador das suas relações sociais⁵⁴.

Dentro da definição de paisagem sonora, pode falar-se com algum detalhe na sua importância para as pessoas CBV na compreensão do espaço, como já foi referido. No seu estudo de caso, Cramês estudou as percepções sensoriais de uma pessoa CBV em deslocação num determinado espaço e concluiu que “[o]s estímulos sonoros e, conseqüentemente, os espaços auditivos, são os que demonstram uma maior força na comunicação entre o homem e a arquitectura, desde que a visão esteja suspensa. A música ambiente de uma loja de roupa, o som das chávenas de café a bater umas nas outras, o cortar da carne por um talhante, os ecos dos motores provenientes de uma garagem colectiva (...) são apenas alguns dos exemplos (...)

50 CORREIA, Luísa de Andrade C.B. - *Corpos sonoros*, 2006, p.204

51 MURRAY SCHAFER Cf. MIKESCH, W. Muecke; MIRIAM, S. Zach – *Resonance : essays on the intersection of music and architecture*.

52 Certas lojas comerciais aumentam o volume da música quando chega a hora de fecho da loja de modo a afugentar os clientes.

53 TAINHA, Manuel - *Arquitectura em questão*, 2003. – A sua primeira motivação profissional foi a música, ouviu muitos concertos de música clássica, teve uma cultura musical.

54 CORREIA, Luísa de Andrade C.B. - *Corpos sonoros*, 2006, p.205

de expressividade sonora.”⁵⁵ Esta essencialidade sonora advém do facto de o sentido auditivo ser – a par do táctil – o mais fiável e correcto para a compreensão do espaço para a pessoa CBV, como já foi referido anteriormente.

A compreensão sensorial de um determinado espaço também é dada pela **luz** que nele incide. A luz e o som mostram-nos a sua materialidade, volumetria e escala. Da comparação do papel do **som** com o da **luz** na definição na paisagem sonora do espaço arquitectónico, admitimos vários pontos em comum, mas este paralelismo faz ressaltar a comprovada supremacia da visão sobre a audição na história da arquitectura, pois denota-se um conhecimento empírico e sensorial mais acessível ao papel da luz no espaço. Fisicamente têm um funcionamento semelhante: ambos são materiais de construção *imateriais*, são energia e são percebidos pelo ser humano tanto directamente sobre os sentidos como pela sua reflexão no ambiente; pode equivar-se também os conceitos de luz natural à acústica passiva e a luz artificial à acústica activa.

O **timbre** também é uma componente indissociável da caracterização da paisagem sonora. Em música, chama-se timbre à característica sonora que nos permite distinguir sons com a mesma frequência, altura e intensidade mas que foram produzidos por fontes sonoras ou instrumentos diferentes. Quando ouvimos, e.g. uma nota tocada por um piano e a mesma nota produzida por um violino, podemos imediatamente identificar os dois sons como tendo a mesma altura, mas com características sonoras distintas. Esta distinção é dada pelos harmónicos que compõem um som. O harmónico (também chamado concomitante, parcial ou resultante) é um som acessório resultante das frequências múltiplas do som fundamental que, conjuntamente com este, contribui com outros sons, também harmónicos, decorrendo da ressonância do corpo sonoro, para a formação do timbre.⁵⁶

Embora as características físicas sejam as principais responsáveis pela diferenciação sonora dos instrumentos e do espaço, a forma como ouvimos os sons também influencia na percepção do timbre. Assim sendo, esta influência passa a ser um objecto de estudo da psicoacústica⁵⁷.

55 CORREIA, Luísa de Andrade C.B. - *Corpos sonoros*, 2006, p.99

56 *Nova enciclopédia Larousse*, vol 12.

57 A psicoacústica é o estudo fisiológico da audição, entendendo como se dá o processo auditivo, i.é., como os sons chegam ao ouvido e são processados por ele e pelo cérebro. É o estudo da percepção subjectiva das qualidades do som: intensidade, tom e timbre. O norte-americano Harvey Fletcher (1884-1990) é considerado o pai da psicoacústica, tendo realizado uma série de trabalhos na definição e quantificação de conceitos como a

Deste modo, e por efeito sinestésico⁵⁸, a luz e o som influenciam-se, criando, em conjunto, uma paisagem sensorial dificilmente dissecável.

“Oçam! (...) Infelizmente, muitas pessoas hoje já não reparam no som do espaço.”⁵⁹ É no seguimento deste pensamento que o próximo capítulo pretende, perante o higienismo sonoro dos edifícios da contemporaneidade, explorar o acto criativo da paisagem sonora do edifício público na arquitectura ocidental, através da sistematização de estratégias de projecto, tendo como pano de fundo as relações sensoriais do ser humano com a arquitectura.

sensação de intensidade e outros fundamentais para a comunicação da palavra. Os Estados Unidos foi o país pioneiro na área da psicofisiologia da audição.

58 A sinestesia é o termo que caracteriza a experiência sensorial de certos indivíduos no qual sensações correspondentes a um certo sentido são associadas às de outro sentido.

59 ZUMTHOR, Peter – *Atmosferas*, 2006, p. 29

3. ESCRUTAR A ARQUITECTURA

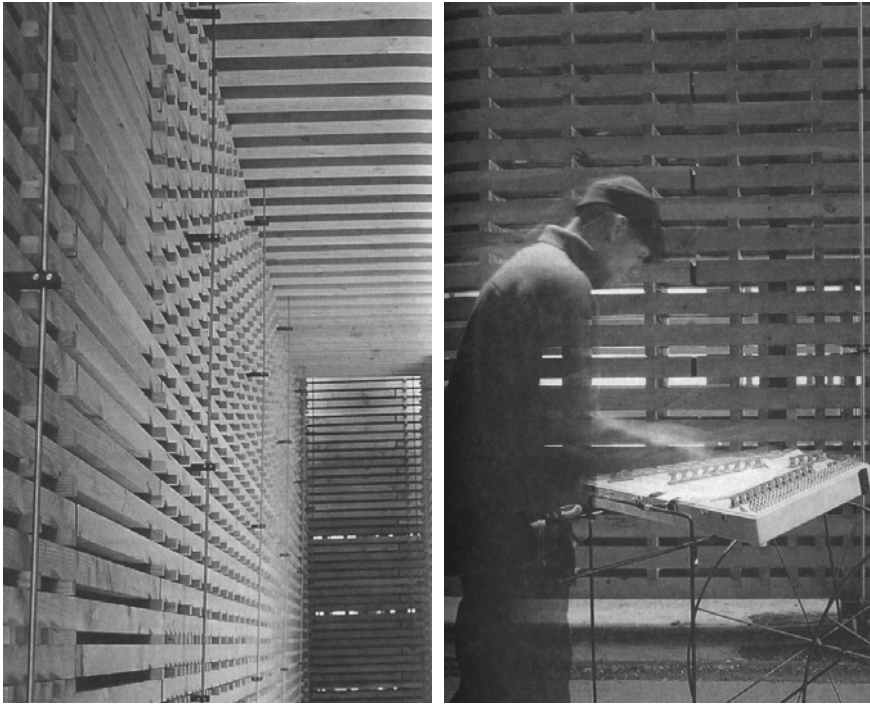
Escrutar consiste em tentar descobrir o que está muito oculto; perscrutar; investigar.

O capítulo anterior mostra como a relação do homem com o som na arquitectura se desenrola ao longo do tempo na sociedade ocidental, através da sua física e psicologia. Em *Escrutar a Arquitectura* pega-se nesses dados como pano de fundo e parte-se para uma abordagem pragmática: Que abordagem se pode ter na arquitectura para maior controlo da paisagem sonora? Quais são as consequências na definição da paisagem sonora? Pretende-se com este capítulo mostrar, através de algumas sugestões projectuais, modos que permitam ao arquitecto lançar um olhar mais atento à caracterização sonora dos espaços públicos interiores que irá desenhar.

Propõe-se subdividir o processo da criação arquitectónica em duas fases de pensamento e, incluídas nelas, sugerir algumas estratégias de abordagem, que tragam ao arquitecto uma consciência para a criação da paisagem sonora dos espaços interiores. Tendo como base estas linhas de pensamento, pretendem-se desenvolver estratégias de projecto, definidoras da *paisagem sonora* do espaço interior do edifício público na cultura ocidental. Esta abordagem subdivide-se em duas: fase de *Concepção* e fase de *Utilização*. As estratégias propostas no primeiro grupo dizem respeito a intervenções físicas no espaço que têm uma definição concreta e resultados acústicos previsíveis: são portanto **objectivas**. As estratégias propostas no segundo grupo aplicam-se à vertente psico-social da acústica, uma vez que são consequências da paisagem sonora no e do ser humano. Logo são características dificilmente controláveis daí surgirem como propostas de cariz informativo: são portanto **subjectivas**.

Os exemplos de projecto que ilustram as estratégias seguintes foram escolhidos segundo a linha orientadora de que o carácter sonoro e/ou a aplicação da estratégia resultaram de uma intenção direccionada para resultados acústicos premeditados ou com um resultado sonoro claramente perceptível.

Figura 9 – Interior do pavilhão *Swiss Sound Box* e *performance* musical.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - **Swiss sound box**, pp.220 e 73



3.1. Estratégias objectivas – Fase de concepção

“[A] fase criativa do som é poliédrica, com uma multiplicidade de facetas que lhe dão conteúdo; e como o predomínio de uma sobre as outras o resultado será distinto. **Como soar?** Esta é a grande pergunta que nos fazemos perante uma nova forma.”⁶⁰

Esta fase consiste no projecto propriamente dito, em específico o projecto acústico. Constituem-se ideias, formas e materialidades através de estudos físicos prévios que irão ditar um resultado acústico previsível.

a) Desenho do som

O investigador espanhol no ramo da acústica dos edifícios Higiní Aarau, fala da *Imaterialidade criativa do som*: “A forma e o volume nela contido têm como fronteira limitativa o material, donde o som é reflectido e absorvido, e cuja génese mora no desenho.”⁶¹ O exercício do projecto na arquitectura regula a concepção da forma, no qual participam activamente as leis da física e da matemática, que nos ajudam a estabelecer a melhor silhueta da imaterialidade sonora.

Para projectar uma determinada *paisagem sonora*, os arquitectos dispõem de métodos projectuais diversos dos quais o desenho. O som pode ser projectado de dois modos diferentes: tendo *o som como gerador de espaço e materialidade* (i) e tendo *o som como gerador de desenho visual* (ii).

i) O som como gerador de espaço e materialidade

O pavilhão **Swiss Sound Box** concebido por Peter Zumthor para representar a Suíça na *Expo 2000* de Hannover, responde ao tema da exposição: *Homem, Natureza, Tecnologia* (fig. 9). Feito de madeira exclusivamente suíça, este conjunto de barrotes sobrepostos e sustentados por cabos metálicos verticais, configura um labirinto de paredes que funciona como isolante acústico do ruído ambiente exterior, próprio duma feira mundial. A obra não tem cobertura contínua sendo então permeável à chuva e ao vento, mas umas largas caleiras recuperam as águas pluviais e direccionam-nas para pátios. Foi pensado como uma caixa de ressonâncias, como um espaço acústico que guia as pessoas pelo som. A música transmitida ou tocada ao vivo nas clareiras (*sound box*) foi composta pelo músico suíço Daniel Ott (1960-).⁶²

60 “Tectónica”, 1995, p.2

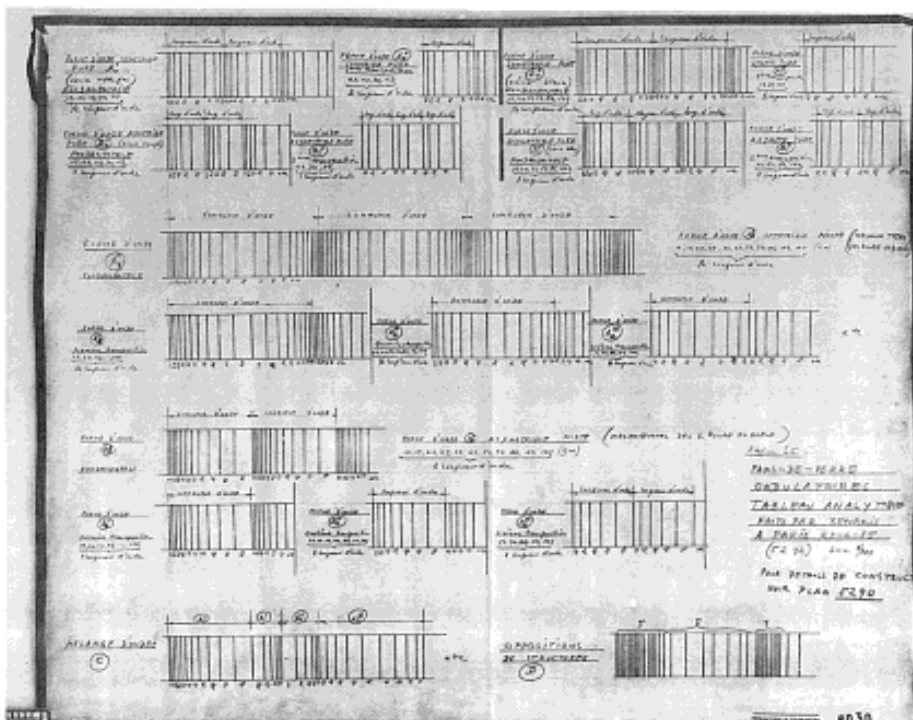
61 “Tectónica”, 1995, p.2

62 ZUMTHOR, Peter - **Swiss sound box**, 2000, p.179

Figura 10 – Convento de La Tourette: vistas exterior e interior da fachada.
Fonte: GLYNN, Simon - La Tourette Monastery



Figura 11 – Iannis Xenakis, quadro com progressões de rectângulos com incremento dimensões do Modulor.
Fonte: MIKESCH, W. Muecke; MIRIAM, S. Zach – Resonance, p.26.



“A nossa ideia-base (...) [para a *Swiss Sound Box* e]ra antes oferecer aos visitantes da Expo, cansados de decifrar todas as mensagens em todos os pavilhões dos outros países, algo de concreto: hospitalidade, um lugar para descansar, para ser, para degustar e beber especialidades da Suíça, *live music, unplugged*⁶³, em constante movimento e variação do espaço, uma atmosfera descontraída (...).”⁶⁴ Neste projecto lê-se uma intenção clara de projecto, em que os resultados sonoros do ambiente são a chave definidora tanto da geometria como da materialidade da construção.

Nesta linha de pensamentos acaba por ser seguida pelos auditórios e salas onde a qualidade acústica é requerida, mas num âmbito mais rígido no qual a definição acústica é rigorosamente trabalhada.

ii) O som como gerador de desenho visual

Em oposição ao método projectual do *Swiss Sound Box*, o convento de **La Tourette** em Lyon (1957) do arquitecto suíço Le Corbusier (1887-1965), traduz a ideia de aplicar um ritmo em desenho, correspondente a um ritmo musical (fig. 10). O desenho dos caixilhos e a sombra projectada por eles no interior do edifício, proporcionam ao homem que nele circula uma noção de ritmo, o que remete, por analogia, à música. Os ritmos foram compostos pelo colaborador de Le Corbusier, o compositor experimental grego Iannis Xenakis (1922-2001) aplicando princípios musicais de harmonia e cadência no projecto (fig. 11). “A procura de Xenakis em modelos rítmicos providenciou o desenho da famosa plano de vidro (...) que cobre a fachada [oeste] do mosteiro (...). Para desenhar a progressão de rectângulos, incrementou as dimensões da secção de ouro desenhada no *Modulor*”⁶⁵ criando assim inter-relações entre a música e a arquitectura.

Esta é uma abordagem projectual e uma leitura sonora claramente visuais tal como Pallasmaa salienta: “As arquitecturas de Le Corbusier (...) favorecem claramente a vista, são como (...) o olho cinético da *promenade architecturale*.”⁶⁶

b) Adequação acústica / função

Rasmussen explica a relação directa que existe entre o espaço e o que se faz nele: “Se acreditamos que o objecto da arquitectura é fornecer uma moldura para a vida das pessoas,

63 *Unplugged*: desconectado; desligado

64 Memória descritiva na exposição **Peter Zumthor: Edifícios e Projectos 1986-2007**.

65 MIKESCH, W. Muecke; MIRIAM, S. Zach – *Resonance*, 2007, pp. 24-26

66 PALLASMAA, Juani, *Los ojos de la piel*, 2006, p.70

então as divisões das nossas casas e a relação entre elas devem determinar-se pelo modo como vivemos e nos movimentamos nela.”⁶⁷

A classificação de *má acústica* de uma sala é então relativa ao grau de adequação do espaço ao programa pois tem de haver intencionalidade relacional nas suas características acústicas. Entra então em jogo a **especialização** para que a acústica de um espaço seja considerada *boa*. A especialização consiste em fazer corresponder a paisagem sonora do espaço à sua função: “A evolução na engenharia da acústica tem proporcionado a compreensão do sucesso auditivo de determinadas salas de espectáculos (...) construídas ao longo da história. (...) A especialização de salas de espectáculo para determinados estilos musicais proporciona estudos mais rigorosos e resultados mais satisfatórios. Assim no âmbito da especialização, o *concert hall* está para a música clássica como a casa de fados está para o fado.”⁶⁸

Qualquer programa tem uma personalidade sonora ligada a uma função social e a uma tradição: “espaços musicais têm a sua tradição, tal como espaços religiosos, políticos e sociais. As suas tradições sonoras estão [por sua vez] confinadas por outras tradições presentes na cultura e têm uma interdependência estável e duradoura.”⁶⁹

Propõe-se dividir esta estratégia em dois grupos que representam, cada um, naturezas acústicas distintas que decorrem de dois tipos de programas. Os programas com acústica activa e com acústica passiva.

i) Programas com acústica activa

É tradicionalmente nos auditórios, escolas, cinemas, teatros, estúdios de gravação, entre outros do tipo, que se aposta mais nos estudos acústicos com elevado rigor e com base em normas, pois a clareza e o absoluto controlo do som é o factor central do programa. Está em causa neste tipo de programas a *acústica activa* pois neles a função baseia-se na **comunicação**. Ela é importante pois trata-se da chegada ao ouvido do som que provem das fontes sonoras.

Antigamente nas igrejas a comunicação entre o(s) orador(es) e o povo não era importante pois as práticas litúrgicas não obrigavam a essa necessidade, sendo que a missa era

67 RASMUSSEN, Steen Eiler - *Viver a arquitectura*, 2007, pp.108-134

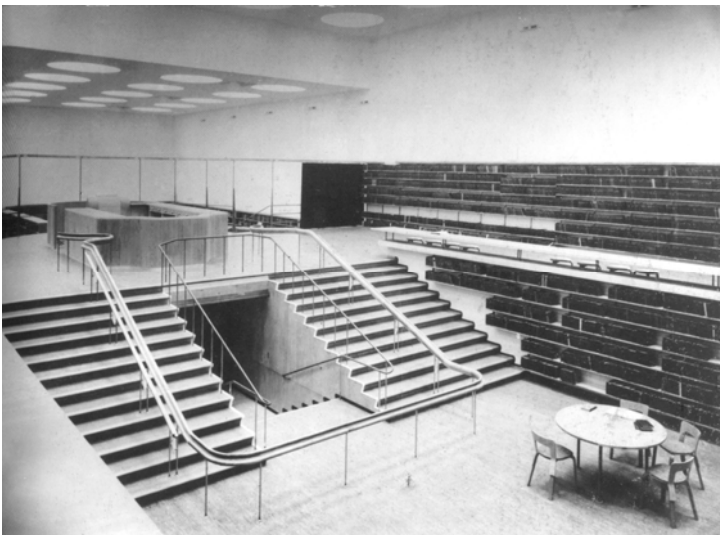
68 CRAMÉS, Nuno Miguel Rodrigues Bessa - *Sentidos Urbanos*, 2008, p.18

69 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.363

Figura 12 – Auditório principal da Casa da Música.
Fonte: www.casadamusica.com



Figura 13 – Desníveis na sala de leitura da biblioteca de Viipuri, Alvar Aalto.
Fonte: TUOMI, Timo; PAATERO, Kristiina; RAUSKE, Eija (ed.) - **Alvar Aalto em sete edifícios**, p.40.



dita em latim e o orador estava voltado para o altar.⁷⁰ Mas a componente musical, essa, era realmente importante. Deste modo, só um espaço de culto com elevado tempo de reverberação (Tr) era adequado àquela função. Após as alterações na liturgia manteve-se a mesma tipologia, pois a tecnologia veio resolver o problema de inteligibilidade através do microfone e das colunas de som, mantendo a mística e o carácter do espaço. A mística das igrejas provém não só mas sobretudo das suas qualidades acústicas. A luz também é uma componente mística: as sombras das igrejas românicas, a imensa luminosidade das catedrais góticas, a rosácea entre outras componentes, joga em duplicidade com o som nos espaços de culto.

O auditório é o exemplo de programa onde a intenção sonora consiste no controlo absoluto do som através do isolamento e condicionamento acústico e materiais de absorção. A Casa da Música no Porto (2005) (fig. 12) do arquitecto holandês Rem Koolhaas (1944-), “primeiro edifício construído em Portugal exclusivamente dedicado à música”⁷¹ é um exemplo considerado como sendo dos auditórios com maior qualidade acústica e polivalência “concebida para ser a casa de todas as músicas”⁷² graças à diversidade de materiais presentes na sala e pela “almofada acústica” colocada por cima do palco. A presença desta almofada insuflável sobre o palco permite um controlo variável das suas características reflectoras e direccionadoras do som produzido em palco.

ii) Programas com acústica passiva

A acústica passiva consiste no som retribuído pelo meio ambiente. Este altera a recepção dos sons produzidos pelas fontes sonoras. Nestes casos a *acústica activa* deixa de ser prioritária sendo a *acústica passiva* mais relevante pois a comunicação é secundária. O AS está sempre presente e às vezes pode tornar-se incomodativo, mas cada programa tem a sua necessidade sonora intrinsecamente ligada a hábitos sociais. As pessoas que frequentam espaços de socialização, tais como cafés e restaurantes, necessitam de privacidade dentro de um espaço social, enquanto que na biblioteca necessitam de silêncio.

Na Biblioteca de Viipuri (1927-35), o arquitecto finlandês Alvar Aalto (1898-1976) depara-se com um complexo organismo programático, resolvendo-o através de variações constantes das medidas e alturas dos espaços (fig. 13). Nota-se uma preocupação acústica pois apesar da

70 Foi decidido no concílio do Vaticano II no ano de 1965 que as missas passariam a ser ditas em vernáculo e o sacerdote, que até então estava virado para o altar, mudou de posição e voltou-se para os fiéis.

71 www.casadamusica.com

72 www.casadamusica.com

sala de leitura que não apresentar divisórias, o arquitecto desenhou-a de modo a criar ambientes individualizantes.

Nas piscinas e pavilhões desportivos a falta de tratamentos acústicos é relevante em situações de prática desportiva e de aulas, onde as fontes sonoras são diversas e fortes - apitos, música, gritos, aplausos. No caso específico das piscinas, a presença de grandes superfícies de água e envidraçados piora o conforto acústico.⁷³

Acontece porém um fenómeno peculiar na subclasse programática dos *Não-Lugares*. As comunicações em alta-voz e a música de fundo colocada em espaços como supermercados, estações de metro/comboios/autocarros, aeroportos, entre outros, não levam estes espaços a serem classificados como espaços com acústica activa, pois a função principal que encerram não é essa.

c) Acústica dos edifícios

A acústica é o conjunto de fenómenos de reflexão e absorção sonoras que favorecem ou prejudicam a boa audição num determinado espaço. Pretende-se nesta estratégia abordar noções básicas de acústica dos edifícios de modo a ter um pano de fundo rigoroso para o entendimento dos fenómenos sonoros em espaço fechado.

Desde já é necessário entender as diferenças entre características auditivas e características acústicas pois, “[n]a análise dos espaços interiores, as características auditivas são, muitas vezes, confundidas com as características acústicas. Na verdade tais conceitos devem ser entendidos de forma complementar. A reflexão do som no espaço e o modo de percepção de tais melodias dependem, indubitavelmente, das características acústicas. A percepção auditiva apresenta, também, várias tolerâncias a erros acústicos [pois d]ependendo do uso do espaço, o Tr muda e, conseqüentemente, muda a percepção humana.”⁷⁴ As características auditivas são, portanto, as condições perceptivas de um determinado espaço, logo são o resultado da captação pelo ouvido de determinados sons, ao contrário das características acústicas que por sua vez definem as condições físicas do espaço.

O estudo da acústica não é recente, vem de longe na História, embora os conhecimentos actuais sobre o som e o próprio conceito de acústica tenham sido apenas atingidos a partir do séc. XVIII.

73 A água reverbera em média 91% do som incidente e o vidro vulgar 83%.
74 CRAMÉS, Nuno Miguel Rodrigues Bessa - *Sentidos Urbanos*, 2008, p.50

Na Antiguidade, os gregos e os romanos já tinham curiosidade acerca do fenómeno auditivo. O filósofo e matemático grego Pitágoras (640-546 A.C.) foi pioneiro na atitude científica em relação à música, fazendo experiências acerca dos sons musicais.⁷⁵ O engenheiro e arquitecto romano Vitruvius escreveu sobre as características acústicas dos teatros gregos e romanos, mostrando conhecimentos acerca de ecos e reverberação.⁷⁶ Já no Renascimento, Leonardo da Vinci (1452-1519) mostrou também interesse pela acústica observando os ecos e a vibração por simpatia. Paralelamente, Francis Bacon (1561-1626) “é considerado o iniciador da atitude científica no estudo dos fenómenos”⁷⁷.

No séc. XVII o italiano Galileu (1564-1642) é tido como fundador da acústica experimental por ter feitos muitas experiências rigorosas relativas ao som. Assim, durante esse séc. foram feitos muitos avanços no estudo da propagação do som. Isaac Newton (1642-1727) aproximou-se do valor real da velocidade do som; o alemão Athanasius Kircher (1602-1680) aborda a acústica arquitectural⁷⁸ no compêndio *Musurgia Universalis* (1650), mostrando “como o desenho geométrico de paredes e tectos ajuda a compreender a propagação do som [e a]nalisa também os efeitos de focalização do som numa sala através de diagramas.”⁷⁹

A palavra acústica tem origem na palavra grega *akouein*, que significa ouvir. “A utilização da palavra, como ciência que estuda o som, surgiu no séc. XVIII”⁸⁰ e foi o matemático e físico francês Joseph Saveur (1653-1716) o primeiro a usar esta palavra no sentido que hoje se lhe atribui. “Os conhecimentos matemáticos de Lagrange (1736-1813), Bernoulli (1700-1782) e Euler (1707-1783), aplicados à acústica, permitiram compreender melhor certos fenómenos como a altura, o timbre e a transmissão do som nos líquidos.”⁸¹ E finalmente, já no final do séc. XIX, surgiram invenções que tiveram muita influência no posterior desenvolvimento da acústica e da tecnologia do som: o telefone patenteado por Bell (1876) e o fonógrafo inventado por Edison (1877).

75 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.15

76 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.16

77 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.19

78 Considera-se acústica arquitectural o estudo (levado a cabo por arquitectos e engenheiros especializados na acústica) da absorção do som e do isolamento sonoro nas edificações em geral assim como nos projectos urbanísticos de forma a minimizar os seus efeitos negativos, reduzindo quando convém a sua propagação e reforçando-a como necessário.

79 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.23

80 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.23

81 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.24

Figura 14 – Representação dos diversos percursos do som no espaço e na estrutura.

1. Som incidente ou directo
2. Som reflectido
3. Som absorvido por material de revestimento
4. Difusão ou dispersão do som
5. Difracção do som
6. Som transmitido
7. Som dissipado no interior da estrutura
8. Som conduzido pela estrutura

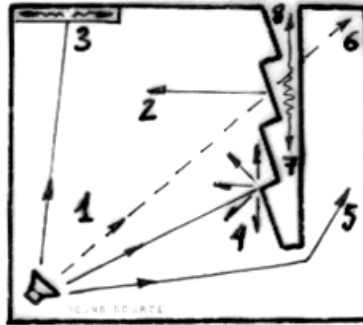
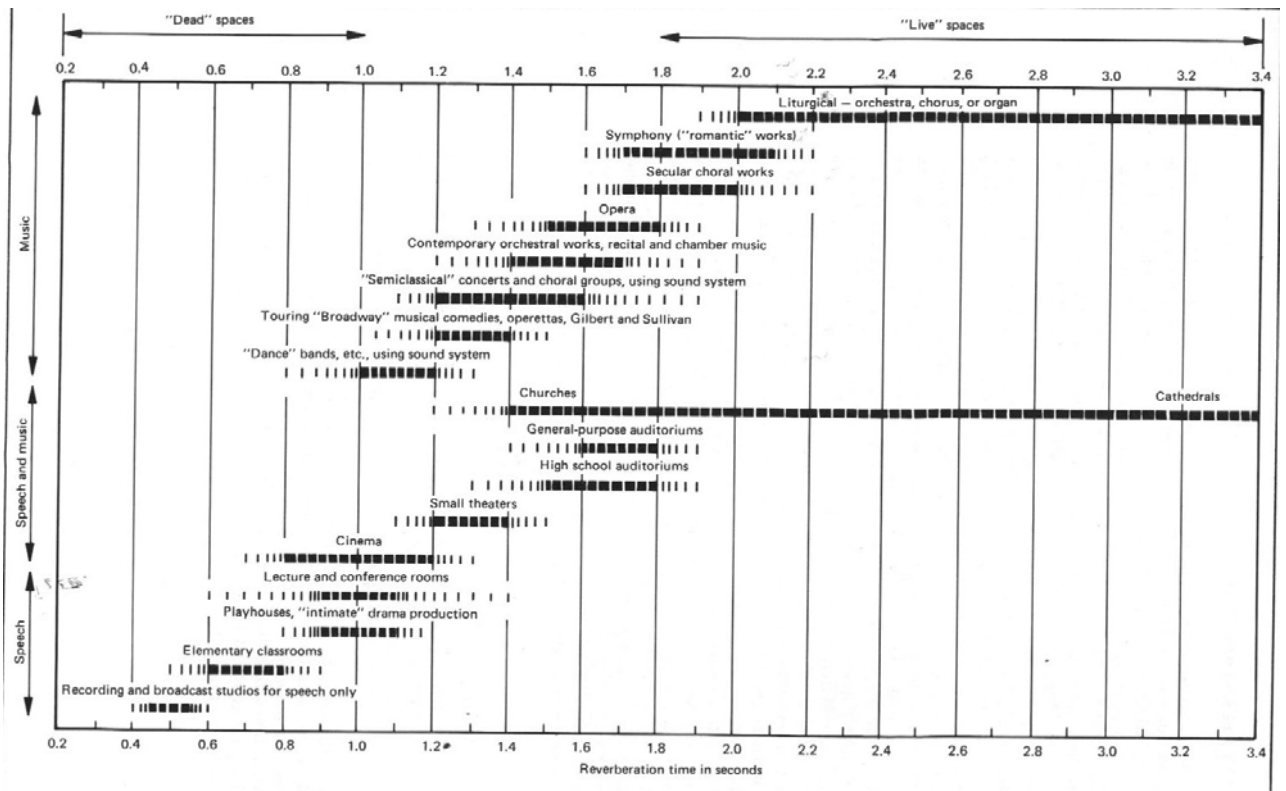


Figura 15 – Reverberação optimal de 500/1000 Hz para programas com acústica activa.

