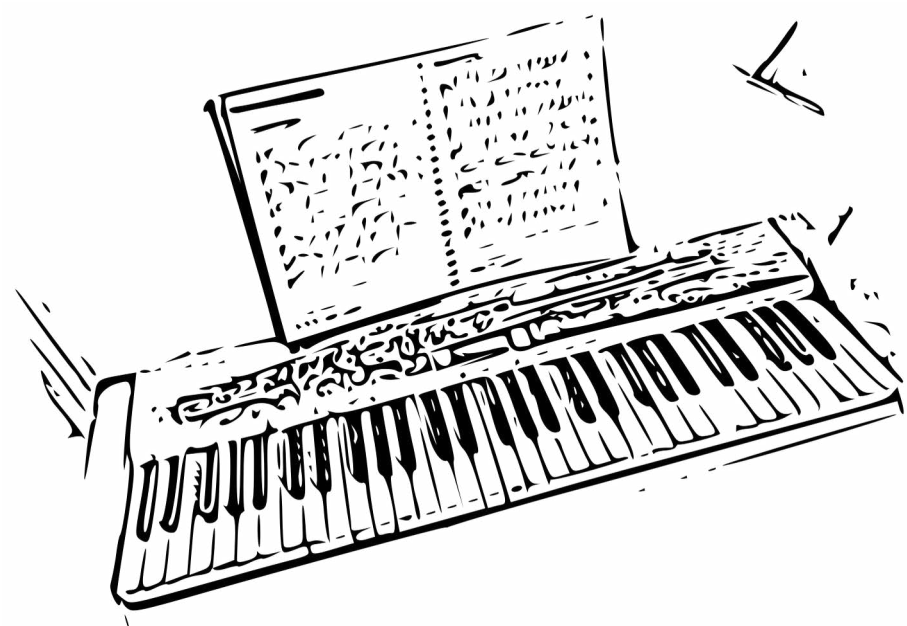


TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



A ACÚSTICA COMO PARÂMETRO DE PROJETO ARQUITETÔNICO: PROJETO DE UM CONSERVATÓRIO DE BALLET E MÚSICA EM VILA VELHA - ES



Orientador: Gabriela da Conceição Bolssoni

Orientado (a): Ana Clara Fernandes Rocha Bourguignon

1. INTRODUÇÃO



Todos os espaços habitados geram uma impressão sonora (...) Salas de música e de concerto também englobam aspectos acústicos, que interferem diretamente na construção na sua construção, tendo em vista que são áreas destinadas ao trabalho da exteriorização de harmonias e melodias, sendo estes ambientes que necessitam de um tratamento acústico em suas estruturas (Souza, Almeida e Bragança, 2022).

A problemática que acarretou este trabalho foi a carência de um espaço multidisciplinar para atividades de ballet e música no município de Vila Velha/Es. Diante dessa problemática, teve-se a motivação para desenvolver um projeto