Fonte: EGAN, M. David - *Concepts in Architectural Acoustics*, p. 40.



“Entende-se por **Acústica de edifícios** o ramo da Acústica Aplicada que, tomando em consideração a multiplicidade de processos pelos quais o homem é afectado pelo ruído no seu bem-estar, no exercício das actividades a que se dedica ou, mesmo, na sua saúde, se preocupa com a localização, construção e organização dos edifícios em termos de evitar ou, pelo menos, minimizar os inconvenientes resultantes de um ambiente acústico inadequado. No fundo, proporcionar, nos edifícios, condições de conforto acústico aos seus ocupantes, ou seja, dar-lhes a possibilidade de desfrutar do ambiente acústico que considerem adequado às actividades em que se ocupam.”⁸²

Apesar dos avanços tecnológicos e conhecimentos na área, a acústica continua a ser um tema complexo e um fenómeno de intrincado domínio, devido ao facto de o som ser algo intangível e por aliar factores tão diversos como a riqueza da interpretação humana com a riqueza de sonoridades que vão desde o silêncio ao ruído. “É certo que é uma ciência pouco desenvolvida e de difícil transposição para a prática: até agora as medidas sonoras realizavam-se maioritariamente em laboratório e o mesmo elemento que encerrado funcionava de uma maneira numa situação real funcionava de um modo completamente distinto ao entrar em jogo outros elementos com respostas sonoras muito diferentes.”⁸³

i) Parâmetros acústicos objectivos

Para entender os fundamentos da acústica enquanto ciência dura, são necessárias definições de alguns dos comportamentos físicos do som resultantes da sua propagação em espaço fechado, aos quais chamamos de parâmetros acústicos objectivos. Estes são medíveis e servem a uma descrição adequada das funções da *palavra* e da *música* no espaço fechado.

O som subdivide-se primeiramente em dois grupos: o som incidente/directo e o som reflectido (fig. 14). Consequentemente estes tipos de sons definem duas zonas distintas no espaço: o campo directo e o campo reverberado. Este último resulta do encontro das ondas sonoras com obstáculos, nos quais parte da energia incidente é absorvida e a parte restante é reflectida. Desta forma, e consecutivamente, o som vai perdendo energia até ser totalmente anulado.

A **reverberação**, causa do campo reverberado, é a persistência de um som audível após a cessação do som directo. Esta também pode ser explicada como sendo um eco num intervalo de tempo tão curto que não permite distinguir os vários sons. Note-se que o aumentar da

82 SILVA, P. Martins da - **Acústica de Edifícios**, 1978, p.3

83 “Tectónica”, 1995, p.1

distância de tempo entre o som directo e a reverberação possibilita a distinção dos vários sons, pois o nosso ouvido tem capacidade de distinguir dois sons a partir de uma distância temporal de 55 milésimos de segundo (ou seja 0,055 segundos), o que equivale aproximadamente a uma distância de 17 m entre a fonte e o receptor, sendo que a velocidade de propagação do som no ar é de 340 m/s.

O **tempo de reverberação** (T_r) é o parâmetro mais utilizado na avaliação da qualidade acústica interior de espaços fechados. Este consiste no período de tempo de anulação de um som provocado num espaço, sendo que, e.g., uma sala com elevada absorção tende para um T_r nulo. Em termos mais rigorosos define-se como sendo o tempo necessário para a pressão sonora cair a 1/1000 do seu valor inicial, após a cessação do som directo. Para se atingir um T_r desejado tem de se ter em conta: a superfície e natureza das paredes; o tipo de mobiliário e número de ocupantes; a localização das fontes sonoras; o espectro de frequências do som irradiado pela fonte sonora; a geometria e o volume do recinto. Ao projectar edifícios de cariz público, o arquitecto tem de ter em conta a lei portuguesa que determina T_r máximos para edifícios públicos (e.g. ginásios, restaurantes, bibliotecas). Apesar de certos programas já disporem de regulamentação, existem tabelas que sugerem tempos de reverberação ideais (fig. 15).

Tanto a reverberação como o eco são considerados **defeitos acústicos** à semelhança das reflexões tardias, da existência de zonas não atingidas pelo som, da existência de zonas de concentração de som (provocando a concentração de reflexões curtas) e dos ecos flutuantes (sucessão rápida de pequenos ecos entre paredes reflectoras paralelas).

Existem dois modos distintos, mas habitualmente confundidos, de trabalhar a acústica de uma sala. O primeiro método consiste no tratamento do som através do **isolamento sonoro**. Este consiste na interrupção de transmissão de sons indesejáveis entre o exterior e o interior e/ou entre espaços interiores. Já o segundo método, o **condicionamento sonoro**, trata de controlar o som de modo a optimizá-lo. O isolamento de um espaço interior fechado aumenta com: o aumento da massa das paredes; um grande espaçamento entre perfis de ligação (minimizando assim ligações entre os elementos do edifício); o eliminar de ligações físicas; panos de paredes com massas diferentes; ligações feitas com material resiliente; a separação máxima entre os dois panos de parede; material isolante na caixa-de-ar e o perímetro bem calafetado.

As principais características físicas do som são a intensidade e a frequência. A **intensidade** sonora é medida em decibéis (dB), consiste na potência recebida por unidade de

Figura 16 – Tabela de CA de alguns materiais comuns (por ordem alfabética).

A cinza está os materiais usados nos espaços analisados das termas (capítulo seguinte).

Fontes: HENRIQUE, Luís L. - **Acústica musical**, p.767 e <http://www.acousticalsurfaces.com>

Materiais	CA (por bandas de frequência)					
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Água	0,008	0,008	0,013	0,15	0,2	0,25
Alcatifa densa sobre betão	0,02	0,06	0,14	0,37	0,60	0,65
Alcatifa densa sobre borracha	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73
Alcatifa leve sobre betão	0,02	0,04	0,08	0,2	0,35	0,4
Argamassa	0,14	0,1	0,06	0,05	0,04	0,03
Azulejo esmaltado	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Betão denso e pintado	0,1	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08
Betão leve e poroso	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25
Betão ou calçada	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02
Campo aberto exterior	1	1	1	1	1	1
Campo aberto interior	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Couro	0,14	0,35	0,55	0,72	0,70	0,65
Cortina pendurada em contacto com a parede	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Gesso cartonado (2 placas)	0,28	0,12	0,1	0,17	0,13	0,09
Gesso ou reboco (acabamento rugoso)	0,14	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03
Gesso ou reboco (acabamento liso)	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04	0,03
Linóleo, asfalto, borracha, cortiça ou azulejo sobre betão	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Madeira	0,15	0,11	0,1	0,07	0,06	0,07
Mármore	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Painéis de contraplacado	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11
Painéis de contraplacado fino	0,42	0,21	0,1	0,08	0,06	0,06
Pedra	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Soalho de madeira sobre betão	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Soalho sobre vigas de madeira com caixa-de-ar	0,15	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Tijolo	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Tijolo pintado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Vidro duplo	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Vidro vulgar	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04

área e é praticamente igual ao nível de pressão sonora.⁸⁴ A **frequência** é a propagação das ondas sonoras, medidas em hertz (Hz)⁸⁵. Esta é a unidade de frequência igual a um ciclo por segundo, em que ocorrem oscilações de pressão acústica periódica. O ser humano pode ouvir frequências que vão dos 16 Hz aos 20'000 Hz, sendo que os sons abaixo são infra-sons e os superiores são ultra-sons.⁸⁶

ii) Regulamentação⁸⁷

Em Portugal existe desde 1992 legislação que tem por objectivo prevenir o ruído e controlar a poluição sonora, mediante o ruído de vizinhança e as actividades ruidosas permanentes ou temporárias, susceptíveis de causar incómodo. O regulamento define os limites máximos de reverberação para os programas susceptíveis a sofrer problemas acústicos⁸⁸, os métodos de os medir, quais são as medidas a tomar de forma a que esses limites não sejam ultrapassados. Tudo isto está dependente do tipo de zona em que se encontram localizados os edifícios pois faz-se uma divisão territorial segundo nível de ruído por zonas sensíveis e zonas mistas – a definir pela câmara municipal. As entidades responsáveis ficarão sujeitas a pagamento de multas caso não seja cumprida a regulamentação. A regulamentação é apresentada em decreto-lei através do *Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)*, que sofreu a última actualização em 2008. Este “regula a vertente do conforto acústico no âmbito do regime da edificação, contribuindo para a melhoria da qualidade do ambiente acústico e para o bem-estar e saúde das populações, em articulação com o regime jurídico relativo ao ruído ambiente”.⁸⁹

iii) Cálculos e programas

Na transição para o séc. XX, o físico americano Wallace Sabine (1868-1919) iniciou os estudos científicos sobre a acústica arquitectural. Compreendendo a importância do Tr na qualidade acústica das salas desenvolveu uma fórmula através da qual se obtém o Tr de modo

84 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, pp.247,248. E.g. a brisa na folhagem são 10 dB, uma conversação normal são 60 dB enquanto que a descolagem de um avião são 150 dB.

85 Heinrich Hertz (1857-1894), físico alemão, demonstrou existirem ondas electromagnéticas com comprimentos de onda diferentes dos da luz visível. Essas ondas ganharam o seu nome.

86 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.167

87 Ver anexo 1

88 Segundo o artigo 1º alínea 2, o RRAE aplica-se a construções, reconstruções, ampliações ou alterações de edifícios habitacionais e mistos, unidades hoteleiras, edifícios comerciais e de serviços, e partes similares em edifícios industriais, edifícios escolares e similares, e de investigação, edifícios hospitalares e similares, recintos desportivos, átrios ou salas de embarque das estações de transporte de passageiros e auditórios.

89 Decreto lei, p.3359

Figura 17 – Exemplos de simulação acústica.
Fonte: "Tectónica", pp.109 e 110

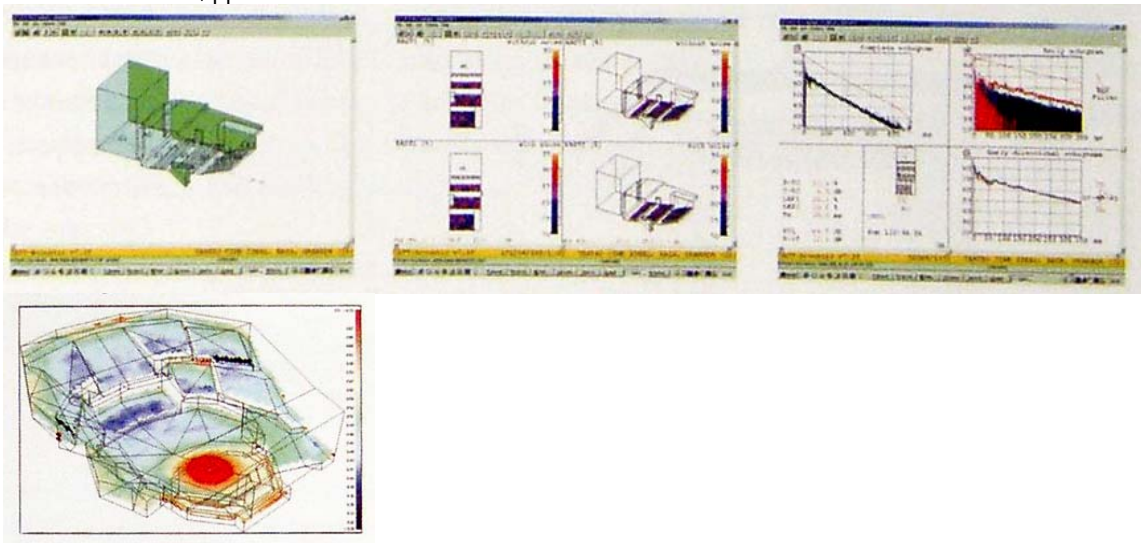


Figura 18 – Comportamento acústico dos materiais porosos com o aumento da sua espessura.

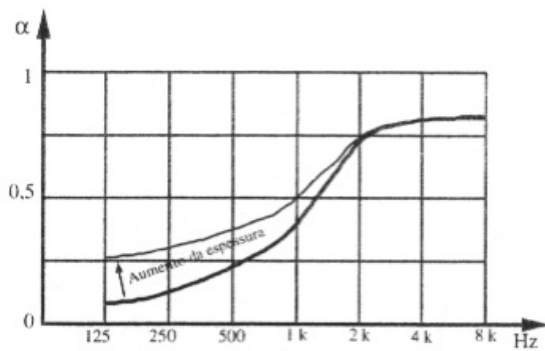


Figura 19 – Esponja: material de revestimento altamente absorvente.
Fonte: www.casadamusica.com

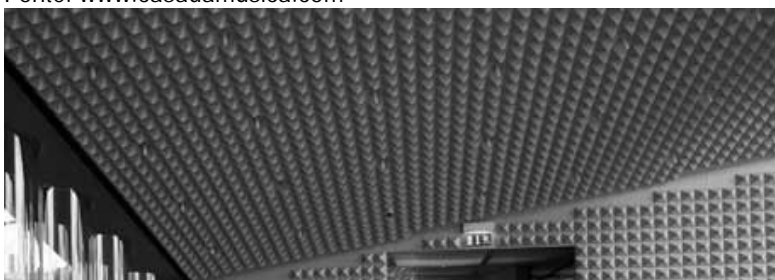
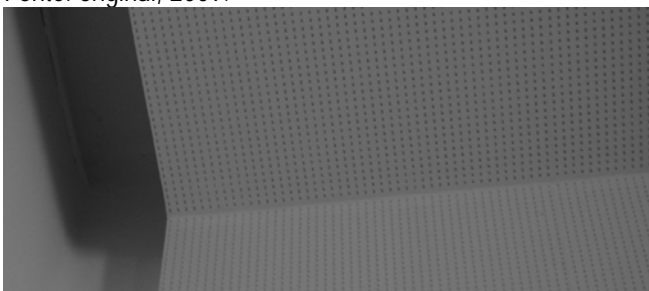


Figura 20 – Painel de gesso cartonado perfurado.
Fonte: original, 2009.



aproximado.⁹⁰ A *Fórmula de Sabine* permite saber o Tr de uma sala antes mesmo de ser construída, de modo a adequá-lo à função do espaço. Esta fórmula consiste no cálculo do tempo, em segundos, que o som leva a diminuir 60 dB⁹¹, através dos dados do volume do espaço em questão, da área de cada material de revestimento e dos respectivos coeficientes de absorção sonora (CA) (fig. 16). O cálculo através da fórmula conduz a bons resultados – para programas onde a comunicação é essencial – se os materiais que compõem o espaço apresentarem CA baixos ($\alpha_{\text{médio}} \leq 0,1$) e se estes valores estiverem distribuídos de modo uniforme por todo o espaço, i.é., se todos os presentes ouvirem o som com clareza.

$$Tr = 0.161 \frac{V}{\sum_{i=1}^N s_i \alpha_i}$$

α_i é o CA do material i
 s_i é a área do material i
 N é o número de materiais diferentes
 V é o volume do compartimento em m³

Existem também no mercado programas para simulação e previsão acústica em computador, e.g. *CATT*[®] e *Odeon*[®].⁹² Tratam-se de *softwares* que simulam a acústica interior de edifícios novos, assim como a avaliam em construções já existentes (fig. 17): auditórios, salas de concerto, igrejas, terminais de aeroporto, pavilhões industriais e estações de metro, entre outros.

Cada um destes programas têm características de funcionamento e resultados diferentes, embora tenham como objectivo principal comum a previsão das características acústicas de uma sala que, *per se*, é um processo no qual, por meio de algoritmos de acústica geométrica, infere ecogramas distribuídos em bandas de oitavas e baseados no modelo tridimensional de uma sala. A partir destes ecogramas podem estimar-se vários parâmetros de qualidade acústica: a inteligibilidade da fala, o Tr, a estatística de absorção média, entre outros.

d) Materiais e técnicas construtivas

São inúmeros os materiais e as suas respectivas técnicas de aplicação, mas podem classificar-se no âmbito da acústica pelas características da sua superfície e fixação, tendo em conta que pode tratar-se de parede, chão, tecto ou em suspensão. Estas características são cruciais na caracterização sonora do espaço pois determinam a intensidade do corpo do som que é reverberado e quais as bandas de frequência mais presentes.

90 HENRIQUE, Luís L. - Acústica musical, 2002, p.33

91 60 dB é o tempo necessário para o nível sonoro diminuir desde um valor normal a um valor baixo de audibilidade.

92 "Tectónica", 1995. pp.109,110

Figura 21 – Esquema funcional do ressoador e respectivo comportamento acústico.

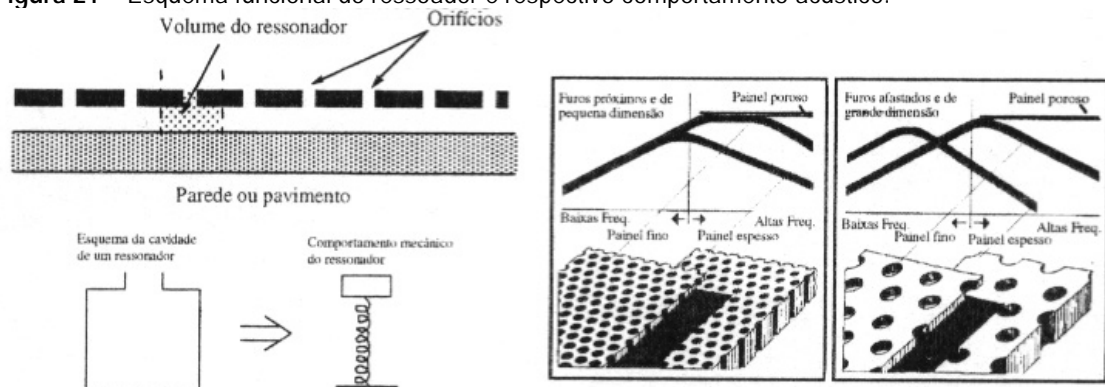


Figura 22 – Comportamento acústico das membranas.

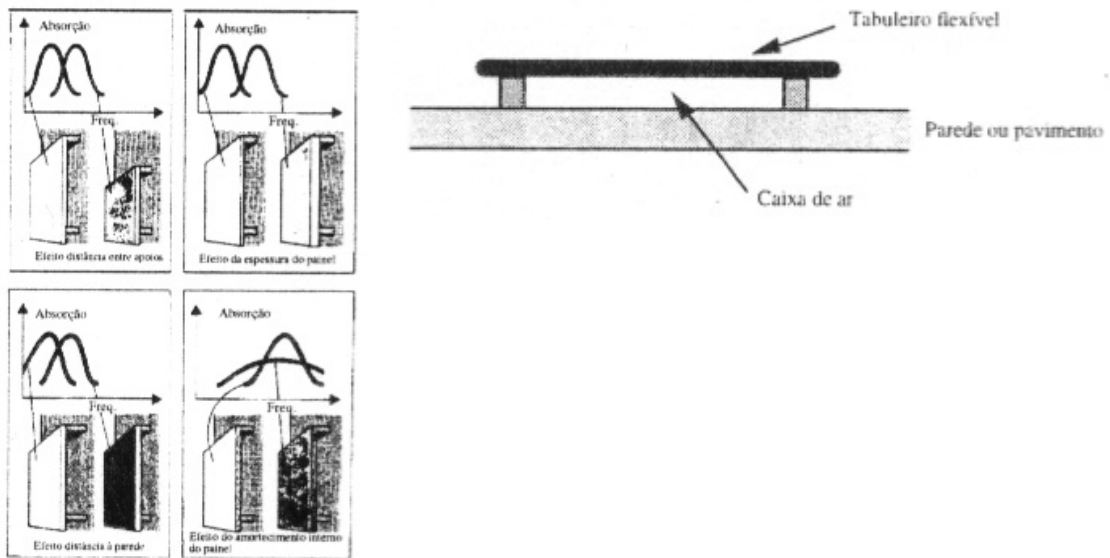


Figura 23 – Exemplo de Steven Holl.
Fonte: "Tectónica", p.10.



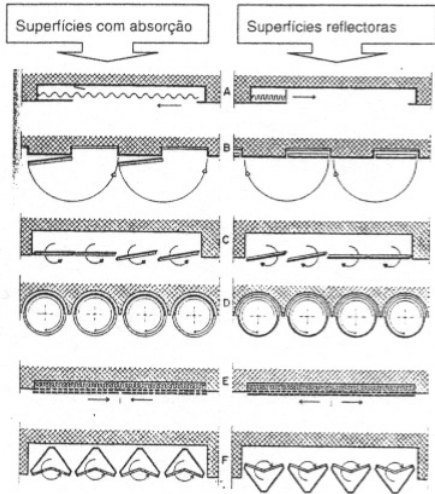
- O material rugoso ou irregular é difusor de som, logo oferece um AS à sala mais homogéneo.
- O material de superfície lisa tem muita reflectância às ondas sonoras, o que permite, com o devido controlo, direccionar o som para determinado local no espaço. Esta é uma opção frequentemente utilizada nos tectos dos auditórios.
- O material que é fixo numa superfície de apoio (vertical ou não) com determinado espaçamento entre cada unidade de material e determinado espaçamento entre o material e a superfície de apoio provoca um efeito de ressoador, i.é., absorve as frequências de uma certa banda de frequência pretendida.

Por sua vez o próprio material tem um CA ($0 < \alpha < 1$) que corresponde à razão entre a energia sonora absorvida por ele e a energia sonora incidente, resultando das características físicas do material. Portanto quanto maior é o CA α maior é a absorção do som e, pelo seu inverso, quanto menor é o CA α , maior é a reflectância do som. Os materiais mais usados para controlo do Tr são os porosos, os ressoadores, as membranas, as soluções mistas e as de absorção variável.

- Os materiais porosos ou fibrosos são absorventes, sendo que esta propriedade permite-lhes serem eficazes para as frequências altas (1600 Hz a 6400 Hz) (fig. 18) e permite difundir o som, tornando o ambiente menos agressivo ao ouvido (e.g. lã mineral, espumas, em estúdios de gravação). E.g. a sala *Cybermusica* na Casa da Música (fig. 19) tem “condições sonoras privilegiadas. Está vocacionada para a apresentação pública de projectos musicais e para o desenvolvimento de pesquisa e experimentação no âmbito das tecnologias da informação.”⁹³ Daí estar revestida com uma esponja com relevos de modo a aprimorar a absorção sonora.
- Os ressoadores são mais eficazes nas frequências médias (400 Hz a 1600 Hz), sendo que a frequência que o ressoador elimina é tanto mais alta quanto menor for a secção da abertura, maior a profundidade do gargalo e maior o volume (e.g. painel de gesso cartonado, corticite) (fig. 20 e fig. 21).
- As membranas são constituídas por uma placa flexível separada da sua base de suporte através de apoios. Este tipo de material é mais eficaz nas frequências baixas (100 Hz a 400 Hz) pois a membrana, ao vibrar com as frequências baixas, redu-las e/ou elimina-as (fig. 22).
- As soluções mistas de materiais absorventes permitem juntar sistemas diferentes com o objectivo de absorver uma gama mais vasta de frequências ou de modo a rentabilizar custos, associando o isolamento acústico com o isolamento térmico, entre outras razões técnicas.

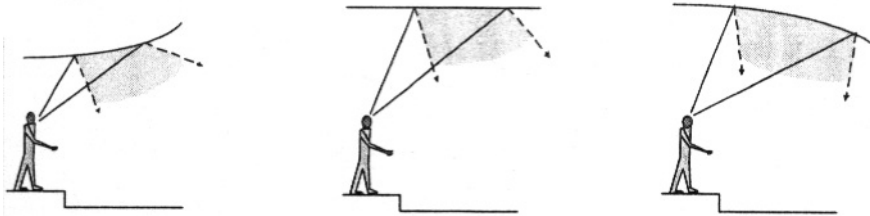
93 www.casadamusica.com

Figura 24 – Exemplos de sistemas combinados.



- A – cortina de correr
- B – Painéis articulados
- C – Painéis rotativos
- D – Cilindros rotativos
- E – Painéis perfurados de correr
- F – Elementos triangulares rotativos

Figura 25 – Esquema de superfícies.

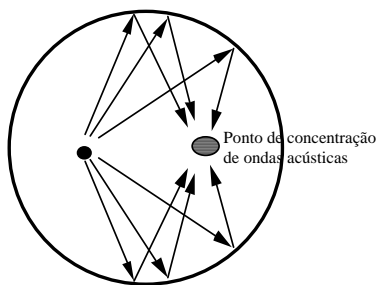


A. Superfície convexa

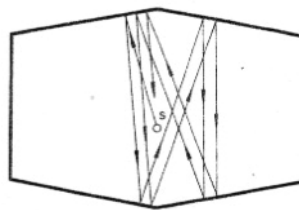
B. Superfície plana

C. Superfície côncava

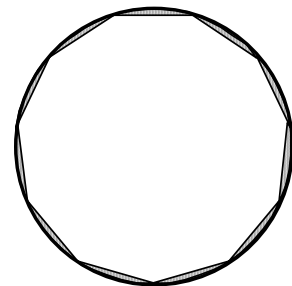
Figura 26 – Esquema de geometrias.



A. Espaço circular



B. Espaço paralelepípedo



C. Espaço poligonal

Temos como exemplo a ampliação de um antigo armazém na Holanda (fig. 23) projectada pelo arquitecto norte-americano Steven Holl (1947-) em 2000: o material absorvente insere-se nas bandejas metálicas furadas que configuram os paramentos. Ele integra desta forma dois mecanismos de absorção no conceito arquitectónico.

- A absorção variável para salas polivalentes (fig. 24) consiste igualmente na junção de várias soluções mas com a diferença de serem alternáveis consoante o efeito acústico que se pretende dar ao espaço em questão.

e) A geometria do espaço

O desenho dos limites físicos do espaço tem influência no percurso que o som vai fazer dentro de uma sala até desaparecer. Este percurso é determinado pelas ondas sonoras, normalmente representadas por rectas nos esquemas, que colidem com as superfícies e são redireccionadas consoante o ângulo a que estiver o plano.

- As superfícies muito irregulares - à semelhança das rugosas - são difusoras de som pois as ondas sonoras são subdivididas e enfraquecem.

- As superfícies reflectoras convexas tendem a dispersar o som em todas as direcções, difundindo o som (fig. 25 A).

- As superfícies planas são reflectoras para determinada direcção (fig. 25 B).

- As superfícies reflectoras côncavas tendem a concentrar o som num ponto, que é o centro de curvatura da superfície⁹⁴ (fig.25 C).

- Num espaço circular o som não é distribuído de forma homogénea pois os raios sonoros têm tendência a concentrarem-se num só ponto da sala (fig. 26 A).

- Num espaço quadrangular (ou de lados quase paralelos) acontece o fenómeno dos ecos flutuantes pois há superfícies paralelas (fig. 26 B).

- Num espaço poligonal o AS é mais homogéneo, pois os raios sonoros são distribuídos de forma homogénea por todo o espaço (fig. 26 C).

- Num espaço de grandes dimensões o Tr é maior do que nos pequenos espaços, porque acontecem todos os tipos de deslocação do som – o som directo, o eco e a reverberação. A partir do momento em que a primeira captação do som diste 17 m da sua segunda recepção acontece o fenómeno de eco. Portanto se uma das paredes, ou o tecto, estiver a mais de 17 m do ouvinte, será ouvido o eco.

94 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, p.764

- Num espaço de pequenas dimensões não acontece o fenómeno do eco, mas sim a reverberação pois as distâncias não são suficientes para provocar no ouvido a distinção clara entre o som directo e o eco.
- Num espaço com pé direito alto verificam-se reflexões tardias.

Assim, e apenas através da geometria de um espaço, já se consegue definir um determinado AS.

f) Combinações dinâmicas

A obra de arquitectura só por si não produz som, mas retribui-o, tornando-se portanto audível e inteligível pois “o som muda o espaço e torna a sua escala compreensível”⁹⁵. Este fenómeno resulta dos reflexos sonoros que ouvimos, como se a arquitectura se tratasse de um espelho acústico. Esses reflexos são determinados tanto pela sua materialidade (0 como pela sua geometria espacial (e), definindo assim as propriedades acústicas que formarão na mente do ouvinte o carácter sonoro do espaço (fig. 27). Neste procedimento, já entram em jogo fenómenos do foro subjectivo tratados nas estratégias da *Estratégias subjectivas – Fase de Utilização*.

Dentro das combinações dinâmicas inclui-se a presença de mobiliário ou de decoração. Estes influenciam directamente o AS, pois podem ser compostos por materiais reverberantes ou absorventes, ter uma geometria própria e vir subtrair mais ou menos volume ao espaço. E.g. a talha barroca nas igrejas funciona como difusor de som e tem um efeito de painel absorvente devido a “algum efeito de porosidade ou de **ressonância**”⁹⁶, causado pelos pequenos espaços de ar formados na superfície da talha (...)”⁹⁷ e por terem uma maior área de superfície de madeira exposta ao som, originada pelas protuberâncias da escultura.

Outro resultado concreto de combinação dinâmica é o fenómeno acústico das casas de banho. O facto de muitas pessoas gostarem de cantar no chuveiro, está relacionado com os modos acústicos⁹⁸ das casas de banho, que amplificam a voz, tornando-a artificialmente potente. Isto deve-se ao facto das paredes estarem revestidas de azulejos, material que reflecte

95 AAW - *Questions of Perception*, 1994, p.31

96 A ressonância é a geração de ondas permanentes num espaço e numa frequência específica que correlacionam certas fracções de ondas sonoras múltiplas, com as dimensões de um espaço.

97 CARVALHO António P. O.; LENCASTRE Margarida - *Absorção Sonora de Retábulo em Talha Barroca*, 2002, p.8 – Aos pequenos espaços de ar formados pela talha podem ser chamados de modo informal, ressoadores, pois provocam o efeito de ressoador.

98 Modos acústicos: A vibração complexa de um corpo pode ser vista como um somatório de ondas ou como um somatório de modos. Um dos problemas correntes em acústica de salas é tentar eliminar esses modos, pois a partir de uma determinada frequência, o número de modos cresce exponencialmente, tornando-se impossível separá-los. HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, pp.149,150

Figura 27 – Parcelas de cortes e plantas da caixa de escadas do projecto *Blind Hotel*. A caixa de escadas alta e estreita indica acusticamente a subida; o betão enquanto materialidade ajuda na reverberação do som.

Fonte: original, 2008.

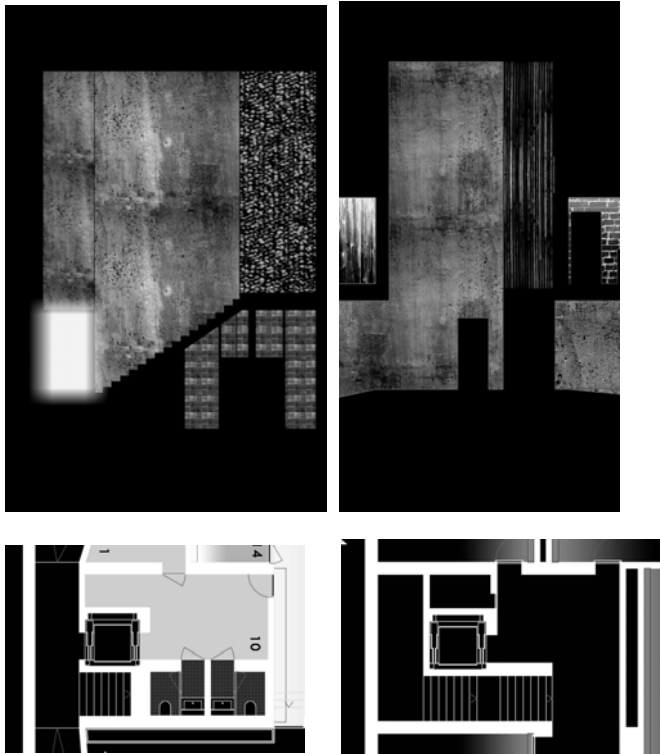
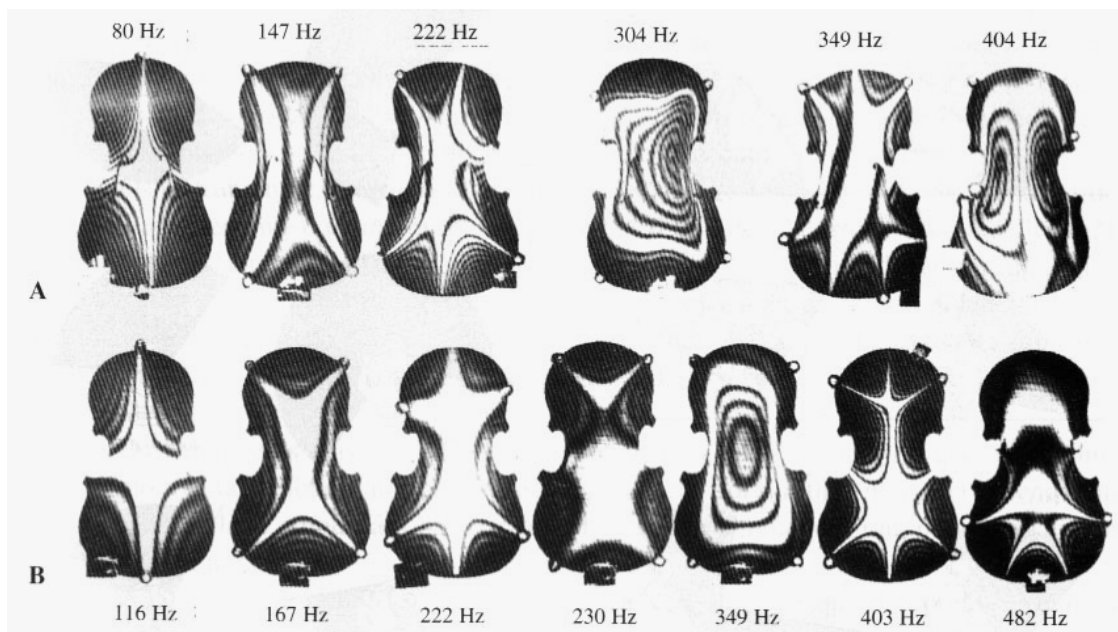


Figura 28 – Modos próprios das placas livres de um violino. Isto vem exemplificar a variabilidade da distribuição de frequências num *espaço* consoante a sua geometria e materialidade.

A: Tampo superior; B: Costas.

Fonte: Henrique, Luís L. - *Acústica musical*, p.377.



aproximadamente 98% da energia sonora incidente ($\alpha_{\text{médio}} = 0,02$), são divisões semelhantes a pequenas câmaras reverberantes. Além disso o som é reforçado em determinadas frequências correspondentes aos modos nas três dimensões – i.é. em largura, comprimento e altura – o que torna o fenómeno muito mais intenso quando a sala é cúbica.⁹⁹

É da combinação dos dois leques de hipóteses, geometria e materialidade, que nasce o **timbre** do espaço¹⁰⁰. O timbre é uma característica sonora própria dos instrumentos musicais, pois estes são qualificados pela sua uniformidade tímbrica, entre outras características.¹⁰¹ Esta referência em arquitectura justifica-se pela comparação entre o espaço arquitectónico e o instrumento musical, pois ambos funcionam acusticamente da mesma forma, embora a escalas diferentes (fig. 28). Esta comparação não é nova. Arquitectos como Peter Zumthor, Rasmussen – já referidos neste trabalho – e Daniel Libeskind, e.g., já o fizeram anteriormente. Peter Zumthor exclama “Oiçam! Cada espaço funciona como um instrumento grande, colecciona, amplia e transmite os sons. Isso tem a ver com a sua forma, com a superfície dos materiais e com a maneira como estes estão fixos (...)”.¹⁰² Já Libeskind é mais detalhado afirmando que os “edifícios providenciam espaços para viver mas são também de facto instrumentos, dando forma ao som do mundo. A música e a arquitectura estão ligadas não apenas pela metáfora mas também pelo espaço concreto. Cada edifício que admirei é de facto um instrumento musical cujo desempenho dá ao espaço uma qualidade que parece muitas vezes ser transcendente e imaterial.”¹⁰³ Ao caracterizá-lo desta forma, Libeskind está a referir-se inconscientemente ao timbre. O timbre é a qualidade do som pela qual se reconhece a natureza da fonte sonora, que pode definir-se pela noção aproximada da cor do som e nos faz distinguir dois sons da mesma altura e intensidade, produzidos por vozes ou instrumentos distintos.¹⁰⁴

A estratégia *combinações dinâmicas* faz a ponte com a fase de utilização pois está-lhe subjacente uma componente subjectiva associada ao timbre do espaço.

99 HENRIQUE, Luís L. - **Acústica musical**, 2002, p.784

100 A teoria clássica do timbre é explicada por Helmholtz, no seu livro *On the sensations of tone*, do final do séc.XIX, no qual explica uma teoria sobre o que ainda hoje é conhecido sobre o timbre. Helmholtz concebia o som como um invólucro composto por três sequências: o ataque, o período estável e a queda. Segundo a sua teoria, o que faz distinguir os diferentes timbres são os períodos de duração e a amplitude de cada uma destas fases. “A conclusão de Helmholtz foi de que o espectro tem uma correlação muito simples com as qualidades tímbricas do som. E.g., a descrição qualitativa de um som brilhante correlaciona-se com espectros que possuem muita energia nas frequências altas, ou seja componentes agudas com amplitudes significativas.” - <http://www.scribd.com/doc/504670/elementos-de-acustica>. pp.31, 32

101 HENRIQUE, Luís L. - **Acústica musical**, 2002, p. 326. Um instrumento considerado *bom* cumpre as seguintes funcionalidades: facilidade de produção dos sons, boa resposta mecânica, estabilidade de afinação, uniformidade tímbrica e características subjectivas que variam de músico para músico.

102 ZUMTHOR, Peter – **Atmosferas**, 2006, p. 29

103 Cf. MIKESCH, W. Muecke; MIRIAM, S. Zach – **Resonance**, 2007, p.172

104 Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. 1992, vol.17

3.2. Estratégias subjectivas – Fase de Utilização

Os acontecimentos físicos tratados na fase de concepção apenas estão ligados indirectamente à percepção humana. O processo mental de interpretação via audição acontece depois do fenómeno físico do som (externo e independente do corpo humano), quando “[o] nosso *cortex* auditivo converte estes atributos físicos em extremidades perceptivas, as quais usamos de seguida para sintetizar uma experiência do mundo exterior.”¹⁰⁵

Para esta fase de estratégias pretende-se que o arquitecto ganhe uma perspectiva da medida em que o seu projecto irá influenciar a percepção das pessoas e os seus comportamentos, através de conceitos de psicofisiologia da acústica, antropologia do som e sociologia. Isto permite “[r]epensar o lugar do indivíduo e do seu corpo no centro do pensamento da produção de espaço, numa tentativa de recuperação do corpo abandonado da filosofia ocidental”.¹⁰⁶

g) Parâmetros acústicos subjectivos¹⁰⁷

Na base de todas as percepções estão os fenómenos de interpretação sonora. A reverberância, a intimidade, a clareza, o envolvimento, a sensação de intensidade, a espacialidade, o calor, o equilíbrio tímbrico, a direccionalidade e o ruído de fundo são características do espaço sonoro de cariz subjectivo e de quantificação difícil.

A **reverberância** é o sentido de reverberação percebida num espaço ou numa gravação. A vida de uma sala depende fundamentalmente da reverberação das médias e altas frequências, porque a sala pode ter pouca reverberação nas frequências graves e continuar a sentir-se que é uma sala com vida. Trata-se de uma característica subjectiva da acústica de uma sala.

A **clareza** é também uma característica subjectiva que mede o grau de definição com que os sons são percebidos, como distintos e claros. Usa-se o termo inteligibilidade para designar a clareza com que se percebem as palavras.

A **intimidade** acústica é a sensação auditiva da proximidade da fonte sonora. Quando uma sala tem intimidade acústica, a música nela executada soa como numa sala pequena, ou seja há uma sensação de estar numa sala pequena, mesmo que não seja o caso.

105 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.2

106 MARTINHO, Cláudia - *Estimul_ acções*, 2002, p.129

107 HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, 2002, pp.791-792

O **envolvimento** sonoro é o sentimento de estar imerso no som ou rodeado por ele. Este resulta da maneira como o som se distribui no espaço, se difunde nele. Se houver um bom envolvimento o ouvinte sente que lhe chega aos ouvidos a mesma energia sonora de todas as direcções, tendo que ver com o campo difuso, ou seja, uma região em que a energia sonora surge em todas as direcções.

O equilíbrio, também designado **equilíbrio tímbrico**, pois é de timbres que se trata, é uma característica subjectiva da acústica de uma sala, que consiste na sensação de que não há desigualdade na percepção de todos os sons, nomeadamente música vocal e instrumental, solistas e orquestra. O equilíbrio de uma sala é a sua resposta comparativa relativamente aos vários naipes de uma orquestra, entre instrumentos de timbre e extensão diferentes, considerando também a voz humana.

Numa sala **quente** sente-se mais a riqueza dos sons graves (75-350 Hz), em relação às médias frequências (350-1400 Hz). Se a sala amplificar muito os graves ou atenuar muito os agudos, os músicos descrevem-na como escura.

Perceber a **direccionalidade** consiste em sentir que o som vem na direcção em que vemos a fonte sonora. Por vezes acontece termos a sensação de que o som é emitido de um ponto diferente daquele que observamos ser.

Por último, como **ruído de fundo** consideram-se os ruídos interiores e exteriores, nomeadamente sistemas de ventilação, tráfego e todo o tipo de som que perturba a conversação e audição daquilo que se espera ouvir.

h) Percepções do espaço sonoro

Existem três modalidades de apreensão do mundo: a visual que dá uma percepção global do ambiente, a quinestésica que funciona com base na experimentação e a auditiva que está ligada à percepção de pormenores.¹⁰⁸ Estes pormenores fornecem informações que se tornam uma ferramenta de localização espacial, temporal, social, entre outros seguidamente referidos. Segundo Holl, os “fenómenos físicos activam percepções externas enquanto que fenómenos mentais activam percepções interiores.”¹⁰⁹ A percepção do som permite uma série de apreensões externas que ajudam a pessoa a situar-se no mundo, pois a noção de **espaço sonoro** consiste no resultado da junção de um lugar com o seu carácter sonoro.

108 Conceitos do Programa neuro-linguística (PNL). Fonte: ACAPO

109 Cf. MIKESCH, W. Muecke; MIRIAM, S. Zach – **Resonance**, 2007, p.56

“O som é absorvido e percebido pelo corpo inteiro. Uma parada (...) remexe o estômago, uma explosão pode abanar-nos e fazer doer a cabeça. Uma sequência de sons pode ter o mesmo efeito na psique.”¹¹⁰ O som atinge assim um enorme impacto psicológico nas nossas vidas, pois somos biologicamente incapazes de fechar os nossos ouvidos: segundo Murray Schafer “[e]stamos condenados a ouvir”¹¹¹. Acabamos assim por ser mais vulneráveis ao som do que à imagem, pois controlamos fisicamente o que queremos captar através da visão – com um fechar de olhos – ao invés do som, que só pode ser controlado através da abstracção mental.

O AS tem influências no humor e nos mecanismos da memória: a pessoa tem reacções espontâneas sem ter consciência clara que o estimulador sensorial e mental é o próprio ambiente. Entra aqui em jogo o papel da psicologia arquitectural¹¹². Esta consiste em fornecer uma base científica para os pressupostos implícitos nas relações entre as características ambientais e a sua correspondente resposta psicológica, de modo a contribuir para um projecto centrado no utilizador. As categorias fundamentais de informação para esta psicologia arquitectural, referidas por Soczka e adequáveis ao estudo do AS, são:

- O comportamento das pessoas, definido pelo tipo de actividades desenvolvidas no espaço, tem origem no seu programa;
- As avaliações diferenciais através da hierarquia de prioridades conceptuais;
- A relação comportamental do indivíduo com o seu ambiente arquitectónico.¹¹³

Partindo destas informações da psicologia arquitectural, as principais componentes do espaço sonoro podem ser dissecadas, segundo Blesser, em cinco tipos de percepção espacial: *social, musical, navegacional, estética e simbólica*.¹¹⁴ A estas percepções, propõe-se acrescentar as *escalas de privacidade, a Sonoridade cultural, a Emotividade sonora e a multi-sensorialidade*.

i) Escalas de privacidade

A consciência acústica do arquitecto resulta na combinação harmoniosa entre o programa e a sua **envolvente**. Quando se refere a envolvente remete-se, não só para a *casca*, mas também para o que envolve essa *casca*. O arquitecto Peter Zumthor fala da tensão existente entre o interior e o exterior dos edifícios: “Desenrola-se então o jogo entre o indivíduo e

110 HOLL, Steven; PALLASMAA, Juahni; PEREZ-GÓMEZ, Alberto - *Questions of Perception*, 1994, p.87

111 Cf., BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.59

112 SOCZKA, Luís (org.) - *Contextos Humanos e Psicologia ambiental*, 2005, p.70 – A psicologia arquitectural consiste no estudo da relação entre o desenho arquitectónico e o comportamento dos utilizadores.

113 SOCZKA, Luís (org.) - *Contextos Humanos e Psicologia ambiental*, 2005, p.76

114 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007.

Figura 29 – Alcova e janela baixa com abertura para o jardim.
Fonte: ALEXANDER, Christopher; ISHIAWA, Sara; SILVERSTEIN, Murray - *A pattern language*, pp.986, 1050.

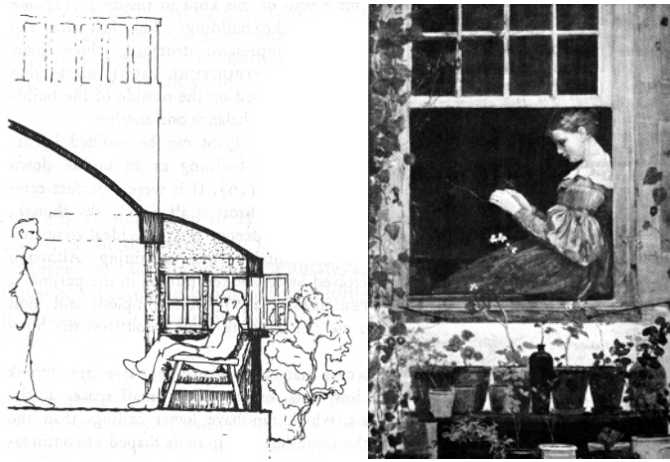


Figura 30 – Relações do edifício com a natureza: Claustro da Batalha.
Fonte: original, 2009.



o público, entre a privacidade e o público.”¹¹⁵ O conceito de privacidade de um espaço está intimamente ligado ao sentido da visão, mas também ao da audição. As relações de contacto auditivo fazem-se com o ambiente externo, entre pessoas e a um determinado grau através de noções de proximidade, distância, tamanho, dimensão, escala humana e amplitude. Zumthor intitula estas relações de “degraus da intimidade”¹¹⁶.

i) Interior / natureza

A implantação, a orientação e a presença da Natureza (vegetação, água, vento, mar) influenciam o conforto acústico de quem habita o edifício. Surge aqui uma dicotomia na relação interior/exterior na arquitectura. O simples acto de desenhar janelas viradas para o jardim ou pátio (fig. 29) levará as pessoas a entrarem em contacto auditivo mais frequente com o AS exterior, pois terão maior tendência a abrir uma janela virada para a natureza do que para a estrada; isto acontece tanto por causa do tipo de sons – melodias da natureza ou ruído urbano - como por questões de privacidade – acústica e visual. A tipologia do claustro (fig. 30 e fig. 31) é um exemplo de solução arquitectónica que demonstra a vontade de abertura para os sons da natureza¹¹⁷ (e.g. a água numa fonte, os pássaros) e para os elementos climatéricos (a chuva, o vento na folhagem), mas com privacidade em relação à vida exterior. Isto prende-se principalmente a questões simbólicas de ordem religiosa.

A cultura oriental, em contraste com a ocidental, enfatiza as modalidades sensoriais do ser humano na relação da arquitectura com a natureza, através de uma maior permeabilidade dos edifícios ao ambiente externo. Um dos exemplos dessa relação de proximidade na arquitectura japonesa é a casa de banho. O seu afastamento da casa e a presença dos sons da natureza são condições indispensáveis para fazer deste sítio um local de meditação e descanso: “ouvir cair uma chuva suave e regular (...) escutar bem de perto o barulho apaziguador das gotas que, caindo no beiral ou das folhas da árvore, salpicam o pé das lanternas de pedra (...) estes locais convêm ao canto dos insectos, ao gorjeio dos pássaros (...).”¹¹⁸ Esta relação auditiva acontece graças à permeabilidade que este elemento oferece ao AS exterior: o soalho apresenta estreitas e longas frinchas para onde se varre o lixo e entra o som. Também acontece

115 ZUMTHOR, Peter – *Atmosferas*, 2006, p.47

116 ZUMTHOR, Peter - *Atmosferas*, 2006, p.51

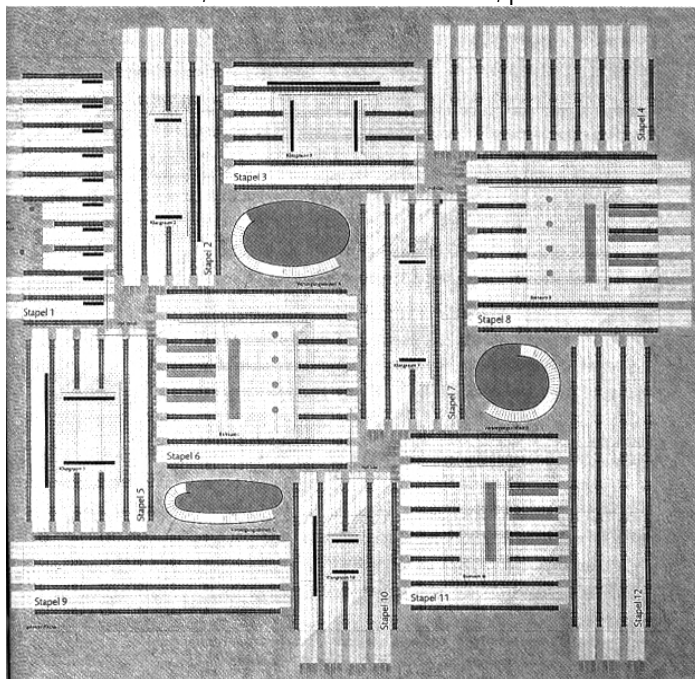
117 CARVALHO, Anabela P. de Babo - *Caracterização Acústica de Claustros Religiosos Históricos*, 2005, p. 16

118 TANIZAKI, Jun'ichiro - *Elogio da sombra*, 1999, pp.11, 12

Figura 31 – Claustro do Convento dos Lóios, Évora. Convertido em pousada.
Fonte: original, 2009.



Figura 32 – Planta da água da chuva.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - *Swiss Sound Box*, p. 191.



nas casas onde as próprias divisórias são de *shōji*¹¹⁹ permitindo uma permeabilidade sonora que não se encontra no ocidente.

A arquitectura ocidental nega a relação sonora espontânea com o mundo exterior através do aperfeiçoamento dos sistemas de isolamento acústico (directamente associados ao isolamento térmico) e pela própria concepção espacial de base que é a parede. Ainda assim vão surgindo experiências onde as relações espaciais se abrem a novos conceitos. O pavilhão temporário do arquitecto Peter Zumthor, *Swiss Sound Box*, revela esta vontade de contactar com os elementos da natureza através da permeabilidade da construção ao vento e à chuva. As “forças do **vento** são um factor determinante na construção da *Sound Box*. Ele penetra através das pequenas frinchas entre as ripas, introduzindo movimentos rítmicos.”¹²⁰ O arquitecto também desenhou “uma planta específica que mostra onde e como a **chuva** cai dentro do pavilhão, onde é colectada e como é drenada. Em suma quais são as áreas que irão estar molhadas e irão estar secas.”¹²¹ (fig. 32)

ii) Interior / urbe

Na relação auditiva do homem, no interior de um edifício, com a cidade surgem várias vertentes que dependem do tipo de ambiente urbano. Numa zona residencial, histórica, industrial ou periférica, numa rua comercial, pedonal ou *verde*, junto a uma linha de comboio ou a um aeroporto, numa viela ou numa avenida, cada ambiente urbano fomenta um AS diferente. As necessidades de maximização do conforto acústico – mas também térmico – da sociedade ocidental moderna levou à criação de espaços cada vez mais estanques aos elementos externos – sejam eles de ordem sonora ou climatérica. Este processo de segregação espacial, e de consequente sectorização sensorial, resulta do conceito moderno de higienismo e conforto. E.g. nas metrópoles dos arranha-céus, verificam-se nestes uma enorme abertura visual para a paisagem urbana, mas a cacofonia urbana torna-se um problema que infere na qualidade de vida dos seus habitantes e que o arquitecto se vê obrigado a resolver através do uso de caixilharias cada vez mais isolantes, vidro duplo, janelas fixas e isolamento acústico nas paredes. Esta divergência sensorial na relação com a cidade, transforma-a numa tela onde é projectada um filme mudo no qual, tal como o transeunte que usa auscultadores com a sua banda sonora pessoal, individualiza a experiência e isola o homem do mundo que o rodeia: a

119 *Shōji* é um tabique móvel feito de tecido esticado numa estrutura de madeira. É o equivalente à parede ocidental.

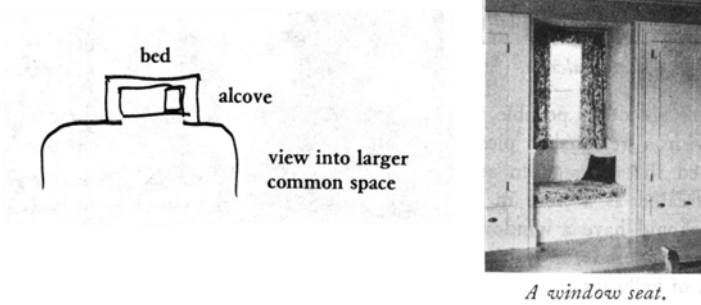
120 ZUMTHOR, Peter - *Swiss Sound Box*, 2000, p. 267

121 ZUMTHOR, Peter - *Swiss Sound Box*, 2000, p. 190

Figura 33 – Corte e fotografia do exterior da *Casa N* do arquitecto Sou Fujimoto, Japão.
Fonte: "Darco Magazine", pp.96, 92.



Figura 34 – Exemplo de alcova e de janela.
Fonte: ALEXANDER, Christopher; ISHIAWA, Sara; SILVERSTEIN, Murray - *A pattern language*, p.871.



“visão isola enquanto o som inclui (...) [c]ontemplo um objecto, mas o som traz-mo; o olho alcança, mas o ouvido recebe.”¹²²

O arquitecto nipónico Sou Fujimoto, desenvolveu um conceito espacial que resolve a relação do interior da casa com a urbe sem ceifar a relação entre ambos. Na *Casa N* (fig. 33), o arquitecto criou um espaço de transição/intermédio entre o núcleo da casa e a rua, acabando por servir de filtro sonoro – e visual. Os sons entram na mesma mas de um modo controlado e de certa forma direccionado, consoante a localização e a dimensão das aberturas.

iii) Interior / interior ou Sonoridade social

O espaço sonoro tem uma influência directa sobre o comportamento humano: “a paisagem sonora tem a sua influência na coesão social (...) as características sonoras desses espaços podem tanto impedir como suportar a coesão social pelas distâncias sociais que ordenam desde o íntimo até ao público.”¹²³ No interior de um edifício público existe sempre uma dicotomia entre a necessidade de privacidade em determinados pontos e de comunicação noutros, pois o programa leva a essa divergência de escalas de privacidade.

A qualquer espaço está ligado “um som de intimidade ou monumentalidade, de rejeição ou convite, de hospitalidade ou hostilidade.”¹²⁴ A intimidade acústica é um conceito que está directamente relacionado com as escalas de privacidade de um espaço. Um espaço com muita reverberação oferece pouca intimidade, pois revela a presença e os gestos da pessoa, como acontece numa catedral. Pelo contrário, numa alcova ou numa *window seat*¹²⁵, o som não entoa e as pessoas sentem-se aconchegadas, protegidas e mais isoladas (fig. 34). E.g., a ausência de portas entre zonas sociais no interior de um edifício dá uma noção de larga paisagem sonora pública. Mas ao colocar materiais de absorção acústica – e/ou mobília – a reverberação é drasticamente reduzida, oferecendo privacidade acústica entre vários espaços sem estes terem separação física entre eles. Portanto não há necessidade cerrar fisicamente os espaços para lhes conferir privacidade sonora.

Segundo arquitecto austríaco Christopher Alexander (1936-) “um edifício que tenha todo o pé direito por igual é virtualmente incapaz de pôr as pessoas confortáveis.”¹²⁶ A variação do pé direito tem uma importante e implícita razão psicológica (fig. 35). Alexander defende uma teoria –

122 PALLASMAA, Juani - *Los ojos de la piel*, 2006, p.50

123 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.363

124 PALLASMAA, Juani - *Los ojos de la piel*, 2006, p.52

125 ALEXANDER, Christopher; ISHIIAWA, Sara e SILVERSTEIN, Murray - *A Pattern Language*, 1977, pp.868, 835

126 ALEXANDER, Christopher; ISHIIAWA, Sara e SILVERSTEIN, Murray - *A Pattern Language*, 1977, p.877

Figura 35 – Exemplo de vários pés direito.

Fonte: ALEXANDER, Christopher; ISHIAWA, Sara; SILVERSTEIN, Murray - *A pattern language*, p.876.

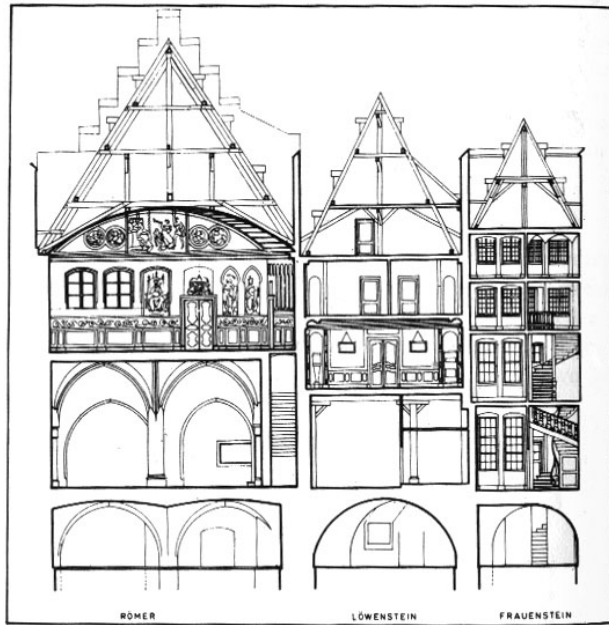
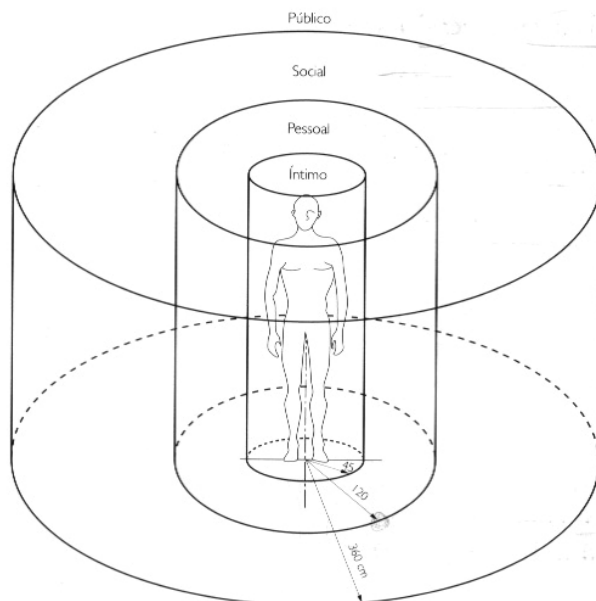


Figura 36 – Proméxia com distâncias em centímetros.

Fonte: LAGE, Alexandra; DIAS, Suzana - *Teoria do design: desígnio*, p.68.



entre outras – que explica a significância das variações do pé direito dentro de um mesmo edifício. Sugere que “a altura do pé direito está directamente relacionada com a **distância social** entre as pessoas dentro da sala”¹²⁷, e que por sua vez tem que ver com o grau de intimidade entre elas. “A altura do pé direito surge para afectar a *aparente distância* das fontes sonoras para um ouvinte.”¹²⁸ Visto que o som é um importante dado na percepção das distâncias (voz, passos, etc.) significa que a altura da sala vem alterar a aparente distância entre pessoas. Sob um baixo pé direito as fontes sonoras parecem mais próximas do que elas realmente estão; e sob um pé direito alto as mesmas parecem mais longínquas. Na base destes efeitos, deduz-se que as situações mais privadas requerem pés direitos baixos (e.g. um escritório), os locais de formalidades requerem altos pés direitos (e.g. a recepção de uma câmara municipal) e que os sítios mais públicos requerem pés direitos muito mais altos (e.g. a zona de check-in de um aeroporto).

Portanto Alexander defende um ponto de vista sócio-programático para a definição dos pés-direitos. Esta abordagem relaciona-se com as teorias do antropólogo norte-americano Edward T.Hall (1914-) sobre as esferas sociais que se traduzem em distâncias dependentes do seu contexto social no qual se enquadram as pessoas (fig. 36):

- A esfera íntima varia entre 0 e 40cm de raio e está reservada aos companheiros, amigos e familiares;
- A esfera pessoal varia entre 45cm e 125cm de raio e está reservada a conhecidos;
- A esfera social varia entre 1,20m e 3,60m de raio e destina-se a intercâmbios orais com relações profissionais ou com pessoas estranhas – tem, portanto, um carácter formal;
- A esfera pública vai desde 3,60m até ao horizonte sonoro e é impessoal e anónima.¹²⁹

O modo como experienciamos o som com outra pessoa ou com um espaço depende destas distâncias, à qual Hall chama de *proxémia*. “É a manifestação da experiência da **distância antropológica** que varia de cultura em cultura.”¹³⁰ Estas distâncias têm que ver com o desenho das dimensões do espaço. São tidas em conta sempre que se trate de um espaço público, que obrigue as pessoas a aproximarem-se umas das outras. Considerando “que o homem se encontra como que rodeado por uma série de *balões* invisíveis, (...) torna-se então concebível que os indivíduos sejam sufocados pelos espaços onde se vêem obrigados a viver e

127 ALEXANDER, Christopher; ISHAWA, Sara e SILVERSTEIN, Murray - *A Pattern Language*, 1977, p.878

128 ALEXANDER, Christopher; ISHAWA, Sara e SILVERSTEIN, Murray - *A Pattern Language*, 1977, p.878

129 HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*. 1986, pp.137-144

130 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.34

trabalhar.”¹³¹ Portanto, o arquitecto deve ter em atenção, exercendo o seu papel social, a relação das dimensões do espaço com o número de pessoas que irão utilizá-lo em simultâneo, que género de atitude elas irão ter – característica dada pelo programa do espaço – e daí, quais as suas movimentações – caso o programa não implique uma disposição predefinida, sentada como nos auditórios. Sabe-se que estas distâncias influenciam, ao nível sonoro, a relação oral entre os utilizadores.

A *proxémia* dita o conforto social das pessoas em ambiente público, tal como é explicado na teoria do Osmond¹³², que “defende a existência de contextos espaciais *sociófugos*, que podem desencorajar a interacção social ou, pelo contrário, contextos *sociópetos*, que podem encorajar.”¹³³ Os espaços sociófugos caracterizam-se por serem espaços públicos de reduzida dimensão, provocando desconforto social, devido ao facto de obrigarem as pessoas a entrarem na esfera íntima de desconhecidos, sem que haja esse grau de relacionamento entre os indivíduos nem que estejam predispostos a tal, como acontece e.g. nos elevadores ou salas de espera das estações. Pelo contrário os espaços sociópetos favorecem essas relações, tais como as esplanadas dos cafés, devido à predisposição dos utilizadores e ao ambiente arquitectónico.¹³⁴

Portanto, ao abordar o desenho do espaço público, o arquitecto deve ter em conta a relação entre a geometria, as dimensões do espaço e a relação interpessoal à qual o programa levará.

j) Sonoridade navegacional

“Alguns *ouvintes* conseguem (...) *ver* objectos com os ouvidos (...) ouvir a geometria espacial de uma porta aberta ou de um pé direito baixo.”¹³⁵ Tal como é possível ouvir atributos espaciais, também o é movimentarmo-nos apenas com base na audição, mas não é tão óbvio.

131 HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*. 1986, p.148

132 Psiquiatra inglês, Humphrey Osmond (1917-2004) explorou aspectos da psicologia dos ambientes sociais, em particular de que maneira influenciam o bem-estar das pessoas.

133 SOCZKA, Luís (org.) - *Contextos Humanos e Psicologia ambiental*. 2005, p.70

134 Curiosidade: à escala urbana existem dois sistemas de organização espacial do espaço: o radiocêntrico que se torna *sociópeto* (presente em França e Espanha) e o xadrez que é *sociófugo* (veio da Ásia Menor e foi importado pelos Romanos para Inglaterra). HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*. 1986, p.166

135 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?* 2007, p.37

Figura 37 – Esquema da ecolocalização em morcegos.
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ecolocaliza%C3%A7%C3%A3o>

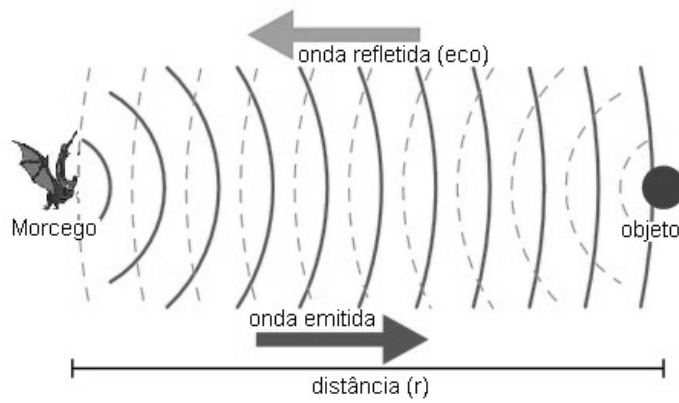


Figura 38 – Paley Park, Manhattan.
Fonte: www.en.wikipedia.org/wiki/Paley_Park



Algumas pessoas, entre as quais as pessoas CBV, refinaram a arte da ecolocalização¹³⁶, através da criação de uma imagem do espaço inteiramente via audição, traçando assim um mapa mental (fig. 37).

Esta habilidade aprende-se e poucos são os que têm a capacidade para adquirir essa destreza. Todavia, todos nós temos uma habilidade latente ou subdesenvolvida para usar os ouvidos enquanto suplementos da visão. O som do chão não alcatifado é uma referência espacial para quando estamos distraídos a olhar para qualquer outro sítio. Pode sentir-se a presença de um indivíduo à nossa frente pelos sons mais subtis da sua respiração ou outros sons. E.g., os espeleólogos¹³⁷ desenvolvem a percepção de gruta ouvindo as reverberações e ecos em áreas que estão completamente escondidas e/ou na escuridão.

A água, por ser um elemento sonoro activo, pode ser utilizada como referência espacial e/ou como disfarce acústico como acontece no Paley Park¹³⁸. Aqui o som da água a correr serve de ponto referencial e de chamariz para o transeunte, e sobrepõe-se ao ruído urbano disfarçando-o e individualizando o local em relação ao espaço envolvente (fig. 38). Do mesmo modo muitas praças públicas, jardins e até centros comerciais ostentam uma fonte com jorros de água, para que o seu barulho se sobreponha ao ruído urbano.

k) Estética sonora

Segundo Blesser, "tal como se acrescentam ornamentos e texturas nos espaços *visuais* para torná-los atractivos e variados, de igual modo se adicionam *adornos* auditivos para mudar a acústica local. De facto, também correspondem características sonoras à maioria dos objectos e geometrias seleccionadas para o prazer visual e artístico."¹³⁹ Uma frincha tem tendência a cantar quando o vento sopra, mas independentemente dos elementos climatéricos e de adornos extras (como o espanta-espíritos), os materiais em si têm também a sua estética sonora. Isto querendo dizer que, paralelamente aos elementos visuais decorativos, o som também pode ser uma

136 Ecolocalização é uma capacidade biológica característica de certos animais, que permite detectar a posição e/ou distância de obstáculos no ambiente através da emissão de ultra sons, no ar ou na água, e medir o tempo que leva o eco reflectido nesses obstáculos.

Foi a partir do estudo dessa capacidade natural, que os seres humanos desenvolveram a *ecolocalização artificial*, de grande importância na aeronáutica, navegação e medicina, com o radar, o sonar e os aparelhos de ultrasonografia. Mas está provado (por cientistas da Universidade de Alcalá de Henares em Madrid) que o ser humano dispõe também deste sentido, embora de modo atrofiado, sendo que trabalhado torna-se um ferramenta de mobilidade para os CBV.

137 O espeleólogo é o que se dedica ao estudo geográfico da formação das cavernas, grutas, fontes e águas subterrâneas, ou da sua exploração.

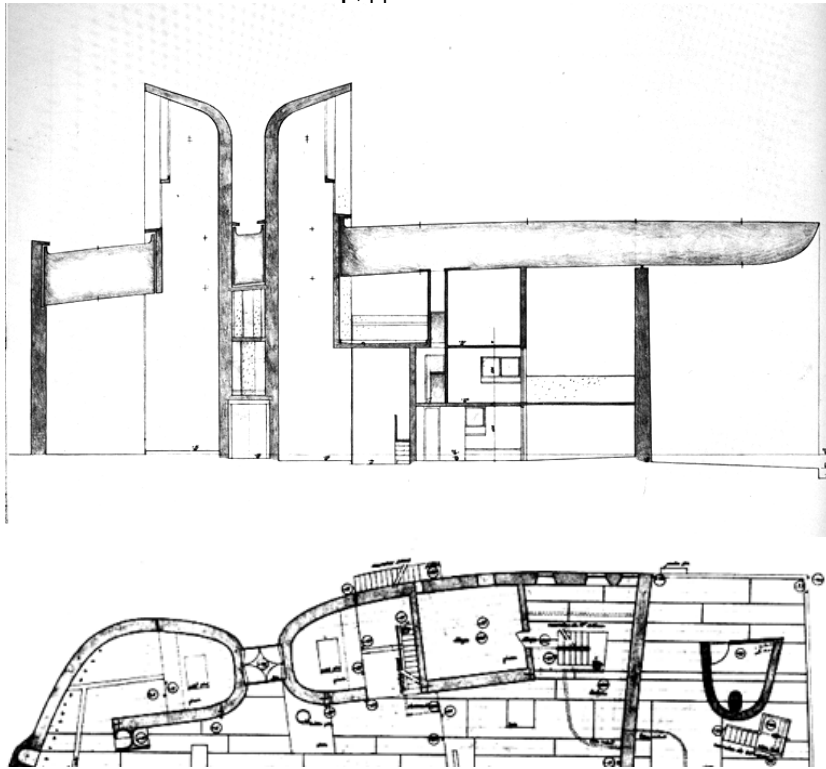
138 Localizado na Rua 53 em Manhattan, foi desenhado pela firma de arquitectura paisagista Zion & Breen e foi inaugurado em 1967.

139 www.blesser.net/spacesSpeak.html

Figura 39 – Uma das três capelas menores de Ronchamp, Le Corbusier.
Fonte: Le Corbusier – **Ronchamp**, p.33.



Figura 40 – Corte e planta de duas capelas menores de Ronchamp, Le Corbusier.
Fonte: Le Corbusier – **Ronchamp**, pp.100 e 102.



decoreção, e pode ser aplicado desde que este não interfira com o desempenho sonoro no caso dos programas em que a comunicação prevalece.

l) Simbologia sonora

A simbologia espacial está ligada à memória oral, às crenças e ao misticismo acústico de um espaço. Criadas através de usos repetidos em rituais e cerimónias, tanto as propriedades visuais como as sonoras de um acto, objecto ou geometria, podem adquirir um significado simbólico associado a situações particulares. No mundo visual estes elementos representativos e significantes são chamados *ícones*, e por simetria, poderiam chamar-se aos seus equivalentes sonoros, segundo Blesser, "audícones"¹⁴⁰. E.g. as igrejas têm o espaço de celebração onde o povo se reúne para ouvir o discurso do sacerdote, mas também existe um local na igreja onde a comunicação se faz apenas entre duas pessoas e de uma forma profundamente simbólica: o confessionário. Este é um local com uma carga simbólica que tem que ver com as crenças e rituais religiosos entranhados na mente das pessoas.

A igreja de Ronchamp (fig. 39 e fig. 40) apresenta, além dos confessionários, três pequenas capelas, que Le Corbusier desenhou com gestos bastante cerrados em planta, mas largos em altura. Com isto, o arquitecto individualiza acusticamente estes volumes do espaço principal da igreja, permitindo celebrações independentes sem contaminações sonoras, mas a sua dimensão vertical torna-os, muito pelo contrário, grandiosos, tanto a nível sonoro como a nível visual, pois por cima das capelas situam-se as torres-lanterna.

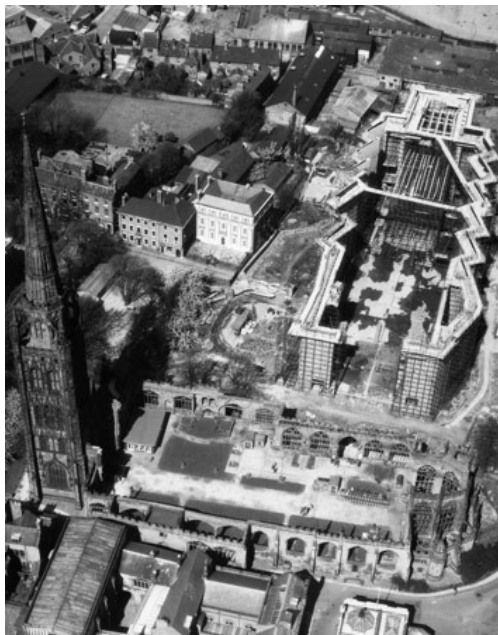
m) Sonoridade cultural

"Para avaliar a paisagem sonora no seu contexto cultural, deve-se indagar como é que os atributos são percebidos: por quem, sob que condições, com que propósito e com que significados."¹⁴¹ No estudo antropológico do espaço considera-se o território como um prolongamento do homem, marcado por signos sensoriais (neste caso, auditivos) ligados a aspectos físicos do território, mas cuja organização inclui também aspectos ocultos determinados pela cultura. Segundo Blesser, "enquanto seres humanos, interagimos tanto com o meio social como físico através do uso de todos os sentidos, tornando-nos deste modo

140 www.blesser.net/spacesSpeak.html

141 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.3

Figura 41 – Fachada sudeste e vista aérea da nova catedral de Coventry, Sir Basil Spence.
Fonte: <http://www.basilspence.org.uk/worship/buildings/coventry-cathedral>



conscientes dos acontecimentos, objectos e das outras pessoas, tanto como do espaço no qual estes estão embebidos.”¹⁴²

O facto dos ingleses serem grandes impulsionadores das investigações sobre o som e a iluminação nos anos 60 vem comprovar essa necessidade de consciencialização.¹⁴³ “A sensibilidade dos ingleses ao espaço acústico surge claramente na experiência realizada por Sir Basil Spence¹⁴⁴ em Coventry [Inglaterra, consagrada em 1962] onde, para reconstruir a catedral destruída pelos bombardeamentos da Segunda Guerra [tentou recriar] a *atmosfera* da catedral primitiva.”¹⁴⁵ (fig. 41) Pois para ele o carácter da catedral passa também pela sua ressonância. De modo a conseguir este efeito fez experiências com centenas de materiais até descobrir aquele que apresentasse as qualidades acústicas desejadas.

A diferença profunda na relação da caracterização sonora dos ambientes interiores entre a cultura ocidental nórdica e a ocidental mediterrânica é um exemplo para a compreensão da índole cultural na percepção do som. Os países do sul têm uma arquitectura mais reverberante – a pedra e o reboco são materiais recorrentes – e é mais porosa em relação ao mundo exterior. Isto deve-se aos hábitos sociais mediterrânicos, frutos do clima que convida a viver mais no exterior. Pelo contrário, o norte da Europa, dispõe de um clima que obriga a uma vivência quase constante em interiores, levando a uma maior necessidade de conforto acústico – a madeira e a alcatifa são materiais comuns – e a uma maior estanquidade em relação ao mundo exterior.

Os alemães e os holandeses, ao contrário dos japoneses que possuem um poder de abstracção auditiva adquirido desde a infância, “têm a necessidade de muros grossos e de portas duplas como barreiras contra o ruído”¹⁴⁶, preferindo salas insonorizadas onde se sintam mais isolados e menos vulneráveis e incomodados. “Na Alemanha, os edifícios públicos e privados, tal como numerosos quartos de hotel, possuem muitas vezes portas duplas, destinadas a garantirem um isolamento sonoro maior.”¹⁴⁷ Isto acontece porque os alemães vivem o seu próprio espaço como um prolongamento do ego. A cultura japonesa destaca-se na percepção espacial ocidental por três motivos: porque não dispõe da palavra *intimidade* no seu vocabulário;

142 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - *Spaces speak, are you listening?*, 2007, p.361

143 Foi também nessa altura que Murray Schafer desenvolveu o *World Soundscape Project* na América do Norte. (ver 2.5)

144 Arquitecto escocês (1907-1976)

145 HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*, 1986, p.59

146 HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*, 1986, pp.59, 60

147 HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*. 1986, p.154

Figura 42 – Sala de conferências: fotografia e estudos acústicos da Biblioteca de Viipuri, Alvar Aalto.
Fonte: TUOMI, Timo; PAATERO, Kristiina; RAUSKE, Eija (ed.) - **Alvar Aalto em sete edifícios**, pp.39, 28

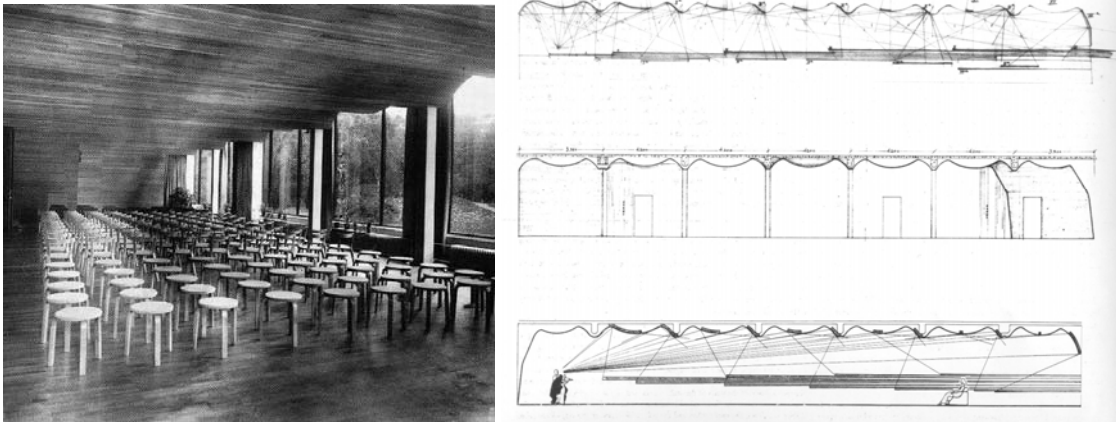
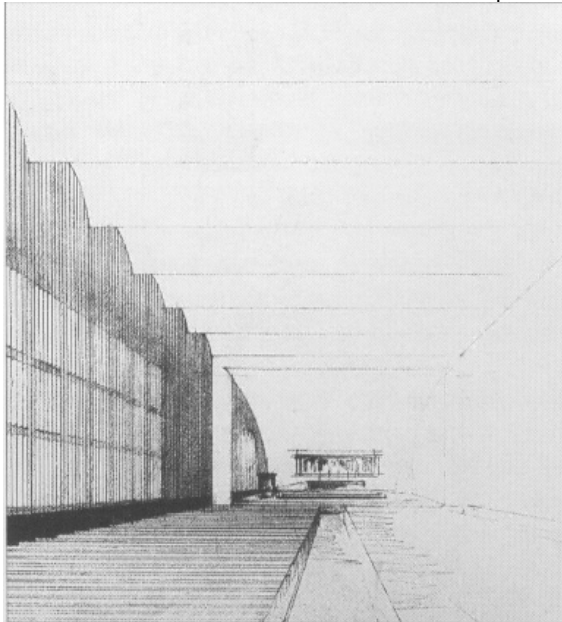


Figura 43 – Esquízo do interior da igreja de Tehtaanpuisto, Helsinquia 1930.
Fonte: SCHILDT, Göran – **Alvar Aalto**, 1994, p.47



porque a sensorialidade (à semelhança dos árabes) participa activamente nessa percepção e porque a própria noção de espaço diverge da noção ocidental.¹⁴⁸

Já os franceses (especialmente do sudoeste) “pertencem ao complexo cultural mediterrânico”¹⁴⁹: aglutinam-se, vivem mais sensorialmente e vivem mais no exterior da casa do que os europeus do norte e norte-americanos.

Deduz-se que a obra do arquitecto Alvar Aalto seja um exemplo nítido da influência cultural sobre a arquitectura. Aalto é uma referência da escola nórdica, que defendia o respeito pelo ambiente e pelas necessidades psicológicas do Homem. Neste âmbito, o arquitecto elaborou estudos acústicos para a sala de conferência da biblioteca de Viipuri (fig. 42), mas também para igrejas, mostrando, neste último caso, uma preocupação com a qualidade de comunicação no momento do culto. Aliás, o exemplo do projecto para concurso da igreja de Tehtaanpuisto – Helsínquia, 1930 – mostra uma fusão entre o conceito de sala de concerto e a igreja patente na geometria e materialidade dos tectos e paredes. “As abóbadas arqueadas, as ripas de madeira nas paredes e a forma do coro foram baseadas em considerações acústicas.”¹⁵⁰ O coro está definido numa insinuação de concha acústica que resulta da continuidade entre tecto e parede (fig. 43).

n) Emotividade sonora

“O eco dos passos sobre o pavimento tem uma carga emocional, porque o som reverbera nas paredes circundantes e nos situa em relação directa com o espaço; o som mede o espaço e dá-lhe uma escala compreensível. Com os nossos ouvidos acariciamos os limites do espaço.”¹⁵¹ A emoção é um estado de alma; é um estado psicorgânico de tonalidade afectiva intensa, breve, caracterizada por uma brusca ruptura das funções mentais e fisiológicas.¹⁵² Jean-Pierre de Crousaz¹⁵³ fala da importância da emotividade na vida humana como meio escapatório ao tédio, afirmando que “[o]s **sentimentos** são, de facto, aquilo que determina a nossa felicidade e a nossa infelicidade. (...) Assim, todos gostamos de estar ocupados com sentimentos fortes.”

¹⁵⁴ O estado emotivo pode ser provocado pela arquitectura. A emoção resulta do despertar dos nossos sentidos, tanto pela experiência sensorial, como pelo habitar, e o papel do arquitecto é saber desencadear essas emoções, banindo a indiferença, dando significado à obra

148 HALL, Edward T. - **A dimensão oculta**. 1986, p.173 – Os japoneses dão uma significação aos diferentes espaços, através da percepção da forma e da organização dos espaços: aqui entra em jogo o *ma*, ou intervalo, que consiste num elemento construtivo fundamental da experiência japonesa do espaço (ao contrário do ocidental que olha para o espaço entre objectos como *vazio*).

149 HALL, Edward T. - **A dimensão oculta**. 1986, p.163

Figura 44 – Órgão na Sé do Porto. Porto - cidade dos órgãos 2007.
Fonte: original, 2008.



arquitectónica e fazendo-a perdurar nas memórias de cada pessoa que a experimente. A emoção pode ser dada através da estética espacial, da espacialidade musical e/ou da simbologia espacial, mas é um dos actos mais difíceis de controlar, pois cada pessoa é diferente: o que delicia uma pode desagradar profundamente a outra.

o) **Sonoridade musical**¹⁵⁵

“Os atributos acústicos de um espaço têm influência nos humores e sentimentos de quem habita o espaço. Ainda que os atributos auditivos de espaços comuns mudem o humor e as emoções dos seus habitantes, o efeito é melhor conseguido com espaços de grande impacto, os quais são seleccionados por artistas da acústica pelas suas qualidades dramáticas.”¹⁵⁶ As igrejas são sem sombra de dúvida os locais de eleição para os músicos ou comunicadores porem em prática uma sonoridade marcante (fig. 44), apesar de existirem outros locais não tão vulgares que se tornam espaço de *performance*¹⁵⁷ sonora. E.g., um lúgubre túnel subterrâneo iluminado a *neons* brancos revestido a azulejos pode ganhar um encanto inesperado se um guitarrista lá tocar uma melodia. O som enche aquele espaço, deixando de ser um mero local de passagem rápida para se tornar num autêntico auditório.

Um espaço pode ganhar assim um carácter de instrumento musical: “cada espaço funciona como um instrumento [musical] grande, colecciona, amplia e transmite os sons.”¹⁵⁸ Tendo em conta a qualidade do músico e da sua performance, a definição geométrica e material (referidas no capítulo anterior), pode-se afirmar que certos espaços são mais *instrumentais* que outros, i.é., têm carácter tímbrico.

p) **Multi-sensorialidade**

“Cada um dos nossos sentidos tem um papel único e complementar criando a nossa experiência interior do mundo exterior.”¹⁵⁹

150 SCHILDT, Göran – **Alvar Aalto**, 1994, p.47

151 PALLASMAA, Juani - **Los ojos de la piel**, 2006, p.52

152 Dicionário da língua portuguesa. 8ª ed. Porto editora.

153 Calvinista suíço, escreveu sobre a ciência, pensando na beleza como um efeito de diversos incitamentos sensoriais. Aqui refere-se a sua teoria sobre o tédio apresentada em *Traité du beau* (1715).

154 Cf., “Assemblage”, 1996, pp.44-61

155 Este tópico está relacionado com a Emotividade sonora 1)n), podendo ser-lhe subsequente.

156 www.blessner.net/spacesSpeak.html

157 *Performance*: modalidade de manifestação artística interdisciplinar.

158 ZUMTHOR, Peter – **Atmosferas**, 2006, p.29

159 BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - **Spaces speak, are you listening?** p.361

O tratamento acústico dado aos edifícios, tanto ao nível do isolamento, como ao nível do condicionamento, é essencialmente direccionado para a diminuição de efeitos sonoros indesejáveis e transmissões sonoras entre espaços, como referido anteriormente. Todos os métodos desenvolvidos e usados na acústica arquitectural focalizam-se no conforto acústico das salas, resultando no higienismo sonoro. O conforto é encarado no âmbito da privação dos sentidos, anulando a presença de estímulos externos, de modo a atingir um ideal de homogeneidade através do uso de aparelhos tecnológicos que garantam o controlo climatérico, a gestão de energia e a ligação em rede¹⁶⁰, eliminando qualquer relação sensorial e social com o exterior. Esta abordagem leva a um excesso de conforto que resulta no **adormecimento dos sentidos**. Deste isolamento em relação a qualquer perturbação externa, da inacção e da monotonia sonora surge o tédio, como consequência do aborrecimento dos sentidos. Este pseudo-conforto é um problema da modernidade. "Contudo há três qualidades principais que dão aos objectos que as possuem o poder de nos ocupar com sentimentos intensos [:] (...) a nobreza, a inovação e a **diversidade**."¹⁶¹ A diversidade aqui referida é aplicável especificamente ao nível da paisagem sonora, através da riqueza e diversificação dos efeitos sonoros em arquitectura, mas sempre em parceria com os outros sentidos. A variedade, segundo o filósofo francês Vladimir Jankélévitch, é a cura do tédio.¹⁶²

Alguns autores da actualidade debatem o tema da sensorialidade na arquitectura como sendo uma necessidade projectual essencial para obter equilíbrio na vivência do ser humano, em especial na cultura ocidental. Juhani Pallasmaa proclama, em jeito de reacção ao desequilíbrio sensorial, a arquitectura *hiper-sensorial*, enquanto novo ponto de vista e não enquanto novo estilo arquitectónico. É uma nova consciência que "não pretende ser um movimento registado no tempo, gerado por um manifesto e assumido por um grupo de arquitectos; pretende identificar um padrão sensorial na relação entre o homem e a arquitectura, independentemente da época, da escola ou movimento artístico que suporta a sua concepção."¹⁶³

Esta abordagem para a concepção arquitectónica prende-se à ideia de que a vivência corporal do espaço não pode ser totalmente dissecada ao ponto de entender os sentidos independentemente uns dos outros. "Todas as experiências emotivas na arquitectura são **multi-sensoriais**; as qualidades do espaço, materialidade e noção de escala são medidas de igual

160 "Assemblage", 1996.

161 "Assemblage", 1996.

162 Cf., "Assemblage", 1996.

163 PALLASMAA, Juani - *Los ojos de la piel*, 2006, p.104

modo pelo olho, pelo nariz, pela orelha, pela pele, pela língua, pelo esqueleto e pelo músculo.”¹⁶⁴ Portanto, é relevante ter-se em consideração que as estratégias auditivas propostas neste capítulo devem ser pensadas em pareceria com os outros sentidos pois, apesar de serem focalizadas na audição, são contaminadas pelos outros sentidos: a visão, o tacto, o paladar e o olfacto.

“E.g., quando afirmamos que uma sala é fria e formal é raro quereremos dizer com isso que a temperatura é muito baixa. A reacção, provavelmente, decorre de uma antipatia natural pelas formas e materiais que se encontram nessa sala – por outras palavras, essa afirmação é decorrente de algo que sentimos. Ou talvez as cores sejam frias, e, nesse caso a impressão advém de algo que vemos. Ou finalmente pode ser que a acústica seja áspera, de modo que o som – especialmente os tons altos – reverbera nele; portanto tal impressão é proveniente de algo que ouvimos. Se a mesma sala fosse dotada de cores quentes, ou decorada com tapetes e cortinados para atenuar a acústica, iria provavelmente parecer-nos tépida e acolhedora, muito embora a temperatura fosse a mesma de antes”.¹⁶⁵

Trata-se portanto de trabalhar a variedade sonora, sem esquecer a riqueza do todo sensorial. Uma das relações sensoriais mais compreensíveis é a da audição com a visão, através, respectivamente, do **som** e da **luz** que incidem sobre as coisas. Ambos são energia que desvendam aos nossos sentidos o mundo que nos rodeia e, em conjugação, podem gravar nas nossas memórias uma marca multi-sensorial.

164 PALLASMAA, Juani - *Los ojos de la piel*, 2006, p.43

165 RASMUSSEN, Steen Eiler - *Viver a arquitectura*, 2007, p.186

3.3. Acerca da concepção da paisagem sonora

Durante as últimas décadas, e devido à evolução tecnológica ao nível da produção musical, estuda-se a física do som para encontrar modos de o controlar, de o eliminar, tornando os edifícios mudos. Segundo Rasmussen, “[d]eixou de haver qualquer interesse em fazer salas com efeitos acústicos específicos – todas elas soam igualmente.”¹⁶⁶ As pessoas gostam de cantar na casa de banho, pois o ser humano “[s]ente-se estimulado pela ressonância da sua voz e imagina-se um novo Caruso. Que sensação deprimente resulta quando se entra numa casa de banho que recebeu o moderno tratamento acústico favorito que tem o objectivo unilateral de abafar todos esses ruídos.”¹⁶⁷ Rasmussen deixa aqui claro que cada espaço comunica com o seu utilizador. A arquitectura pode, portanto, ser pensada de maneira a esta revelar toda a complexidade e prazer acústico que um espaço nos pode oferecer.

Deste capítulo deduz-se uma duplicação no processo criativo que decorre das suas duas fases. Subjacente à fase de concepção está a objectividade da reverberação das salas: o seu controlo e previsão. À fase de utilização está ligado o timbre, componente subjectiva indissociável da paisagem sonora. Ambos são características intrínsecas ao espaço mas de essência diferente, como já foi referido.

Definida através de componentes inertes e vivas, i.é. a arquitectura e o ser humano, a paisagem sonora é o resultado da percepção humana de estímulos sonoros num determinado espaço, estado físico e estado emocional. Com as sugestões de estratégias projectuais feitas neste capítulo, o arquitecto consegue adquirir consciência e controlo da vertente sonora dos seus projectos de arquitectura, através do desenho do espaço, da materialidade e tendo em consideração as consequências psico-fisiológicas dessa concepção.

Ao elaborar o capítulo *Escutar a arquitectura*, conclui-se também que, através da criação e da compreensão da proposição de estratégias de projecto, este revela ser um percurso obrigatório para a elaboração e entendimento da análise acústica ao edifício das Termas de Vals. Zumthor coloca uma questão aplicável a este processo criativo, que permite fazer a ponte deste capítulo com o seguinte: “Como soa realmente um edifício quando o percorremos? E quando falamos uns com os outros, **como deve soar?**”¹⁶⁸ Cada espaço deve ter o seu próprio som, e este compõe a sua personalidade. É partindo desta dúvida que se penetra na análise da paisagem sonora do estudo de caso.

166 RASMUSSEN, Steen Eiler - *Viver a arquitectura*, 2007, p.196

167 RASMUSSEN, Steen Eiler - *Viver a arquitectura*, 2007, p.196

168 ZUMTHOR, Peter - *Atmosferas*, 2006, p.33

Figura 45 – Fachada do edifício das Termas de Vals.
Fonte: original, 2008.



4. ESCUTAR A ARQUITECTURA

Escutar consiste em ouvir, prestando atenção.

Neste capítulo, e através da escolha de uma obra de arquitectura contemporânea – as Termas de Vals do arquitecto Peter Zumthor – onde a componente sonora é de relevante impacto no seu carácter espacial, pretende-se estudar a caracterização sonora de alguns dos seus espaços interiores, de modo a entender quais foram as intenções de projecto (se as houve), quais foram os motivos das escolhas do arquitecto e quais foram os resultados.

4.1. O carácter sonoro das Termas de Vals

Dos arquitectos citados anteriormente destaca-se o nome de Peter Zumthor que, para além de revelar preocupação e consciência da importância da vertente sensorial que a arquitectura pode despertar no ser humano, revela também a nível de projecto conseguir criar ambientes sensorialmente cativantes. Pallasmaa refere-o dizendo que “[n]a arquitectura contemporânea, destaca-se a multiplicidade de experiências sensoriais na obra de, e.g., Glenn Murcutt¹⁶⁹, Steven Holl e Peter Zumthor.”¹⁷⁰

Dentro da panóplia de obras projectadas por Zumthor, as Termas de Vals (Suíça, 1996) é talvez o edifício que mais interage com o corpo do seu utilizador – e vice-versa –, tanto pelo programa que encerra, como também pelas intenções de projecto que o arquitecto teve (fig. 45). Além do facto de se tratar de uma experiência individualizante, esta leva a um relacionamento mais intenso e emotivo com o edifício. É um edifício complexo, no qual a presença das águas termais traz uma vertente acústica peculiar e ímpar, que só pode ser percebida *in situ*.¹⁷¹ Os seus espaços com água nunca estão totalmente em silêncio pois esta fá-los *falar*; e isto porque a superfície da água é extremamente reflectante ao som. Ela faz parte da personalidade daquele sítio vincando-lhe o carácter: “[n]este caso a água é um material essencial para a arquitectura, é um material no qual podemos imergir.”¹⁷²

Mas o silêncio também é um (i)material essencial nas termas, pois sendo um espaço feito para o relaxamento, o silêncio é essencial e tratado cuidadosamente, não apenas nas salas de repouso, mas em todo o edifício. Como já foi referido, o silêncio também é uma característica

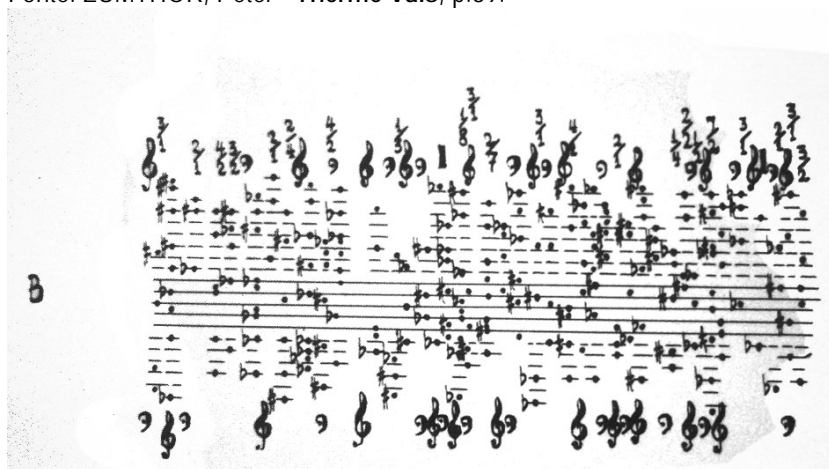
169 Glenn Murcutt (1936-) é um arquitecto australiano que ganhou o prémio Pritzker em 2002.

170 PALLASMAA, Juani - *Los ojos de la piel*, 2006, p.71

171 O próprio arquitecto diz que um edifício é para ser visitado pois o papel nada nos mostra; a arquitectura é o objecto construído e só assim o poderemos ouvir, sentir e perceber.

172 ZUMTHOR, Peter - *Peter Zumthor : therme Vals*, 2007, p.75

Figura 46 – Excerto de uma partitura de John Cage.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - *Therme Vals*, p.39.



sonora, assim como o ruído. “Adoro a música. (...) No entanto, o mundo dos sons também inclui as oposições de melodia, harmonia e ritmo. Conhecemos dissonâncias e ritmos quebrados, fragmentos e concentrações de sons; e existem os ruídos meramente funcionais a que chamamos barulho. (...) A arquitectura (...) [é] um recipiente sensível para o ritmo dos passos no chão, para a concentração do trabalho, para o silêncio do sono.”¹⁷³

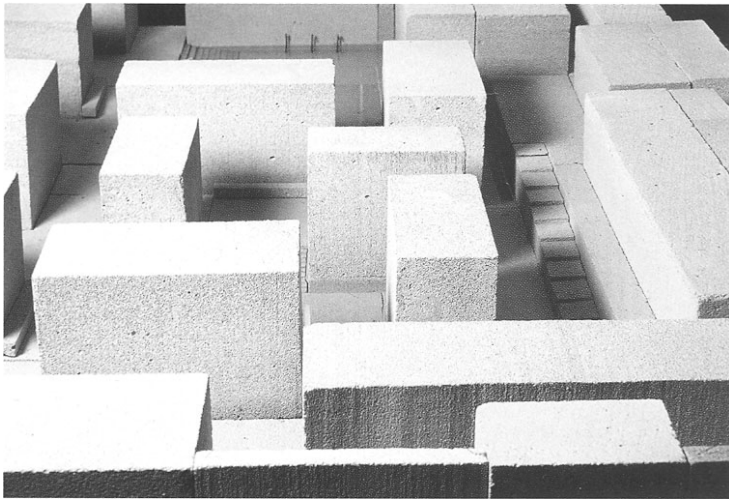
As referências sonoras de Peter Zumthor estão latentes no projecto das termas, pois o arquitecto menciona, enquanto inspiração, um excerto de partitura para a concepção espacial do edifício (fig. 46). “Similitudes: parte da partitura do compositor norte-americano John Cage mostra a estrutura de um acontecimento musical no eixo temporal de uma notação: ritmos, compressões, intensidades.”¹⁷⁴ Acontecem, no espaço das termas, momentos análogos: há concentrações sonoras nas pequenas salas e fluidez sonora nos espaços de circulação e piscinas grandes. Pode-se afirmar que nesta concepção, com inspiração na sonoridade, está aplicada a abordagem de projecto *O som como gerador de espaço e materialidade*¹⁷⁵.

173 ZUMTHOR, Peter - *Pensar a arquitectura*, 2005, p.12

174 ZUMTHOR, Peter - *Peter Zumthor : therme Vals*, 2007, p.38

175 1)a)i) p.20

Figura 47 – Maquete volumétrica das termas.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - **Therme Vals**, p.81.



4.2. Análise acústica da obra

O projecto das termas de Vals gira em torno de “experiências e sensações primárias de contacto com a água tal como se encontra na natureza, e com o banho nos seus aspectos mais lúdicos e íntimos.”¹⁷⁶ A análise aqui desenvolvida vem descortinar e quantificar a vertente sonora dessas experiências de modo a perceber, em obra construída – na qual a paisagem sonora é uma componente indissociável do conceito¹⁷⁷ – como foram aplicadas e/ou em que medida aparecem as estratégias de projecto referidas no capítulo anterior (fig. 47).

Os espaços estudados pela análise sonora foram seleccionados segundo os seguintes critérios:

- a existência de intenção sonora no seu projecto - revelada pelo nome dado à sala;
- um peculiar AS - provocado por determinadas fontes sonoras;
- uma materialidade e/ou geometria particulares;
- um programa que implique directa ou indirectamente a produção de sons.

As salas seleccionadas são:

- Piscina Interior – O espelho sonoro (ficha 1);
- Fonte – *The Splashing sound* (ficha 2);
- Banho de Gelo – O murmúrio ruidoso (ficha 3);
- Banho Sonoro – A voz amplificada (ficha 4);
- Sala de Música – Um som relaxante (ficha 5);
- Vestiário – A privacidade (ficha 6).

176 ALGARÍN COMINO, Mario - *Arquitecturas excavadas*, 2006, p.245

177 As descrições sonoras retiradas do livro *Peter Zumthor : therme Vals* têm origem em diversos autores – entre os quais o próprio arquitecto – em diversas datas, não sendo explícito quem diz o quê e em que momento pois, nem as citações estão explicitamente indicadas no próprio texto. E parte-se do princípio que os comentários feitos em relação às características acústicas da obra foram elaborados após a sua construção e experimentação. Apesar de tudo, deduz-se claramente que tenha havido intenção sonora no acto projectual pois, para além de duas das salas terem nome subjacente ao som, os resultados gerais dos espaços interiores e os comentários levaram a tal conclusão.

De modo a facilitar o estudo, cada sala sofreu uma dissecação volumétrica e material para efectuar o cálculo dos Tr através da Fórmula de Sabine¹⁷⁸. Com o intuito de obter uma leitura de valores facilitada e poder comparar os resultados finais, foram elaborados gráficos. Cada ficha inclui também um texto inicial descritivo do ambiente físico e sonoro, com base em textos do arquitecto – e outros autores – e complementados com dados de experiências próprias (posso pôr isto); inclui de seguida as fontes sonoras que lá actuam, os materiais que a compõem e finalmente efectua-se uma definição global do AS em dedução dos dados numéricos e da conjugação com os dados aqui referidos.

178 A escolha da Fórmula de Sabine para a análise acústica no lugar de qualquer programa informático de cálculo acústico deve-se a três factores. A escolha prende-se ao facto de as salas terem dimensões muito reduzidas, não justificando uma definição detalhada das qualidades sonoras de cada canto da sala, pois consequentemente, interessa ter uma ideia global do AS de cada sala. Finalmente, justifica-se pela simples razão de que a Fórmula de Sabine apresenta-se como um método simplificado de avaliação, facilitando deste modo a compreensão e a comparação entre os valores de cada sala.

Figura 48 – Piscina interior, Vals.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - **Therme Vals**, pp.118,119.

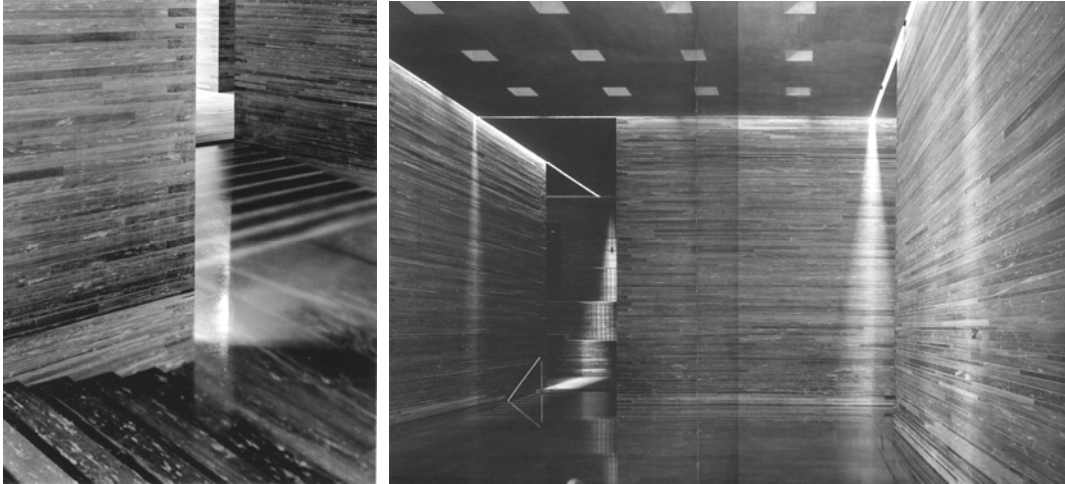


Figura 49 – Esquços do arquitecto.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - **Therme Vals**, p.81.

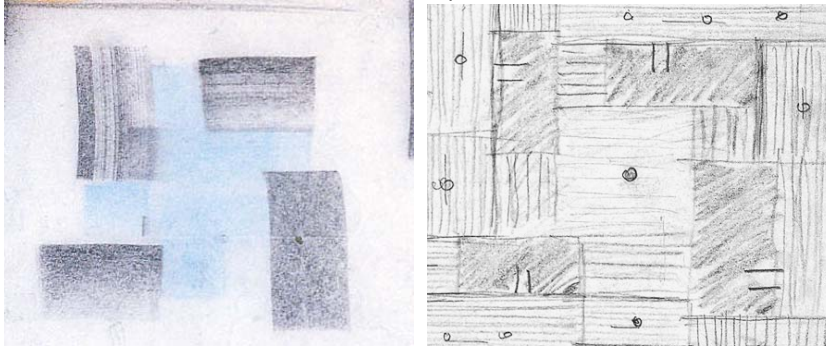
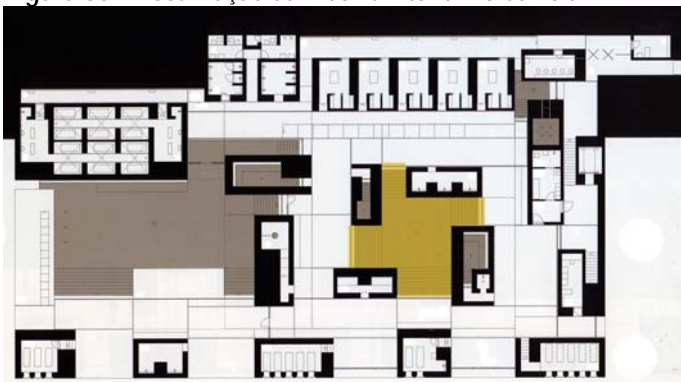


Figura 50 – Localização da Piscina interior no edifício.



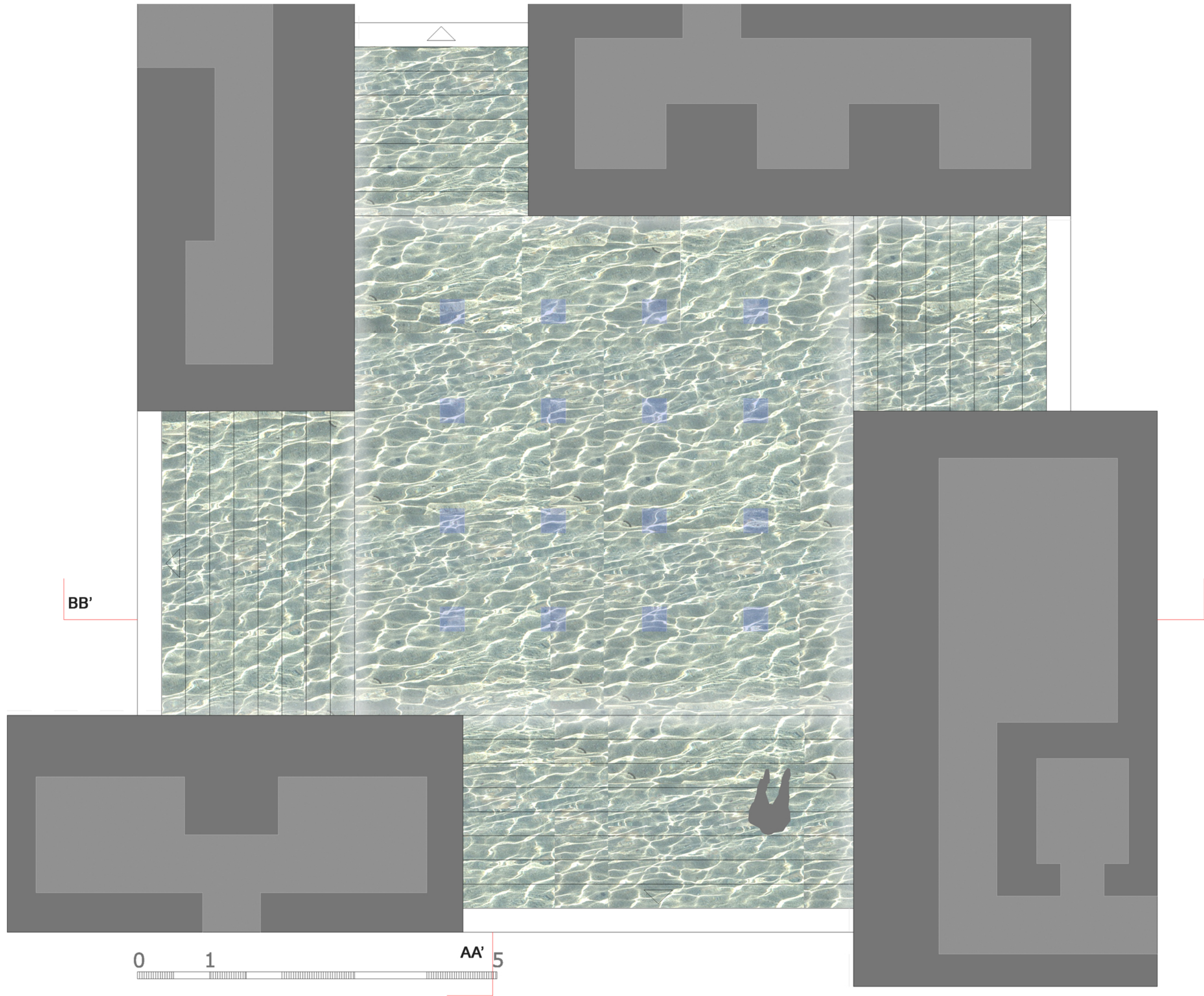
4.2.1. Ficha de análise acústica - Piscina interior

Este espaço foi escolhido por ter um AS curiosamente bem conseguido apesar das suas dimensões serem amplas, da sua geometria complexa, da *dureza* da sua materialidade (pedra e betão) e por ter como fonte sonora a presença de muitas pessoas em simultâneo dentro de água.

As fotografias tiradas à *Piscina Interior* expressam a iluminação, mostram as pessoas, mas não expressam o som. No entanto o fotógrafo suíço Hans Danuser (1953-) "conseguiu captar um aspecto desse som na sua série fotográfica *Vals-stone-grey* (2000), onde ele capta a sala como uma câmara de ressonância, tornando claro que esta sala é reverberante: o ritmo das paredes, as aberturas quadradas no tecto e as escadas criam três parcelas harmónicas. Estas fotografias mostram a piscina interior sem água, o espaço parece um palco vazio (...). Frequentemente as Termas organizam sessões musicais nocturnas e nessas ocasiões a circulação e a ventilação são paradas: sem água a piscina interior transforma-se num *concert hall* com quatro conjuntos de escadas que se tornam bancadas. Aqui, o som dos instrumentos de corda funde-se com o espaço vazio, acentuando as reverberações de parede em parede, do chão ao tecto. (...) Durante o horário normal dos banhos, as termas parecem adaptar-se ao comportamento dos seus ocupantes: se eles estão barulhentos, o espaço amplifica os seus gritos excitados em todas as direcções, mas se eles estão calmos, o espaço irradia uma tranquilidade contemplativa por todas as superfícies."¹⁷⁹

179 ZUMTHOR, Peter - Peter Zumthor : therme Vals, 2007, p.76

Figura 51 - Planta da Piscina interior, escala 1:50



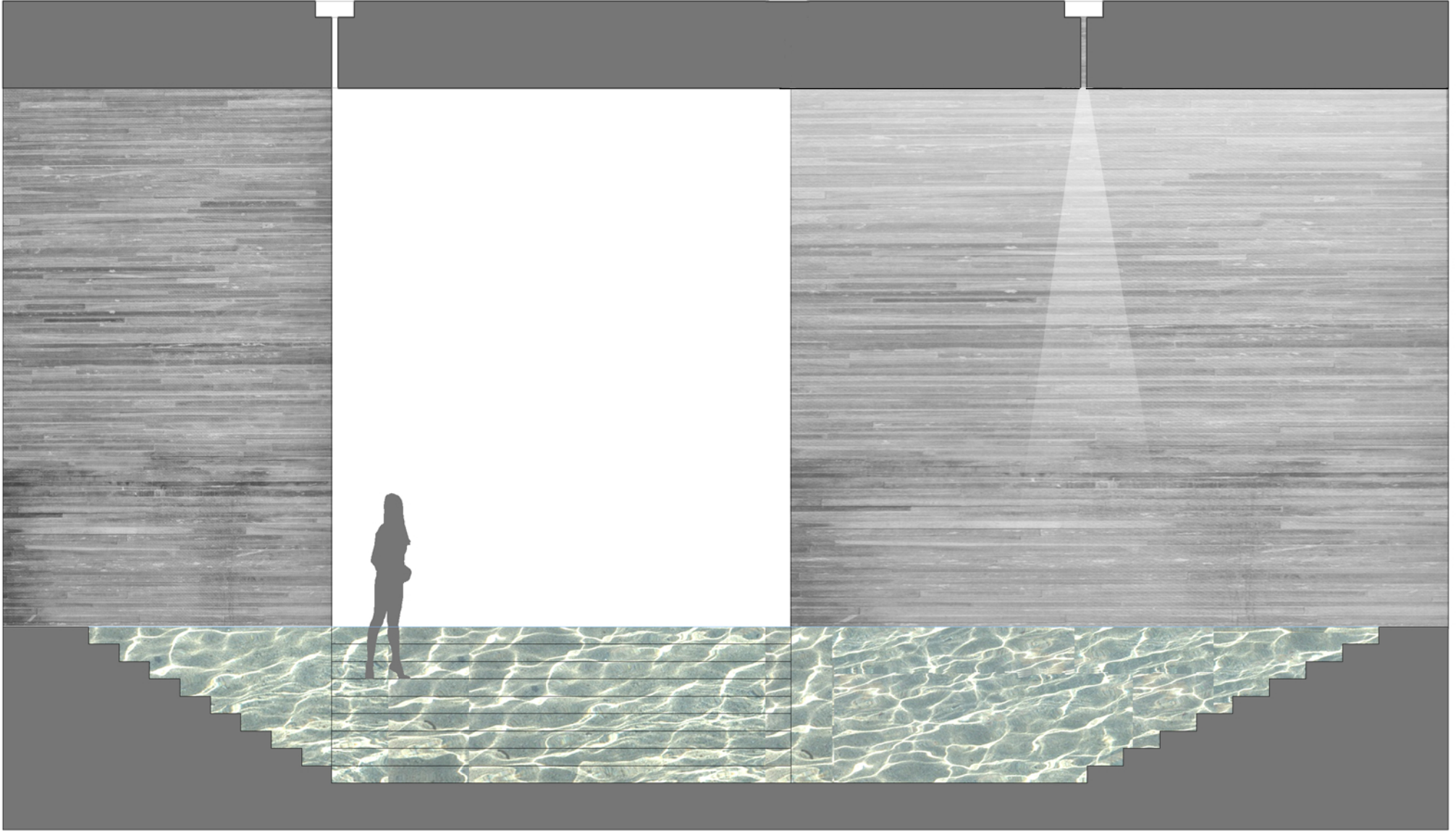


Figura 52 - Corte A-A' da Piscina interior, escala 1:50

Figura 53 - Corte BB' da Piscina interior, escala 1:50

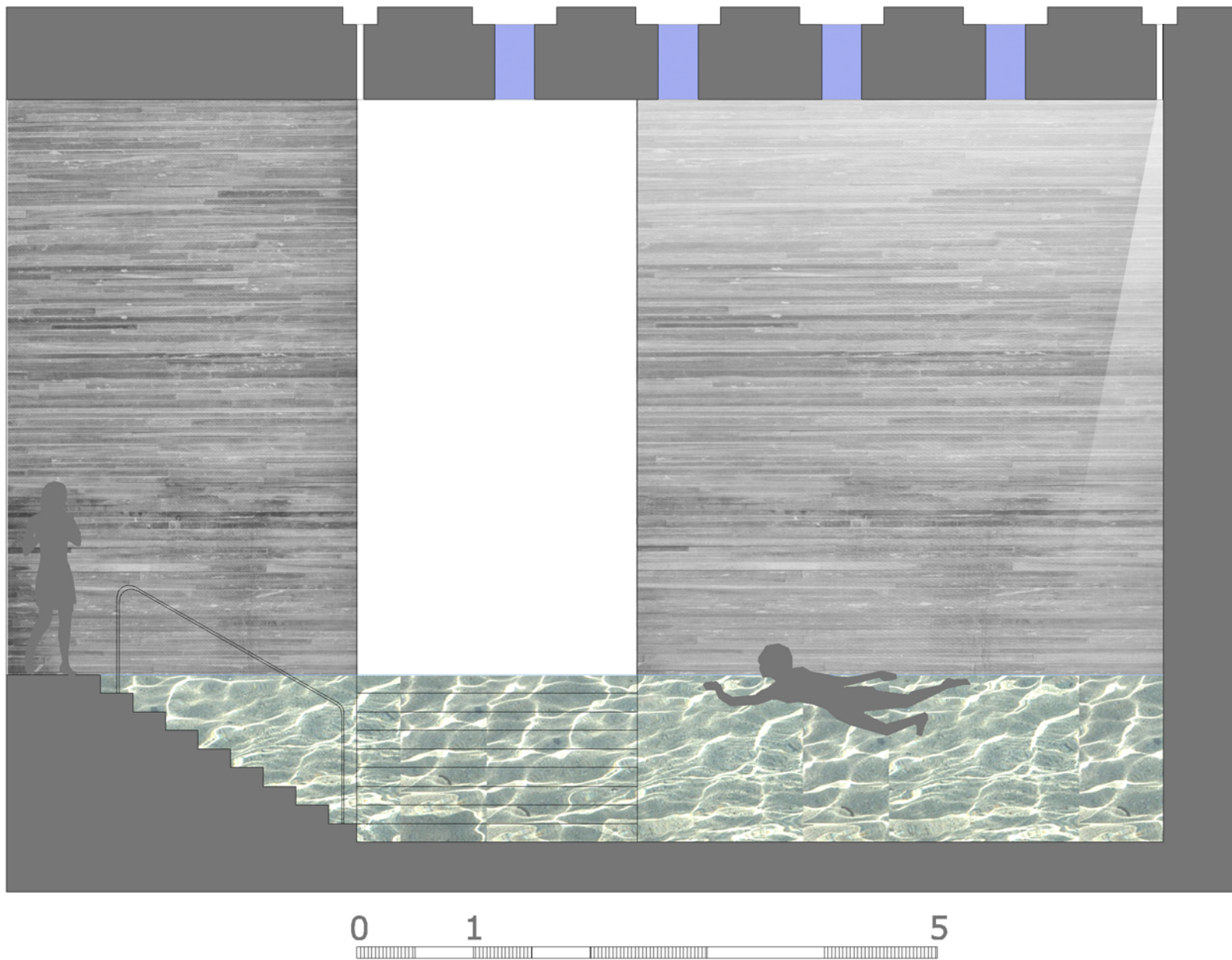
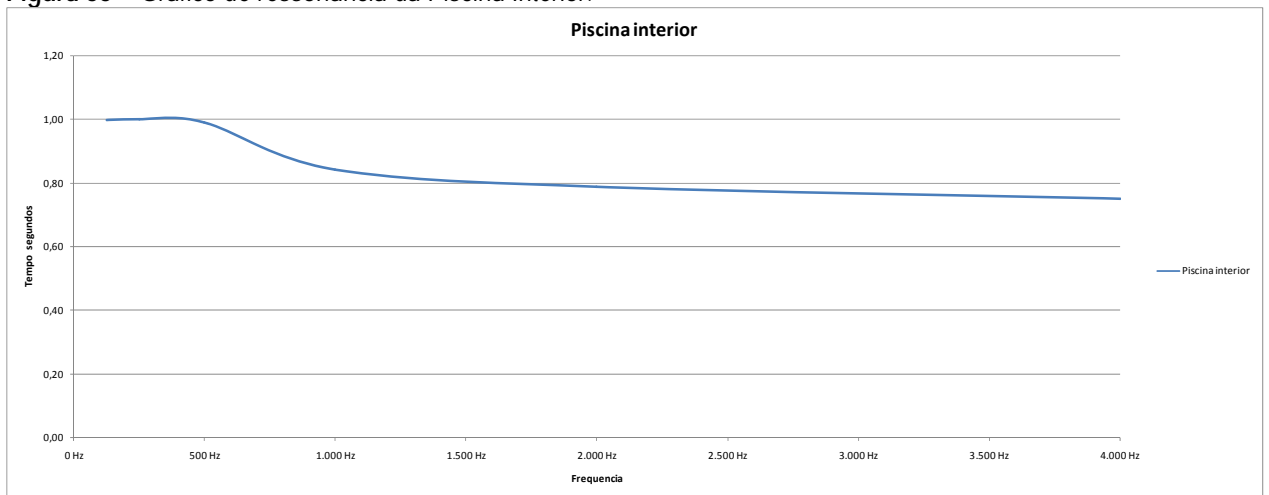


Figura 54 – Tabela do Tr da Piscina Interior.
 Volume da sala = 427,11 m³

Materiais	CA (por bandas de frequência)						Área (m ²)
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
Betão	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02	82,68
Janela de vidro vulgar	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	4,13
Pedra	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	157,32
Superfície de água	0,008	0,008	0,013	0,15	0,2	0,25	86,81
Campo aberto	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	72,32
Tr (em segundos)	1,00	1,00	0,99	0,84	0,79	0,75	

$$Tr_{125} = 0.161 \frac{427,11}{(82,68 \times 0,01) + (4,13 \times 0,35) + (168,56 \times 0,01) + (86,81 \times 0,008) + (72,31 \times 0,9)}$$

Figura 55 – Gráfico de ressonância da Piscina Interior.



- Fontes sonoras: água e pessoas.
- Materiais: Água, pedra lisa (paredes), betão (tecto) e vidro.
- Paisagem sonora – O espelho sonoro

As frequências baixas são as mais reverberadas, mas não há uma grande discrepância no conjunto sonoro, podendo-se, portanto, afirmar-se que o som é bastante homogéneo. Há, de facto, **intencionalidade sonora** no desenho da piscina interior, tal como refere o texto inicial.

A dimensão do espaço e o facto das suas entradas serem largas e múltiplas, não lhe confere um carácter de interioridade, i.e, faz parte da zona pública¹⁸⁰ e circulatória do edifício das termas, dando-lhe assim um carácter de espaço amplo e de socialização com comunicabilidade espacial – tanto sonora como visual.

Curiosidade acústica: há um certo efeito de ressoador nas entradas de luz do tecto e nas frinchas da laje mas não foi tido em conta nos cálculos pois revelava ser pouco significativo nos resultados finais e não calculável pelo uso simplificado da Fórmula de Sabine.

¹⁸⁰ Pública no sentido em que podem lá estar muitas pessoas em simultâneo.

4.2.2. Ficha de análise acústica - Fonte

O espaço da Fonte tem interesse para análise acústica pois, a sua geometria, materialidade e a presença de água corrente, trazem a este espaço uma sonoridade peculiar.

“O acesso à fonte leva-[nos] a dar um passeio, quarto degraus criam uma longa e estreita descida, numa passagem escura com fraca iluminação e com o som de salpicos que surge da sala: na *Drinking Stone* [Fonte] a água cai de alto por cima da fonte circular rasgada no chão. Esta é abraçada por uma guarda, na qual estão atadas por correntes xícaras de latão – aqui, pode-se beber a água que vem directamente da *nascente quente* não filtrada. (...) A sala tem uma base quadrada e tem o dobro da altura da entrada e as paredes estão revestidas até ao tecto por grandes blocos de pedra de Vals (...). Elas têm a face polida, brilhante e as arestas quebradas com espaçadores de latão. (...) Nos esquiços encontra-se a frase *Tema: dentro da fonte – entra-se na fonte*; as partes metálicas são indicadas a amarelo fluorescente.”¹⁸¹

181 ZUMTHOR, Peter - Peter Zumthor : *therme Vals*, 2007, p.155

Figura 60 - Planta e cortes da Fonte, escala 1:50

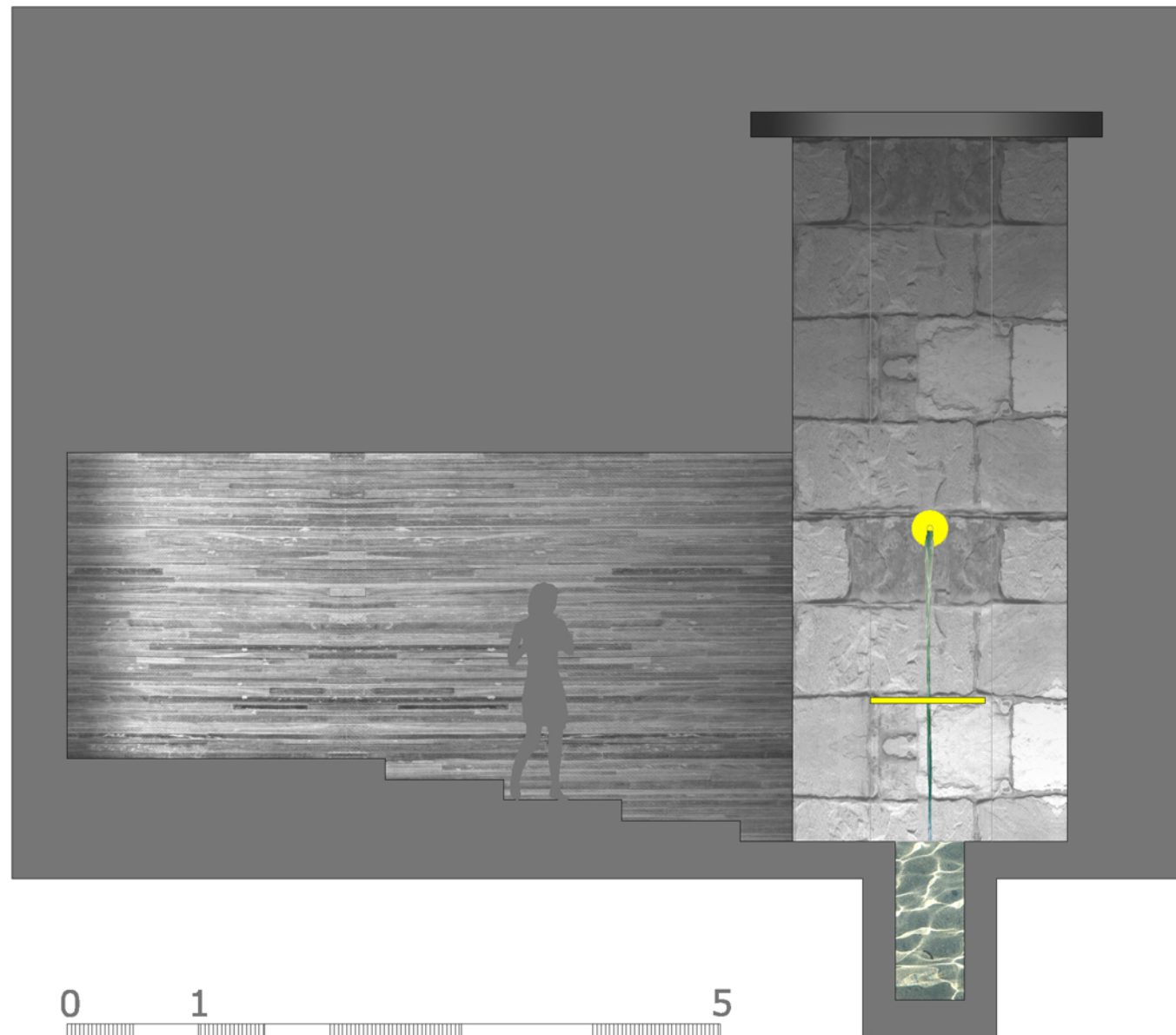


Figura 61 – Tabela do Tr da Fonte.
 Volume da sala = 24,25 m³

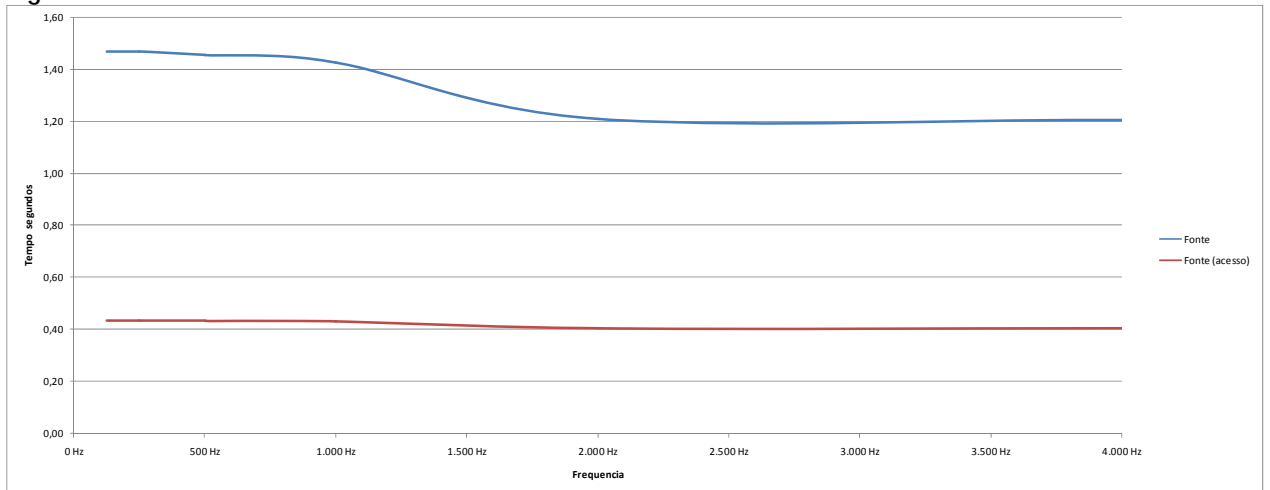
Materiais	CA (por bandas de frequência)						Área (m ²)
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
Betão (tecto)	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02	4,37
Pedra	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	48,23
Superfície de água	0,008	0,008	0,013	0,15	0,20	0,25	0,22
Campo aberto	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	2,37
<i>Tr</i> (em segundos)	1,47	1,47	1,45	1,43	1,21	1,20	

Volume do acesso = 11,16 m³

Betão (no tecto)	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02	4,42
Pedra	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	27,90
Campo aberto	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	4,23
<i>Tr</i> (em segundos)	0,44	0,44	0,43	0,43	0,40	0,40	

$$Tr_{125} = 0.161 \frac{24,25}{(7,16 \times 0,01) + (44,07 \times 0,01) + (0,21 \times 0,008) + (02,37 \times 0,9)}$$

Figura 62 – Gráfico de ressonância da Fonte.



- Fontes sonoras: (Pessoas), água corrente e correntes metálicas.
- Materiais: Água corrente, pedra lisa (chão e paredes do acesso), blocos de pedra (paredes da sala), metal e betão (tecto).
- Paisagem sonora – *The Splashing sound*

As frequências baixas são as mais reverberadas, mas não há uma grande discrepância no conjunto, portanto pode-se afirmar que o som é bastante homogéneo.

A água, que cai de alto, faz aumentar o efeito sonoro do seu pingar, provocando uma certa sensação de pequenez quer pela escala dos elementos arquitectónicos e metálicos – como se pode verificar nos cortes – quer pelas materialidades e pelo som delas decorrente. A presença do som metálico das correntes, quando se pega no copo de latão para se beber da água que jorra, revela o aspecto lúdico e interactivo das termas. Sente-se aqui um contacto directo com natureza, pois o espaço dá a entender que a nascente é ali mesmo pelo facto de podermos beber a água.¹⁸²

Curiosidade acústica: não está calculado mas supõe-se que o facto da sala da Fonte ter planta quadrada provoque o efeito de coincidência dos modos em duas dimensões – i.é. em largura e comprimento.

¹⁸² Os dados relativos ao barulho metálico e da água a pingar não são quantificados nesta investigação, mas são levantamentos da experiência tida no local.

Figura 63 – Esquiços do arquitecto – Banho de Gelo.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - *Therme Vals*, p.89.

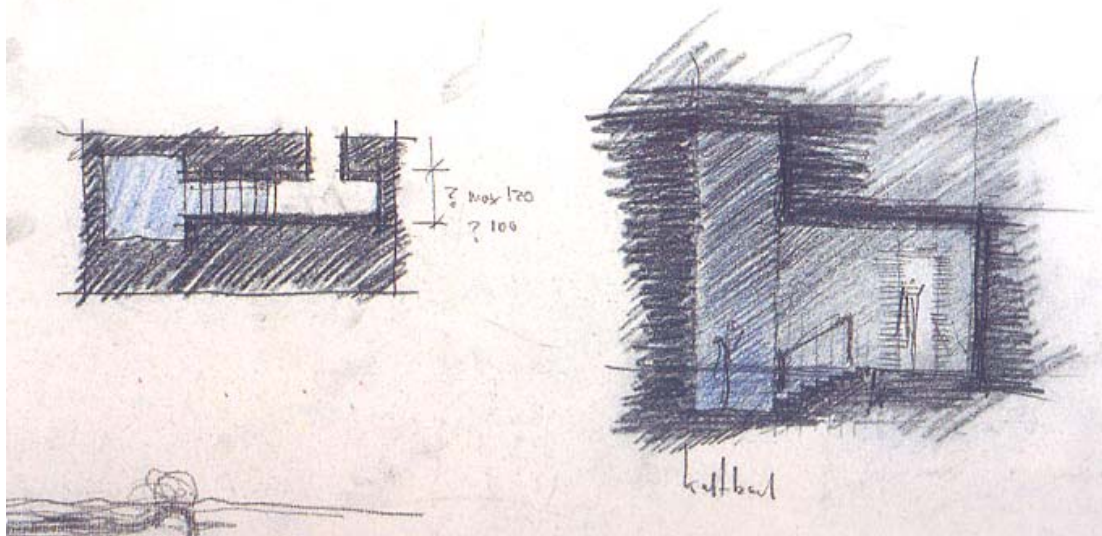
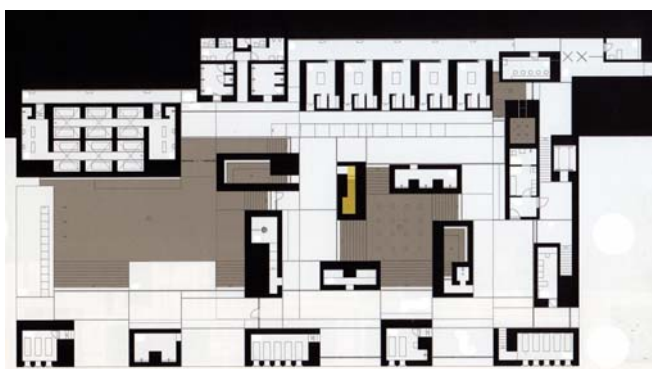


Figura 64 – Localização do Banho de gelo no edifício.



4.2.3. Ficha de análise acústica - Banho de gelo

Esta sala revela ser interessante para análise pelas suas dimensões reduzidas e pela intensidade sensorial da sua experiência.

“Emergindo do *Banho de Fogo*, a inscrição 14º aparece-nos do outro lado. A entrada para o *Banho de Gelo* leva-nos a dar uma curva, descendo 7 degraus e mergulhar na piscina. A sala é estreita e alta, a parede é de betão azul (...) O *Banho de Gelo* das termas de Vals, por virtude das suas dimensões interiores, permite participar numa experiência revigorante sozinho, o choque térmico pode então ser expressado livremente e individualmente, como se em retorno de um gorgolejar ruidoso que vem da calha, (...) integrada no degrau de cima.”¹⁸³

183 ZUMTHOR, Peter - Peter Zumthor : therme Vals, 2007, p.77

Figura 65 - Planta e cortes do Banho de gelo, escala 1:50

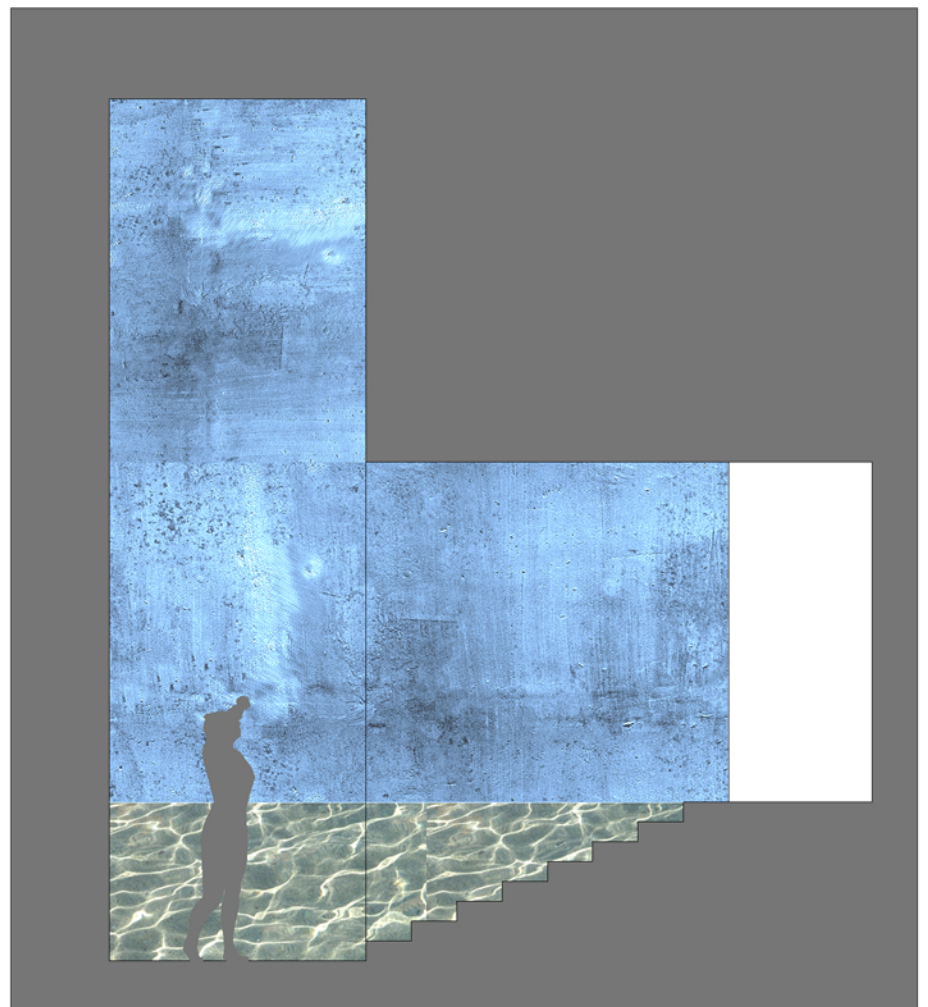
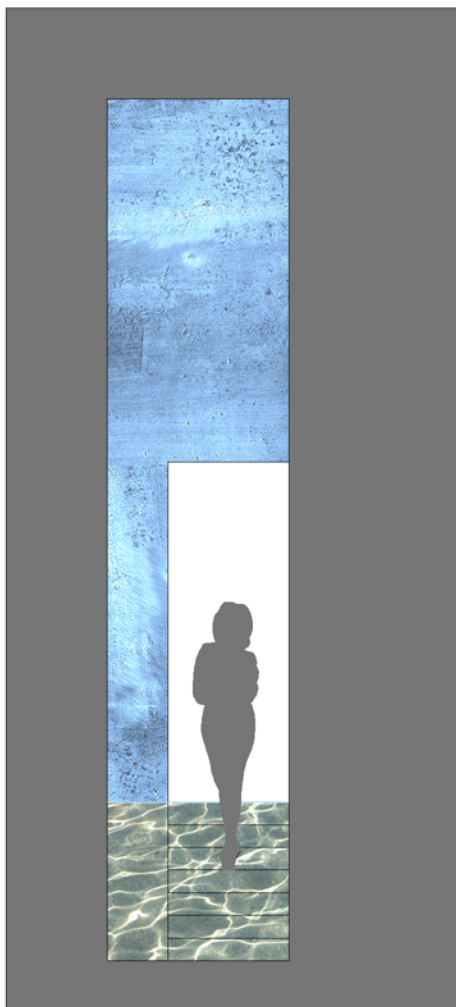
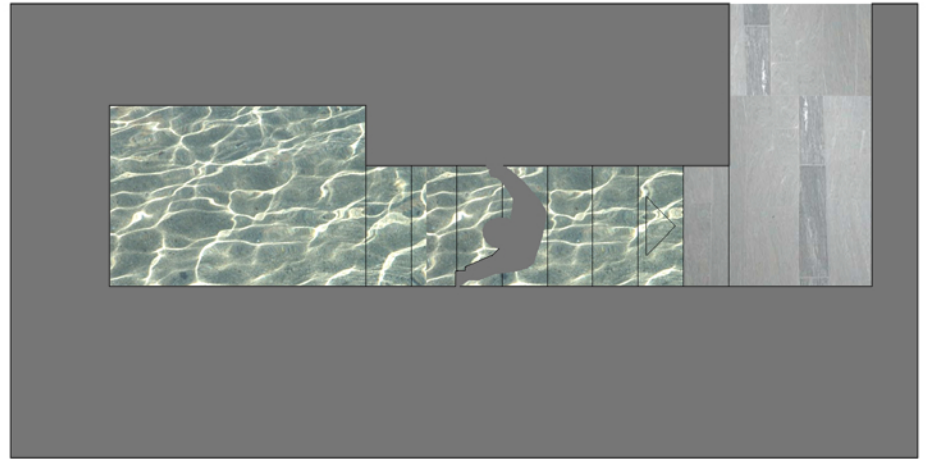
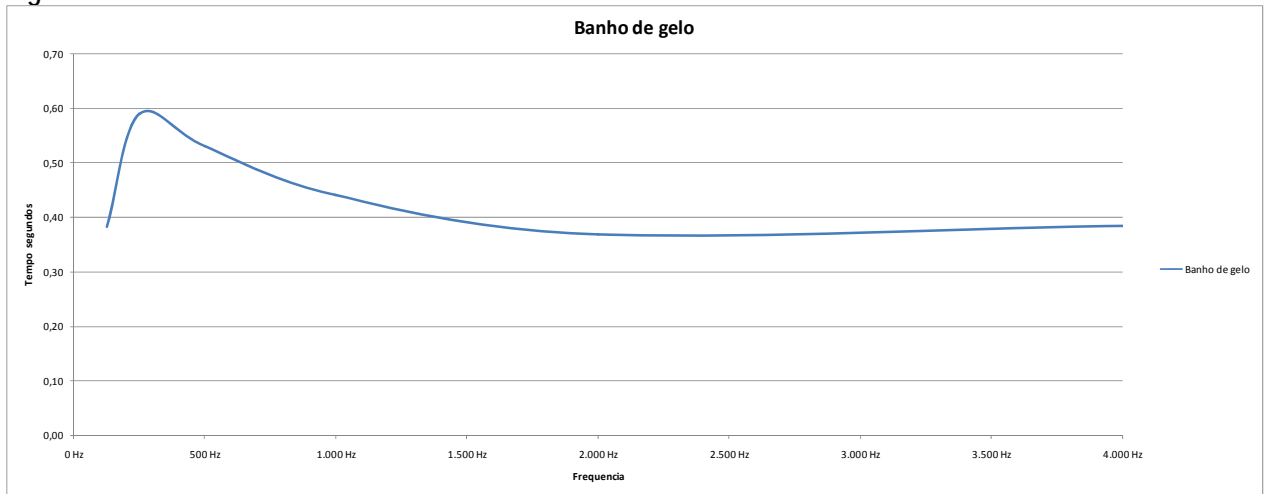


Figura 66 – Tabela do Tr do Banho de Gelo
 Volume = 15,52 m³

Materiais	CA (por bandas de frequência)						Área (m ²)
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
Betão denso pintado	0,1	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	45,63
Superfície de água	0,008	0,008	0,013	0,15	0,2	0,25	3,72
Campo aberto	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	2,14
Tr (em segundos)	0,38	0,59	0,53	0,44	0,37	0,38	

$$Tr_{125} = 0.161 \frac{15,52}{(84,44 \times 0,01) + (2,37 \times 0,35) + (168,56 \times 0,01) + (86,81 \times 0,008) + (72,31 \times 0,9)}$$

Figura 67 – Gráfico de ressonância do Banho de Gelo



- Fontes sonoras: Pessoa e água.
- Materiais: Betão pintado (paredes e tecto), água, pedra lisa (chão da entrada).
- Paisagem sonora – O murmúrio ruidoso

Da análise do gráfico denota-se um pico de reverberação na banda de frequência 250 Hz. Há intenção sonora no projecto desta sala, como é referido no texto inicial, ao mencionar o gorgolejar da água agitada na calha e o livre expressar do choque térmico pelo utilizador.

Os valores do Tr são baixos, mas é necessário ter-se em conta que o espaço tem um volume muito reduzido, portanto, proporcionalmente aos outros espaços estudados e tendo em conta que os materiais utilizados são muito reverberantes¹⁸⁴, conclui-se que o espaço do banho de gelo é muito reverberante e tem consequentemente uma paisagem sonora muito relevante. A amplitude sonora deste espaço confere à pessoa que experimenta individualmente o choque térmico uma sensação de pequenez.

184 Ver conclusões das fichas: é o terceiro espaço mais reverberante.

Figura 68 – Entrada para a sala do Banho sonoro.
Fonte: Fotografia de Mauro Vilar Moreira Franco



Figura 69 – Esquícios do arquitecto – Banho sonoro.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - *Therme Vals*, p.89.

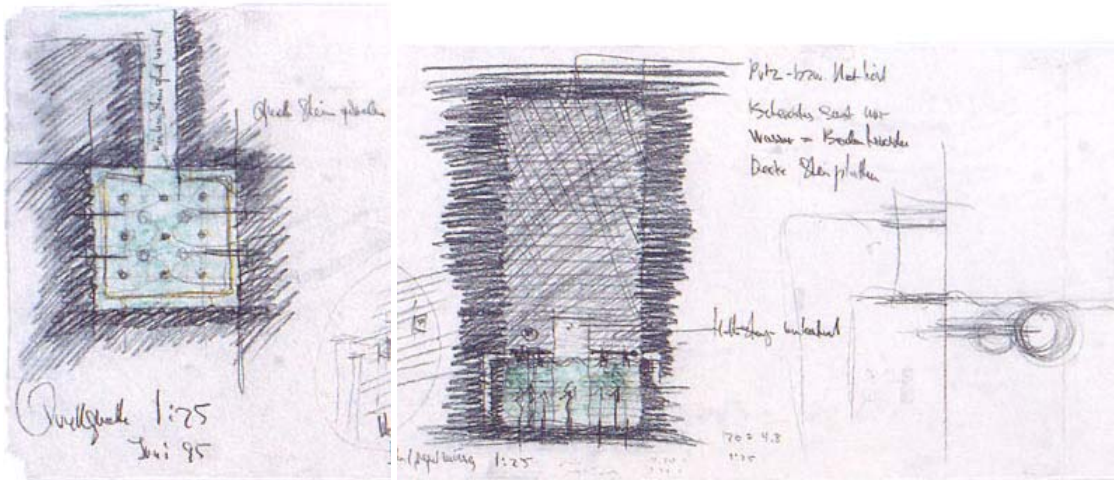
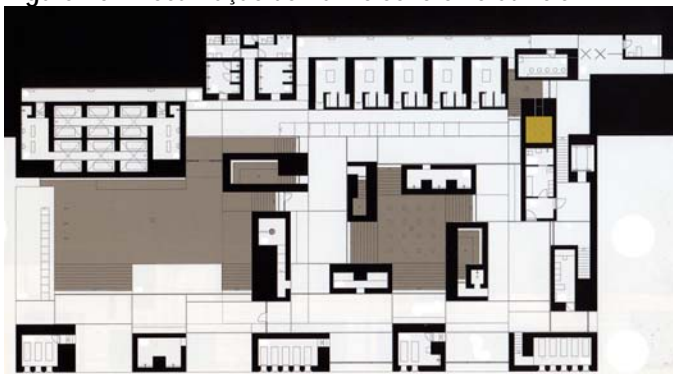


Figura 70 – Localização do Banho sonoro no edifício.



4.2.4. Ficha de análise acústica - Banho sonoro

O Banho sonoro, tal como o próprio nome indica, tem uma concepção predominantemente sonora. Esta é a principal razão pela escolha deste local para análise, mas não é de descurar a peculiar, apesar de elementar, materialidade e geometria.

“Só pode entrar ou sair uma pessoa de cada vez porque o túnel de entrada é baixo e estreito (...). A pedra polida do túnel de entrada fura a parede, (...) na sala, camada após camada, (...) as pedras estendem-se por ali acima, algumas formando arestas convexas, outras mais côncavas, consoante a natural linha de fractura. (...) Os banhistas encostam-se ao corrimão e olham para cima por causa da altura, a sala conduz os olhos para todas as direcções. Também porque acima de um cântico ou de um sussurro, um som parece entoar, desde o maior ou menor coro emitido pelos presentes. Conduzido de acordo com as leis da propagação, o som vai até ao tecto, carregado e reflectido pelos diferentes ângulos de refacção das paredes. Algumas frequências e os seus tons harmónicos são amplificados através das interferências e produzem um *som mais cheio*. A sua própria voz, como uma fonte de som, estimula a frequência ressonante da sala como uma gruta de ressonância, parecendo que o som vem de outro lado qualquer, ou que pertence a qualquer outra pessoa. O espaço é aqui como um instrumento musical (...) soa a um órgão com uma tampa por cima. Este método construtivo torna os tons uma oitava mais baixa [mas e]ste efeito não fazia parte do conceito original. A fim de preservar a natureza cerrada deste espaço”¹⁸⁵, não tem abertura por cima.

“Com um pé direito muito maior que o resto [do edifício], há no espaço um amplificador¹⁸⁶ que aumenta e deforma os sons que se produzem no seu interior, com o qual se reforça a atmosfera de intimidade, [retiro] e mistério.”¹⁸⁷

185 ZUMTHOR, Peter - Peter Zumthor : *therme Vals*, 2007, p.92

186 O amplificador situa-se no centro do tecto de betão.

187 ALGARIN COMINO, Mario - *Arquitecturas excavadas*, 2006, p.249

Figura 71 - Planta e cortes do Banho sonoro, escala 1:50

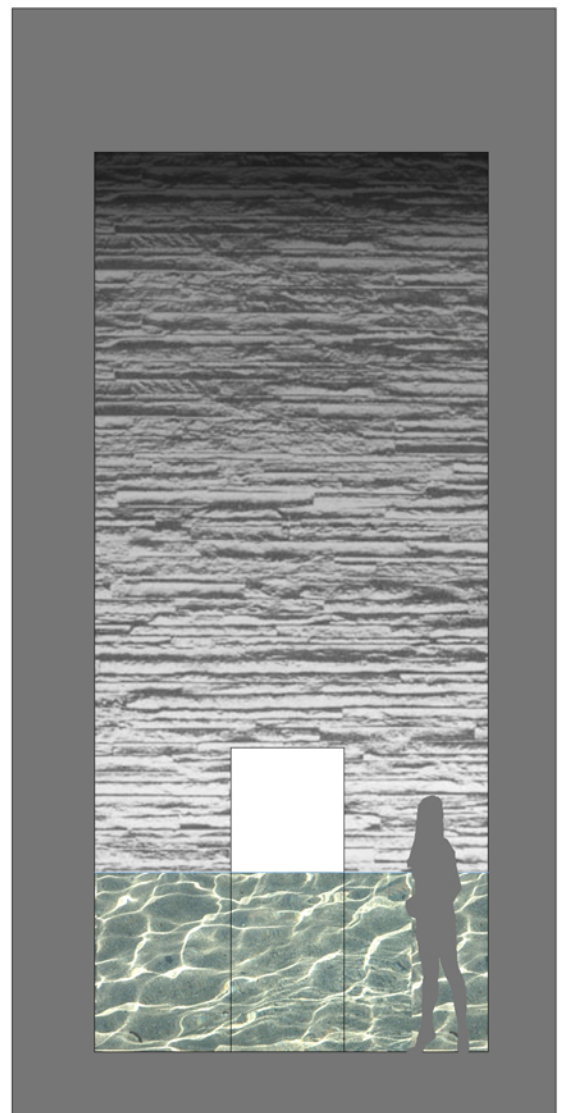
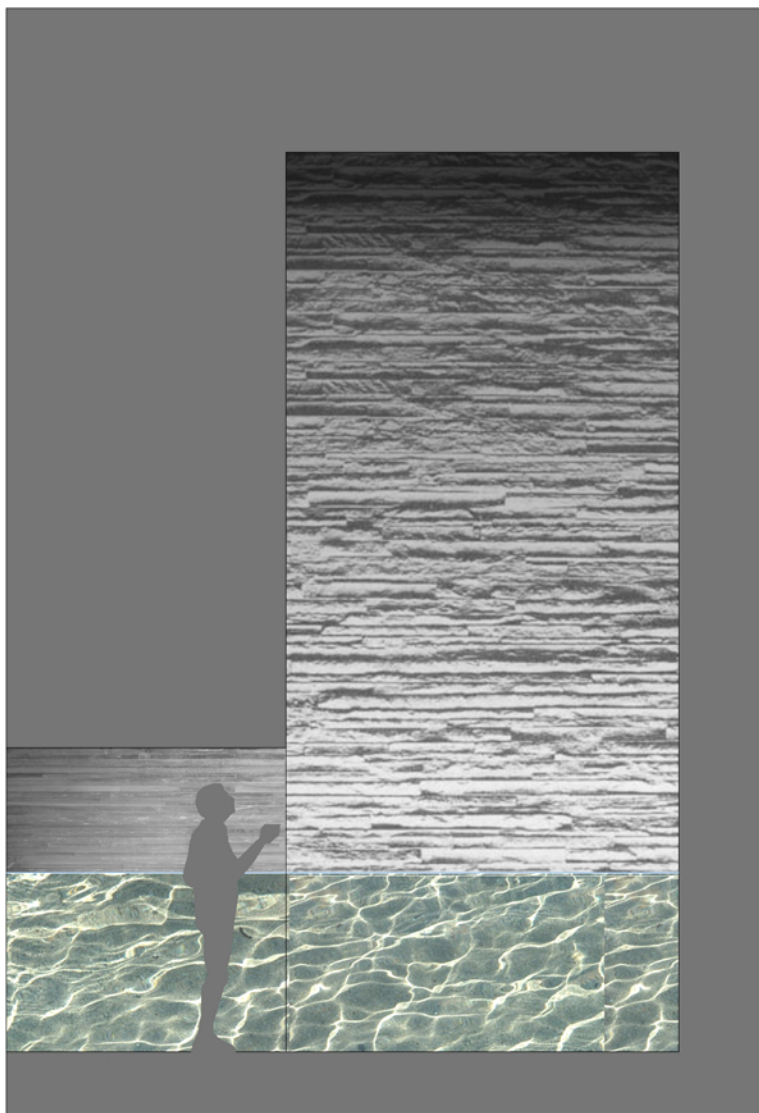
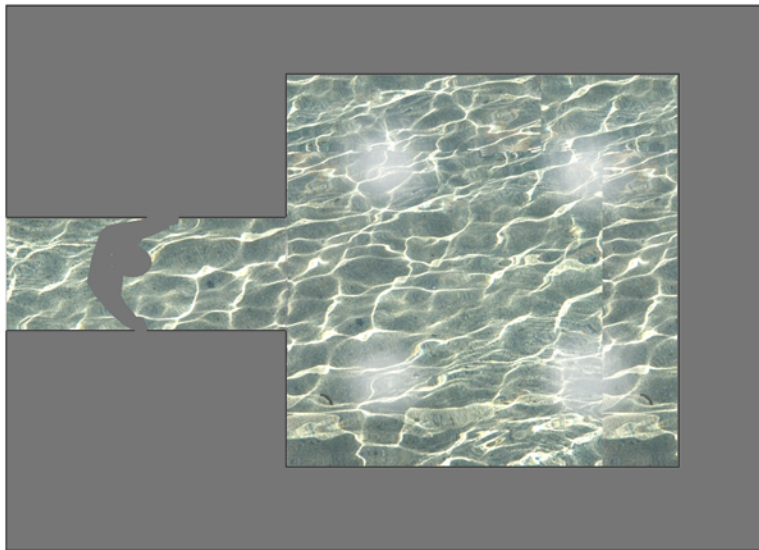


Figura 72 – Tabela do Tr do Banho Sonoro.
 Volume da sala = 32,18 m³

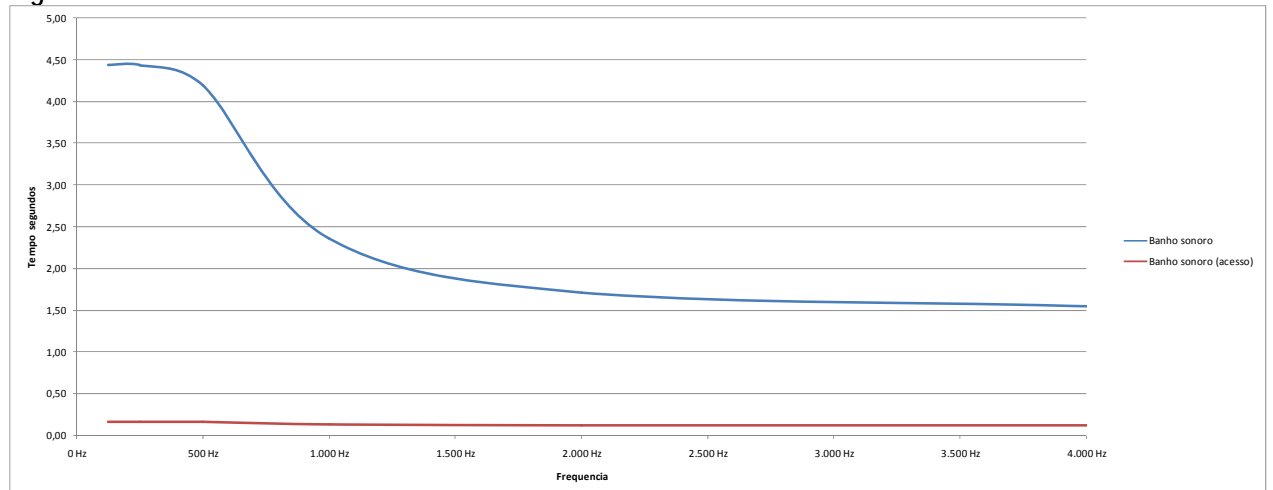
Materiais	CA (por bandas de frequência)						Área (m ²)
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
Betão	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02	6,76
Pedra	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	334,14
Superfície de água	0,008	0,008	0,013	0,15	0,2	0,25	6,76
Campo aberto	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,62
Tr (em segundos)	4,43	4,43	4,19	2,36	1,71	1,54	

Volume do acesso = 1,14 m³

Pedra	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	4,43
Superfície de água	0,008	0,008	0,013	0,15	0,2	0,25	1,39
Campo aberto	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,24
Tr (em segundos)	0,16	0,16	0,16	0,13	0,12	0,12	

$$Tr_{125} = 0.161 \frac{32,18}{(6,76 \times 0,01) + (334,14 \times 0,01) + (6,76 \times 0,008) + (0,62 \times 0,9)}$$

Figura 73 – Gráfico de ressonância do Banho Sonoro.



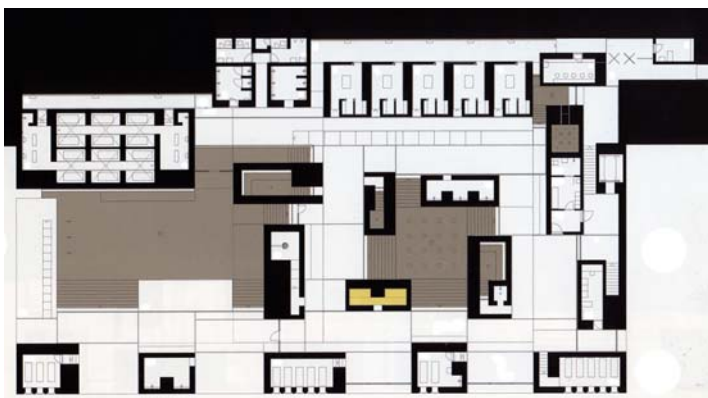
- Fontes sonoras: Pessoas, água e um amplificador.
- Materiais: Pedra rugosa, pedra lisa (acesso), betão (tecto), água.
- Paisagem sonora – A voz amplificada

Na sala do Banho Sonoro as baixas frequências são extremamente reverberantes em comparação às médias e altas. Isto denota uma clara intenção de projecto, como é referido no texto inicial. O efeito de caverna/gruta é dado pela amplitude sonora do espaço, que também é favorecida pelo contraste entre o acesso e a sala em si. O acesso é muito estreito e apertado o que minimiza o seu efeito reverberante.

Peter Zumthor coloca no tecto do Banho Sonoro um amplificador vocal, o que se torna interessante pois, apesar dos cálculos de reverberação feitos terem dado valores elevados, com um amplificador o arquitecto consegue tornar o carácter sonoro ainda mais explícito e intenso para o ouvido humano.

Curiosidade acústica: neste caso também se verifica uma planta quadrada tal como acontece na Fonte, logo o efeito sonoro de coincidência assemelha-se.

Figura 74 – Localização da Sala de música no edifício.



4.2.5. Ficha de análise acústica - Sala de Música

Aqui o programa da sala também foi o motivo principal para a sua escolha. Mas não só. Nesta sala o arquitecto teve de pensar num tratamento totalmente divergente aos outros, pois aqui o objectivo principal é a transmissão de música gravada, entrando em jogo questões de acústica arquitectural.

*"É uma sala artificial muito alta, diz Peter Zumthor. A entrada divide ao meio o [espaço interior], criando tanto para a esquerda como para a direita uma sala, na verdade são mais pequenos quartos. Na escuridão encontram-se dois blocos estofados de couro, no chão uma grade de madeira e a parede de tecido produzida para o toque: dentro da *Sounding Stone* (Pedra sonora) é como se os barulhos de fora fossem desligados e, em conjugação com a escuridão, um som que parece vir de muito longe aproxima-se cada vez mais perto e acorda o nosso sentido auditivo.*

Wanderings [vagueando], como é chamada a instalação do compositor Fritz Hauser¹⁸⁸, foi escrita para esta sala em 1996, usando pedras sonoras do escultor Arthur Schneiter¹⁸⁹. *Todos os sons são produzidos por oscilação das pedras* – uma pequena placa metálica à entrada informa-nos disso. De acordo com terapias naturais as vibrações produzidas pelas pedras sonoras podem ser percebidas pelo corpo inteiro e o seu efeito é como uma massagem sub-dérmica."¹⁹⁰

188 Fritz Hauser (1953-) compositor e músico suíço que trabalha na base da improvisação, do tempo, do espaço e da ressonância.

189 Arthur Schneiter (1951-) escultor e músico suíço é conhecido pelo seu trabalho de percussão com pedras.

190 ZUMTHOR, Peter - *Peter Zumthor : therme Vals*, 2007, p.94

Figura 75 - Planta e cortes da Sala de música, escala 1:50

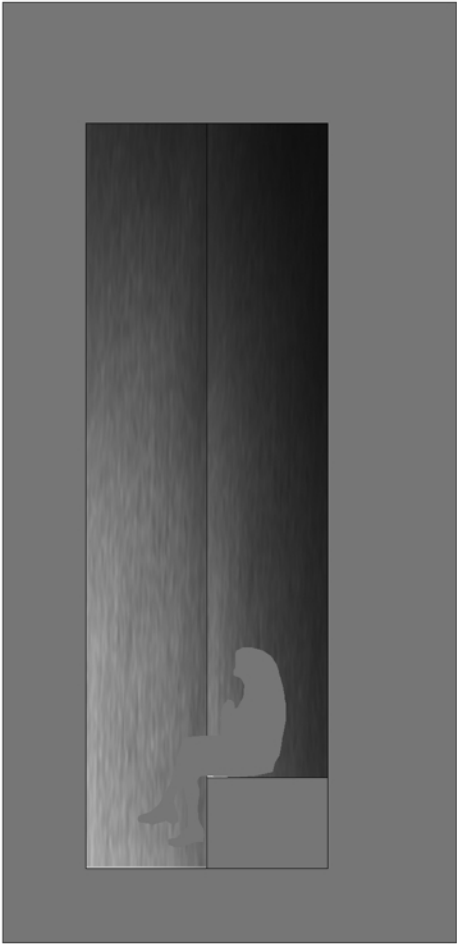
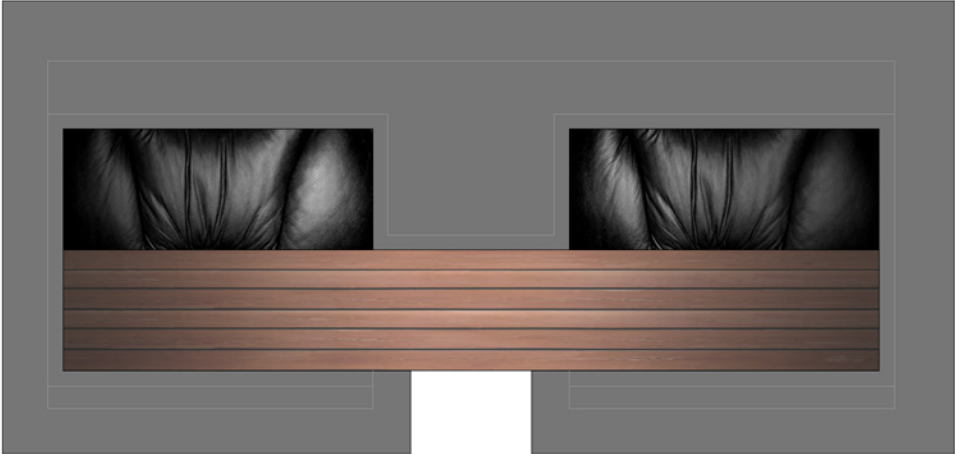
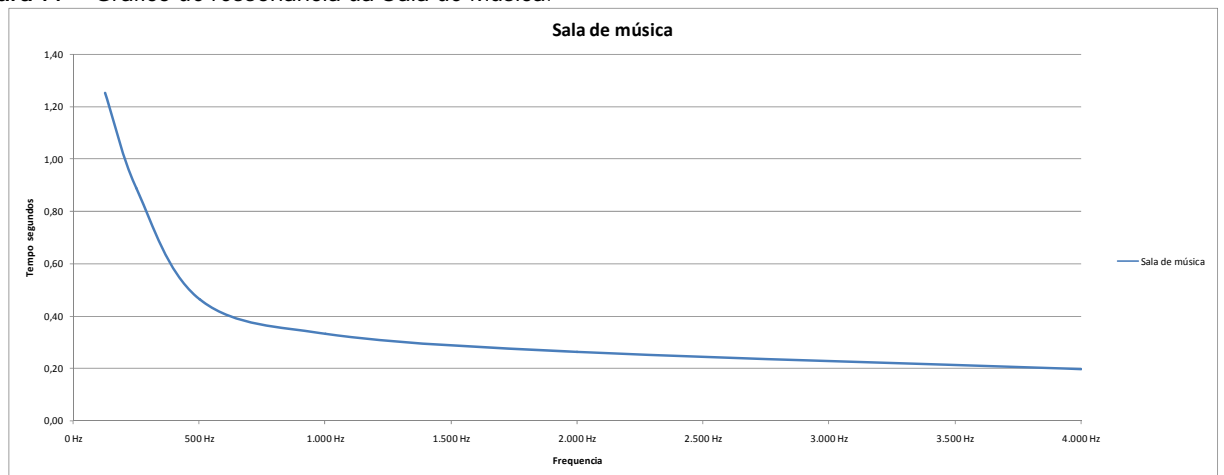


Figura 76 – Tabela do Tr da Sala de Música.
 Volume = 35,50 m³

Materiais	CA (por bandas de frequência)						Área (m ²)
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
Soalho em chão de betão	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	4,32
Couro	0,14	0,35	0,55	0,72	0,70	0,65	5,74
Tecido na parede	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35	66,24
Campo aberto (interior)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,78
<i>Tr</i> (em segundos)	1,25	0,89	0,46	0,33	0,26	0,20	

$$Tr_{125} = 0.161 \frac{35,50}{(4,32 \times 0,04) + (5,74 \times 0,14) + (66,24 \times 0,03) + (1,78 \times 0,9)}$$

Figura 77 – Gráfico de ressonância da Sala de Música.



- Fontes sonoras: Música ambiente do compositor Fritz Hauser.¹⁹¹
- Materiais: Tecido, madeira (chão) e couro (sofás).
- Paisagem sonora – Um som relaxante

Há, sem dúvida, uma intenção sonora no projecto desta sala, pois, na base, ela consiste na transmissão de música relaxante. Os materiais foram escolhidos sob a intenção de absorver o som e isolar do resto das termas, de modo a criar uma ilha sonora. Este efeito é conseguido apesar da sala não ter porta, pois a sala é deveras absorvente e a sua geometria concentra o som produzido nos dois *nichos* criados para as pessoas se deitarem. Interessa aqui não ouvir o que se passa fora da sala, mas sim apenas a música que foi gravada especificamente para este espaço. Todo este ambiente transmite tranquilidade, repouso e concentração.

Da análise acústica conclui-se que as frequências mais baixas são bastante reverberadas, ao invés das outras frequências. Isto poderá explicar-se porque as baixas frequências e/ou os infra-sons têm influência no corpo provocando nele mensagens sub-dérmicas, tal como é referido no texto anterior. Não está comprovado, mas poderá haver uma relação com a música do Fritz Hauser.

191 HAUSER, Fritz - *Therme Vals Sounding Stones*.

Figura 78 – Vista do vestiário: cacifos e acesso às termas.
Fonte: original, 2008.



Figura 79 – Excerto de esquiço do arquitecto
Fonte: ZUMTHOR, Peter - *Therme Vals*, p.88.

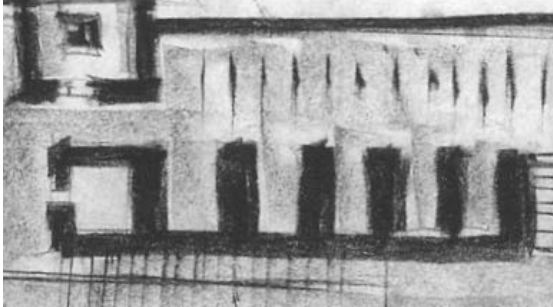
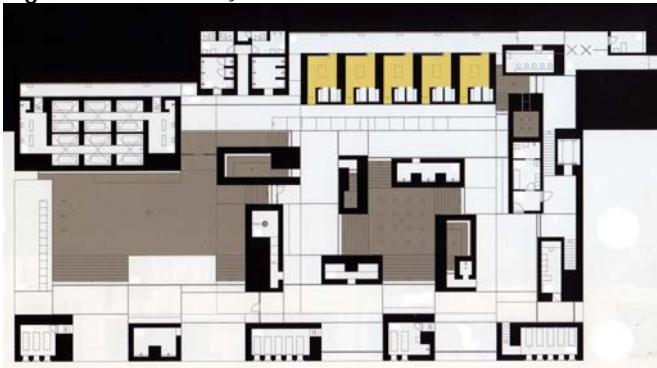


Figura 80 – Localização dos Vestiários no edifício.



4.2.6. Ficha de análise acústica - Vestiário

Embora não existam relatos sobre a concepção e resultados acústicos da zona dos vestiários, pode-se afirmar que se trata de um espaço de transição entre o corredor de acesso e o próprio espaço das termas. A zona está subdividida em cinco salas de dimensões reduzidas, sendo que todas elas são iguais e compostas por um espaço comum com cacifos de madeira escura e um sofá de couro preto e por duas secções de muda de roupa, separadas do espaço principal por uma cortina de couro preto.

Denota-se uma sequência espacial durante o percurso até ao espaço das termas, sendo que o vestiário é um ponto de paragem e de mudança de atitude e mudança espacial – pois é onde se passa do *exterior* programático para a interior propriamente dito. A ideia de percurso está vincada no desalinhar da entrada e da saída do vestiário, obrigando assim a atravessar todo o pequeno espaço. A luz é muito fraca e os materiais escolhidos são escuros. O som é abafado, contrastando com os sons constantes da água e das pessoas no espaço anterior - corredor de acesso todo em betão com corrimentos de água na parede - e o espaço das termas.¹⁹²

192 Relato de visita ao edifício das termas, 2008.

Figura 81 - Planta e cortes do Vestiário, escala 1:50

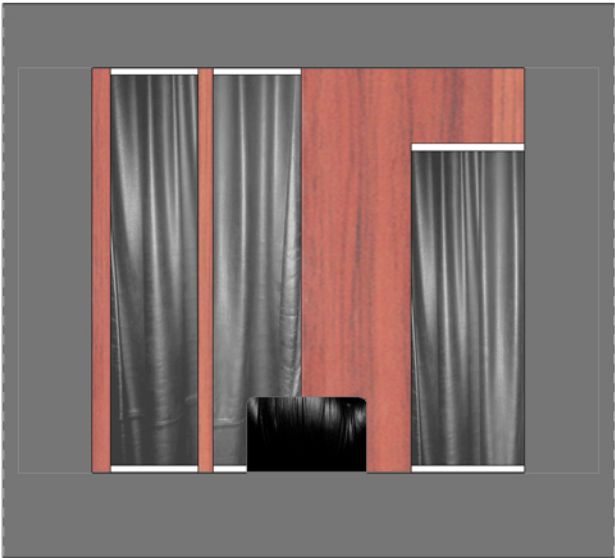
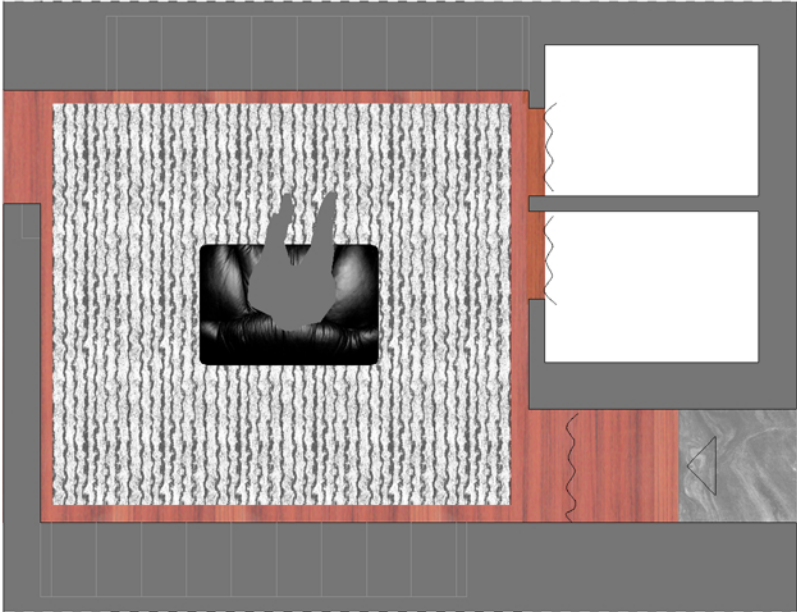


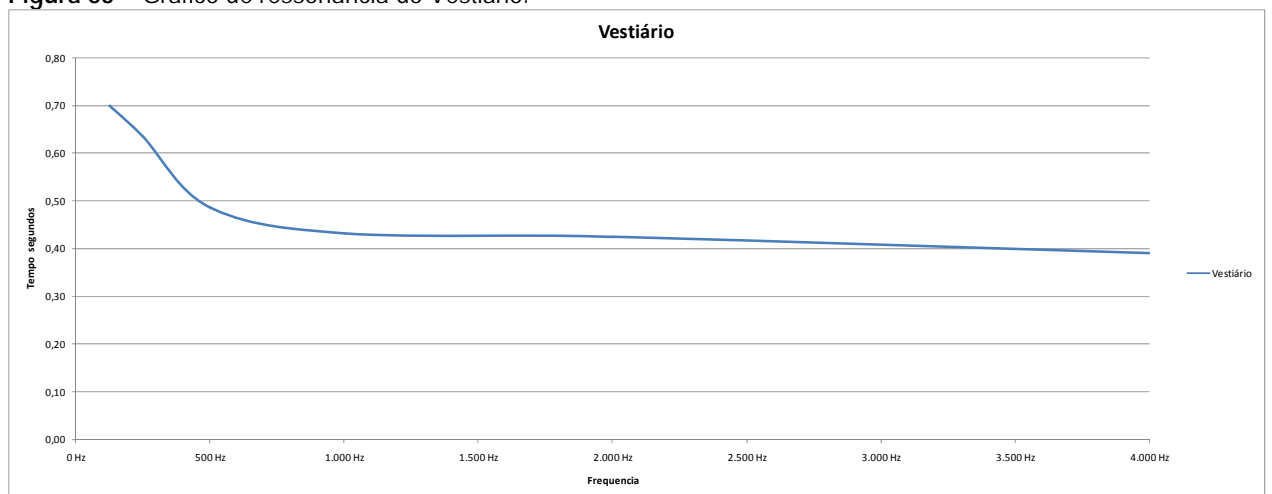
Figura 82 – Tabela do Tr do Vestiário.

Volume da sala = 24,29 m³

Materiais	CA (por bandas de frequência)						Área (m ²)
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
Betão (tecto)	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02	9,23
Couro	0,14	0,35	0,55	0,72	0,70	0,65	7,65
Tecido (no chão)	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35	8,29
Madeira	0,15	0,11	0,1	0,07	0,06	0,07	26,22
Tr (em segundos)	0,70	0,63	0,49	0,43	0,42	0,39	

$$Tr_{125} = 0.161 \frac{24,29}{(9,23 \times 0,01) + (7,65 \times 0,14) + (8,29 \times 0,03) + (26,22 \times 0,15)}$$

Figura 83 – Gráfico de ressonância do Vestiário.



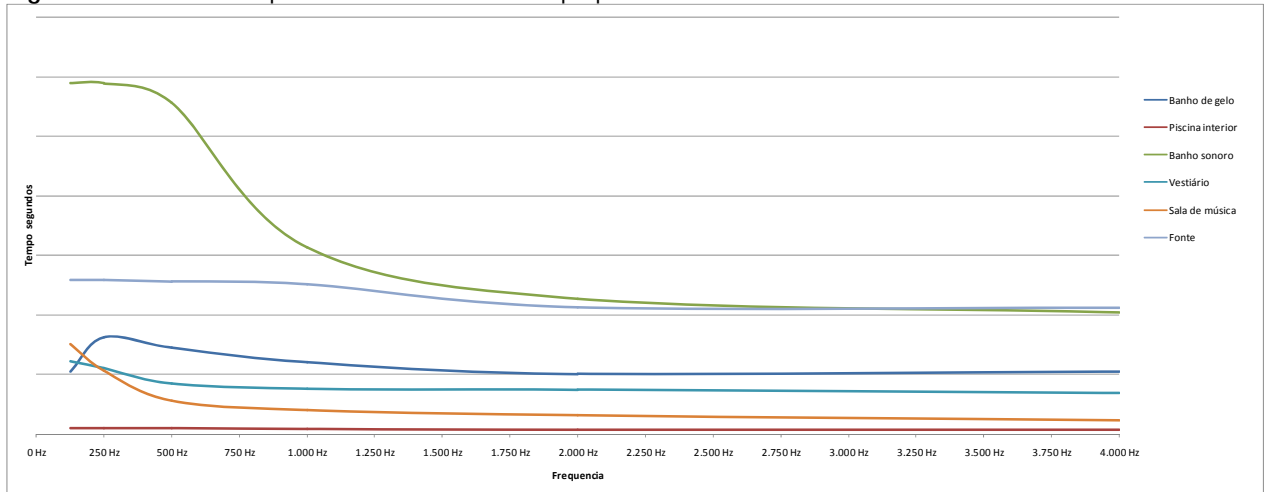
- Fontes sonoras: Pessoas.
- Materiais: Madeira (paredes e cacifos), couro (cortinas e sofá), carpete (chão) e betão (tecto).
- Paisagem sonora – A privacidade

O arquitecto teve o cuidado de dividir o conjunto dos vestiários em cinco pequenos espaços de 8,29 m², com a dimensão e materialidade semelhante a um pequeno quarto de dormir, criando assim uma atmosfera de intimidade/privacidade, em adição ao facto destes espaços serem revestidos por materiais pouco reverberantes (tecido no solo e couro). A zona de secagem do cabelo e de espelhos artificialmente iluminados, normalmente associada ao espaço do vestiário, está totalmente separada dela, pois estas funções desvirtuam o sossego e a penumbra necessária ao acto da muda de roupa.

Figura 84 – Quadro comparativo dos Tr (em segundos).

	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	Volume (m ³)
Banho de gelo	0,38	0,59	0,53	0,44	0,37	0,38	15,52
Piscina interior	1,00	1,00	0,99	0,84	0,79	0,75	427,11
Banho sonoro	4,43	4,43	4,19	2,36	1,71	1,54	32,19
Banho sonoro (acesso)	0,16	0,16	0,16	0,13	0,12	0,12	1,14
Vestiário	0,70	0,63	0,49	0,43	0,42	0,39	24,29
Pedras musicais	1,25	0,89	0,46	0,33	0,26	0,20	35,50
Fonte	1,47	1,47	1,45	1,43	1,21	1,20	24,24
Fonte (acesso)	0,44	0,44	0,43	0,43	0,40	0,40	11,16

Figura 85 – Gráfico comparativo com valores de Tr proporcionais.



4.3. Conclusão da análise às fichas

Da análise comparativa proporcional entre os seis espaços estudados denotam-se, pelos valores resultantes (fig. 85), a seguinte ordem, do mais para o menos reverberante:

- 1º – Banho sonoro;
- 2º – Fonte;
- 3º – Banho de gelo;
- 4º – Vestiário;
- 5º – Sala de música;
- 6º – Piscina interior.

O *Banho Sonoro* é a sala com maior **reverberação**, em especial nas frequências baixas. A *Fonte* tem igual reverberação, embora seja nas frequências médias e altas, sendo que estas duas salas são as que têm um carácter sonoro com maior impacto no conjunto das termas e revelam ter sido tratadas com maior preocupação sonora. A *Sala de Música* é a que tem maior absorção sonora, tendo em conta que a *Piscina Interior* – a que tem o conjunto de valores mais baixo – não é uma sala tão cerrada: apenas 54% das superfícies laterais são parede de pedra (os restantes 46% são campo aberto), o que significa que uma grande parte do som não é directamente reverberada. Esta característica torna a acústica do espaço mais amena, i.é., a sua definição sonora não tem tanto impacto psicológico como nos outros espaços estudados. Isto leva a crer que o facto de ser o espaço mais *público* dos seleccionados, foi também pensado como tal em termos acústicos, adequando a paisagem sonora à presença de muitas pessoas em simultâneo, logo, várias fontes sonoras.

Pelo contrário, as outras salas apresentam dimensões diminutas, o que obriga à presença de uma ou duas pessoas de cada vez, havendo assim menos interferências sonoras de outrem e, conseqüentemente, mais **intimidade** na experiência auditiva do local. No seguimento deste conceito o arquitecto teve o cuidado de dividir os vestiários em vários pequenos espaços e de colocar materiais absorventes de modo a fomentar essa mesma intimidade na hora de mudar a roupa.

Ligada à intenção de fornecer um ambiente intimista, está a **separação** clara das funções no espaço das termas. Esta divisão física é também uma separação sonora que permite a cada espaço oferecer a singularidade do seu carácter sonoro.

Figura 86 – Atmosfera de banhos. Banho Turco das termas de Rudas, Budapeste. Referência arquitectónica para as termas de Vals.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - **Therme Vals**, p.70.

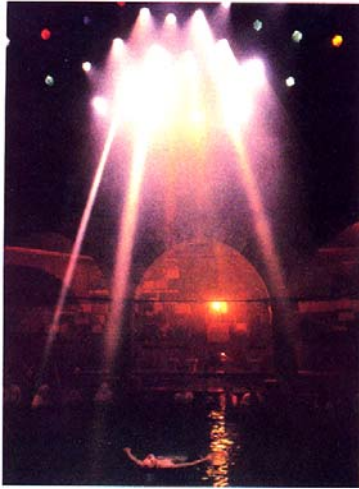


Figura 87 – Rasgos no tecto das termas de Vals.
Fonte: ZUMTHOR, Peter - **Therme Vals**.



A ideia de termas remete para o **relaxamento**, i.é., para a ausência de ruído, para o silêncio ou para a presença de uma música ambiente criada propositadamente para o efeito, levando as pessoas a sussurrar ou simplesmente não falar. É portanto a **atitude das pessoas**, neste tipo de espaços, que lhes define o carácter. Neste ponto é que se diferencia umas termas de uma piscina – não é necessário colocar música relaxante para a atmosfera se tornar relaxante. Este processo de relaxamento acaba por ser um círculo vicioso: o AS do espaço influencia as pessoas, mas o comportamento das pessoas é que cria o AS do espaço: “as termas parecem adaptar-se ao comportamento dos seus ocupantes”.¹⁹³ Este AS define, em parte, a “**atmosfera de banhos**”¹⁹⁴. (fig. 86)

“As mesetas de pedra encerram cavernas (...)”¹⁹⁵. A **imagem de caverna** dada pela implantação, pela geometria dos espaços e pela iluminação do edifício está intimamente ligada ao carácter sonoro que o arquitecto conferiu ao espaço: um carácter cavernoso. A **envolvência** sonora dada pelo eco das cavernas, pelo barulho da **água** a escorrer, a ser remexida, a pingar, a *inundar* os espaços e pelo murmúrio das pessoas, recria uma *imagem sonora* do espaço das termas. O edifício é como uma escavação na montanha, como uma caverna labiríntica, onde a cada recanto se encontra uma experiência sonora nova. As termas de Vals são um **parque temático** da sensorialidade, em particular, da audição, pela interactividade que o corpo tem com a arquitectura através das suas respostas sonoras, e pela sequência de ambientes sonoros diversificados e de carácter forte. “A ideia parte (...) de experiências e sensações primárias de contacto com a água tal como se encontra na natureza, e com o banho nos seus aspectos lúdicos e íntimos.”¹⁹⁶

No edifício das termas pode falar-se também, em termos comparativos, do tratamento da luz e do som. Pois é da união da **luz** com o **som** que resulta o conceito de caverna. O arquitecto transmite, com rasgos no tecto (fig. 87), uma ideia de subterrâneo e de caverna sombria. O arquitecto mascara os tectos colocando os pontos de luz artificial baixos e com luminosidade fraca no espaço principal do edifício, mas também iluminando apenas a água nas pequenas salas.

193 ZUMTHOR, Peter - Peter Zumthor : therme Vals, 2007, p.76

194 ZUMTHOR, Peter - Peter Zumthor : therme Vals, 2007, p.136

195 ZUMTHOR, Peter - Peter Zumthor : therme Vals, 2007, p.43

196 ALGARIN COMINO, Mario - Arquitecturas excavadas, 2006, p.245

A sensorialidade é acentuada pela falta de *clareza* visual das componentes no espaço.¹⁹⁷ O facto de não haver leitura visual do tecto¹⁹⁸ em conjugação com a ressonância da sala provoca uma sensação de **misticismo**. “Havia emoção pela natureza mística de um mundo de pedra no interior da montanha, pela escuridão e pela **luz**, pelo reflexo da luz sobre a água, pela difusão da luz através do ar saturado de vapor, pelos diferentes **sons** que a água produz na pedra e que a rodeia, pela pedra quente e pele despida, pelo ritual do banho.”¹⁹⁹

197 TANIZAKI, Jun'ichiro - **Elogio da sombra**, 1999, p.27 – Tanizaki faz uma comparação entre a loiça japonesa e a loiça ocidental. Esta revela tudo pois “as cerâmicas têm o defeito de não possuírem as qualidades de sombra e de profundidade das lacas. (...) É impossível discernir a natureza do que se encontra nas trevas da tigela, mas a nossa mão apercebe-se de uma lenta oscilação fluida (...) Não exagero muito ao afirmar que é de natureza mística, que tem até um toque zénico.” pp.26,27.

198 No caso do banho sonoro, o facto do tecto estar camuflado pela escuridão ajuda também a esconder o amplificador de voz que não se encontra fisicamente dissimulado. Também no caso da sala de música não se tem leitura visual de praticamente nada, inclusive das colunas emissoras da música. O arquitecto responde assim a uma questão estética.

199 ZUMTHOR, Peter - **Peter Zumthor**, 1998, p.138

5. PARA UMA CONSCIÊNCIA SONORA

Diz-se de uma pessoa que tem consciência, uma pessoa que sabe o que faz, que tem conhecimento. O trabalho aqui desenvolvido tende para uma vontade de consciencialização da criação do AS em arquitectura. Trata-se de repensar o lugar e o papel do **corpo** na produção arquitectónica, dentro do âmbito de recuperar a sua centralidade no pensamento ocidental e de homogeneizá-lo nas suas experiências sensoriais do espaço.

Da análise feita a um estudo de caso específico, na vertente psicofisiológica da sua experiência (auditiva e acústica), retiraram-se alguns ensinamentos que permitem esclarecer a importância do impacto que a sonoridade tem num espaço. Esta consciência, por parte do arquitecto, da presença e influência do sentido da audição no acto projectual, traduz-se em projectos sensorialmente mais completos e equilibrados, onde a forma e a materialidade se conciliam intencionalmente para oferecer ao homem uma alma sonora do ambiente que habita. “Não podemos ouvir se é boa arquitectura ou não, posso apenas dizer que também não é certo que se possa ver se ela é ou não boa (...) [mas é] possível ver ou ouvir se um edifício tem carácter”.²⁰⁰

Consegue-se concluir desta investigação que, no contexto da acústica, a **função** do espaço é o ponto central na concepção da sua paisagem sonora, tal como foi referido no tópico *Adequação acústica / função*²⁰¹. Isto verifica-se porque a resposta acústica a dar ao programa define, em primeira instância, a natureza formal e material do projecto no caso dos programas com acústica activa. Nesta interdependência programa/AS o grupo de programas nos quais a comunicação depende de normas, de estudos acústicos rigorosos e prévios à construção, é pensado pela natureza comunicacional da sua função, limitando assim a criatividade ao nível sonoro.

Paralelamente à sua função o espaço deve ser o resultado da composição harmoniosa e total de um conceito. Este processo de concepção consiste na elaboração de soluções de materialização acústica numa globalidade de projecto e não de modo isolado ou posterior, i.é., não pensar nos conceitos de caracterização sonora e nas suas soluções de modo independente e/ou posterior ao conceito arquitectónico. Trata-se de perceber a paisagem sensorial da obra

200 RASMUSSEN, Steen Eiler - *Viver a arquitectura*, 2007, p.196
201 1)b) p.21

arquitectónica como um todo. É de privilegiar a unidade do conjunto arquitectónico na qual a verdade está na sua totalidade. “O que é preciso na arquitectura de hoje é tudo aquilo que é mais preciso na vida – **integridade**. Apenas, como está no ser humano, então a integridade é a qualidade mais profunda num edifício”.²⁰² A recolha de informações que permitiu elaborar proposições de estratégias de projecto, levou a concluir que, de facto, ter em conta todas as vertentes que se nos colocam para o controlo da paisagem sonora apresenta-se como uma tarefa complexa.

O tema da globalidade também se aplica à complementaridade dos sentidos do ser humano. Sendo indissociáveis uns dos outros, não se pode falar de audição sem se falar de visão e de tacto, pelo menos. As relações intrínsecas entre a **luz e o som** e entre as **texturas e o som**, são exemplos do papel desta multi-sensorialidade na arquitectura pois, em conjugação, criam ambientes com carácter ainda mais marcado e marcante.

Conclui-se que, a nível histórico, não é válido fazer-se uma crítica ao higienismo sonoro – ou qualquer outro tipo de higienismo – pois desde que seja fruto de um acto consciente por parte do arquitecto tem toda a sua legitimidade de ser. Pretende-se sim fazer uma crítica à acção inconsciente no acto projectual em relação ao seu ambiente sonoro.

Para avaliar, criticar, compreender, transmitir e conhecer os espaços arquitectónicos, os arquitectos consideram, em primeira instância e quase em exclusivo, a vertente visual dos espaços interiores e exteriores. Raramente são tratados os aspectos acústicos, pois a capacidade auditiva de cada um de nós é subestimada e pouco compreendida. Assim levanta-se a questão: porque é que as **Histórias da Arquitectura** escritas até hoje, apenas comentam as obras e as classificam de um ponto de vista visual e nunca do ponto de vista dos outros sentidos? As plantas, as fachadas, a decoração, o estilo, a luminosidade, muito serve para a sua análise, mas o carácter sonoro é ignorado, exceptuando quando se tratam de programas especificamente destinados para as artes da música e da voz.

Esta última afirmação remete-nos para a tendência histórica de colocar tudo no *grupo* da acústica arquitectural. Mas há, de facto, uma diferença de abordagem quando se fala em acústica e em paisagem sonora. Da presente investigação conseguem-se distinguir dois fenómenos distintos: o primeiro trata dos cálculos, da **reverberação**, das qualidades acústicas

202 PALLASMAA, Juani - *Los ojos de la piel*, 2006, p.51

dos espaços com o objectivo de eficiência acústica e do seu controlo total, sendo portanto uma abordagem objectiva e por isso embebida na disciplina da engenharia e ligada frequentemente a intervenções posteriores à conclusão da obra. Enquanto que o segundo tem que ver com o **timbre** do espaço e as sensações que o carácter sonoro provoca nas pessoas, tratando-se de algo mais subtil e subjectivo, de cariz cultural, social e psicológico: algo de difícil domínio – ao contrário do primeiro – devido à sua complexidade, mas com resultados únicos e emotivos dados através do estímulo sonoro e da riqueza sensorial do ambiente. A paisagem sonora está portanto intrínseca à obra e ligada ao processo de concepção.

Apesar de toda a recolha feita nesta pesquisa, da clarificação consequente sobre o tema do som na arquitectura e das inúmeras técnicas propostas para a previsão do carácter sonoro de um espaço, denotou-se que a grande força geradora de som – o ser humano – é ela própria **imprevisível**. A *Fase de Utilização*²⁰³ é, de todo o processo arquitectónico, a maior fonte de incertezas e variabilidade na construção sonora, pois ela define-se pelo uso espontâneo e pela avaliação subjectiva dos seus utilizadores. Apenas em espaços que respondem à necessidade de acústica activa se reconhece o controlo total do seu carácter sonoro pois ele próprio é predefinido por normas. Pode concluir-se, portanto, que o grupo de programas que se baseiam na comunicação (seja ela oral ou musical) leve a um eficiente controlo dos resultados, ao invés do grupo de programas nos quais a comunicação não tem um papel preponderante, muito embora o desempenho do orador ou dos músicos tenha uma influência primordial na qualidade sonora. No grupo da acústica passiva, além do arquitecto ter maior liberdade na concepção da paisagem sonora, tendo assim a possibilidade de incutir subjectividade no resultado, acontece também uma maior permeabilidade a intervenções externas derivadas de forças políticas, económicas e/ou sociais²⁰⁴. O controlo absoluto do resultado sonoro do espaço projectado é, de facto, uma *quasi-impossibilidade*, pois o arquitecto não é o único interveniente na sua corporização. O comportamento dos utilizadores do espaço, como anteriormente foi referido, acaba por ser um *material sonoro* livre, pois é fonte sonora primordial do espaço arquitectónico e dá vida à arquitectura.

203 3.2) p.34

204 As forças aqui referidas dizem respeito a influências políticas, interesses económicos ou simplesmente vontades sociais que estão sempre latentes a qualquer obra de arquitectura. Estas podem vir a alterar a paisagem sonora, tal como acontece na arquitectura de modo geral, quer durante todo o processo de criação quer depois da obra concluída.

6. Bibliografia

ALEXANDER, Christopher; ISHIIAWA, Sara; SILVERSTEIN, Murray - **A pattern language**. New York : Oxford University Press, 1977. 1171 p. ISBN 139780195019193.

ALGARÍN COMINO, Mario - **Arquitecturas excavadas : el proyecto frente a la construcción de espacio**. Barcelona : Fundación Caja de Arquitectos, 2006. 287 p. ISBN 8493468827.

"Assemblage". Cambridge (Mass.). 1996, nº 30. 44-61 p.

AUGÉ, Marc - **Não-lugares : introdução a uma antropologia da sobremodernidade**. Venda Nova : Bertrand Editora, 1994. 124 p. ISBN 9722505807.

BARTHEL-CALVET, A.S. – Chronologie [Em linha] [Consult. 4 Jan. 2009] Disponível em WWW: <URL: <http://www.iannis-xenakis.org/fxe/bio/chrono.html>>

BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - **Spaces speak, are you listening? Experiencing aural architecture**. Cambridge (Mass.) : MIT Press, 2007. 437 p. ISBN 0262026058.

BLESSER, Barry; SALTER, Linda-Ruth - Spaces speak, are you listening? Experiencing aural architecture [Em linha] [Consult. 2 Jun. 2009] Disponível em WWW: <URL: <http://www.blessner.net/spacesSpeak.html>>

CARVALHO, Anabela P. de Babo - Caracterização Acústica de Claustros Religiosos Históricos [Em linha] Porto : Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia, 2005. 243 p. Dissertação de mestrado. [Consult. 18 Jul. 2009] Disponível em WWW: <URL: <http://paginas.fe.up.pt/~carvalho/teseAC.pdf>>

CARVALHO António P. O.; LENCASTRE Margarida - Absorção Sonora de Retábulo em Talha Barroca. Revista Estudos Património [Em linha] 3 (2002) 9 [Consult. 18 Jul. 2009] Disponível em WWW: <URL:<http://paginas.fe.up.pt/~carvalho/ippar02.pdf>>

CARVALHO, António P. O.; LOUREIRO, José P. G. – Metodologia multi-critério para análise da qualidade acústica em igrejas [Em linha] [Consult. 18 Jul. 2009] Disponível em WWW: <URL: <http://paginas.fe.up.pt/~carvalho/Acustica2008mmc.pdf>>

CHERMAYEFF, Serge; ALEXANDER, Christopher - **Intimité et vie communautaire : vers un nouvel humanisme architectural**. Paris : Dunod, 1972. 247 p. ISBN 2040004491.

COPANS, Richard - *Les Thermes de Pierre*. [Paris] : Centre Pompidou : ARTE France Production, 2002. 1 DVD.

CORREIA, Luísa de Andrade C.B. - **Corpos sonoros**. Coimbra : [s.n.], 2006. 260 p. Prova final de Licenciatura apresentada ao Departamento de Arquitectura.

CRAMÊS, Nuno Miguel R. B. - **Sentidos urbanos : equalização sensorial da arquitectura**. Porto : Faculdade de Arquitectura e Artes da Universidade Lusíada, 2008. 140 p. Dissertação de Mestrado.

"Darco Magazine". Lisboa. 2009, nº 6. ISSN 1646950X. 93-99 p.

DECRETO-LEI n.º 34/2008. D. R., I Série. 110 (08-06-09) 3359-3372 [Em linha] [Consult. 12 Fev. 2009] Disponível em WWW: <URL: <http://dre.pt/pdf1sdip/2008/06/11000/0335903372.PDF>>

Dicionário da língua portuguesa. 8ª ed. Porto : Porto editora, 1998. 1794 p. ISBN 9720050012.

EGAN, M. David - **Concepts in architectural acoustics**. EUA : McGraw-Hill, Inc., 1972. 200 p. ISBN 0070190534.

ENCARNAÇÃO, Baltazar da - **Cidade na consciência : em cinco discursos pelos cinco sentidos do corpo humano**. Lisboa : Oficina de Miguel Manescla da Costa, 1751.

Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura. Lisboa : Verbo, 1992. ISBN vol.17

FERREIRA, Lucinda Maria B.-H. - **Sentir a arquitectura**. Coimbra : [s.n.], 1998. 70 p. Prova Final de Licenciatura apresentada ao Departamento de Arquitectura.

GIBSON, James - **The senses considered as perceptual systems**. EUA : Greenwood Press, 1966. 335 p. ISBN 0313239614.

GLYNN, Simon - La Tourette Monastery [Em linha] [Consult. 4 Jan. 2009] Disponível em WWW: <URL: <http://www.galinsky.com/buildings/latourette/index.htm>>

Grande enciclopédia universal. Lisboa : Durclub, 2004. ISBN 8496330001. vol.15.

HALL, Edward T. - **A dimensão oculta**. Lisboa : Relógio d'Água, 1986. 230 p. ISBN 9727081231.

HAUSER, Fritz - *Therme Vals Sounding Stones*. Suisse, 2001. 1 CD.

HENRIQUE, Luís L. - **Acústica musical**. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 2002. 1130 p. ISBN 9723109875.

- HOLL, Steven; PALLASMAA, Juahni; PEREZ-GÓMEZ, Alberto - **Questions of perception: phenomenology of architecture**. Tokyo : A+U publishing, 1994. 185 p. ISBN 4900211486.
- HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONMORE, J. - **Iluminação natural**. 2ª ed. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. 776 p.
- JOSSE, Robert. - **Notions d'acoustique : à l'usage des architectes, ingénieurs et urbanistes**. 3ème éd. Paris : Ed. Eyrolles, 1977. 292 p.
- LAGE, Alexandra; DIAS, Suzana - **Teoria do design : desígnio**. Porto : Porto Editora, 2000. ISBN 9720443316. vol.2.
- LE CORBUSIER - **Ronchamp**. [Stuttgart] : Verlag Gerd Hatje, 1975. [130] p.
- LUÍS, José Gomes; PEDRO, B.S. Francisco - **Regulamento geral sobre acústica**. Lisboa : Visilis Editores, 1999. ISBN 9725200268.
- MARTINHO, Cláudia - **Estimul_ações**. In Arquitectura – Prótese do corpo. Porto : [FAUP], 2002. p.124-131.
- MIKESCH, W. Muecke; MIRIAM, S. Zach – **Resonance : essays on the intersection of music and architecture**. [Ames] : Culicidae Architectural Press, 2007. ISBN 1847283373. vol.1.
- ONG, Walter J. - **Orality and literacy : the technologizing of the world**. London : Methuen, 1982. 201 p. ISBN 0415027969.
- PALLASMAA, Juani - **Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos**. Barcelona : Gustavo Gili, 2006. 76 p. ISBN 9788425221354.
- PAREDES, Rute, ed. - **Peter Zumthor: edificios e projectos 1986-2007**. Lisboa: Experimentadesign, 2008. 39 p. ISBN 9789729833083.
- RASMUSSEN, Steen Eiler - **Viver a arquitectura**. Casal de Cambra : Caleidoscópio, 2007. 197 p. ISBN 9789898010995.
- SCHILDT, Göran – **Alvar Aalto : the complete catalogue of architecture, design and art**. London : Academy Editions, 1994. 317 p. ISBN 1854903853.
- SILVA, P. Martins da - **Acústica de edifícios**. Lisboa : LNEC, 1978. 117 p.
- SOCZKA, Luís, org. - **Contextos humanos e psicologia ambiental**. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 2005. 477 p. ISBN 9723111225.
- "Soundscape - The Journal of Acoustic Ecology". Melbourne. 2001, vol. 2:1. ISSN 16073304.
- TAINHA, Manuel - **Arquitectura em questão**. Lisboa : AEFA – UTL, 2003. 150 p. ISBN 9729900302.
- TANIZAKI, Jun'ichiro - **Elogio da sombra**. Lisboa : Relógio d'Água, 1999. 71 p. ISBN 9727085210.

TAVARES, Domingos - **Miguel Ângelo: a aprendizagem da arquitectura**. Porto: FAUP Publicações, 2002. 114 p. ISBN 9729483604.

"Tectónica". Madrid. 1995, nº 14. ISSN 11360062.

TUOMI, Timo; PAATERO, Kristiina; RAUSKE, Eija (ed.) - **Alvar Aalto em sete edifícios : interpretações do trabalho de um arquitecto**. Helsínquia : Museu de Arquitectura Finlandesa : Centro Cultural de Belém, 1999. 197 p. ISBN 9525195074.

ZUMTHOR, Peter - **Atmosferas**. Barcelona : Gustavo Gili, 2006. 75 p. ISBN 9788425221699.

ZUMTHOR, Peter - **Pensar a arquitectura**. Barcelona : Gustavo Gili, 2005. 65 p. ISBN 8425220599.

ZUMTHOR, Peter - **Peter Zumthor**. Extra edition. Tokyo : A+U, 1998. 223 p. ISBN 4900211508.

ZUMTHOR, Peter - **Peter Zumthor : therme Vals**. Zurich : Verlag Scheidegger & Spiess, 2007. 191 p. ISBN 9783858817044.

ZUMTHOR, Peter - **Swiss sound box**. Berlin : Birkhauser, 2000. 277 p. ISBN 3764363258.

<http://www.greenmuseum.org/c/vop/project.php> [Consult. 3 Jan. 2009]

http://aasavina.free.fr/IMG/pdf/peter_zumthor.pdf [Consult. 3 Jan. 2009]

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Som> [Consult. 31 Maio 2009]

<http://www.acousticalsurfaces.com> [Consult. 3 Abr. 2009]

<http://www.fritzhauser.ch> [Consult. 17 Jun. 2009]

<http://www.arthurschneiter.ch> [Consult. 17 Jun. 2009]

<http://plone.fe.up.pt/asi1-lci-0809/author/dibabo> [Consult. 22 Maio 2009]

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Reverberação> [Consult. 27 Maio 2009]

<http://www.casadamusica.com> [Consult. 29 Maio 2009]

http://www.en.wikipedia.org/wiki/Paley_Park [Consult. 2 Jun. 2009]

http://pt.wikipedia.org/wiki/Música_medieval [Consult. 18 Jun. 2009]

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Textura_\(música\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Textura_(música)) [Consult. 18 Jun. 2009]

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Timbre> [Consult. 18 Jun. 2009]

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ecolocalização> [Consult. 8 Jul. 2009]

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Acústica> [Consult. 18 Jul. 2009]

<http://paginas.fe.up.pt/~carvalho/igrejas.htm> [Consult. 18 Jul. 2009]

<http://www.basilspence.org.uk/worship/buildings/coventry-cathedral> [Consult. 29 Jul. 2009]

<http://www.scribd.com/doc/3783461/Luiz-Gonzaga-de-Alvarenga-Breve-Tratado-Sobre-Som-e-Musica-415-pag> [Consult. 6 Ago. 2009]

<http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=ecoentrevistas&tipo=temas&cd=1249> [Consult. 12 Ago. 2009]

<http://musicoterapia.com.sapo.pt/> [Consult. 12 Ago. 2009]

http://pt.wikipedia.org/wiki/John_Cage [Consult. 12 Ago. 2009]

http://pt.wikipedia.org/wiki/Concílio_Vaticano_II [Consult. 12 Ago. 2009]

Anexo 1

Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), 2008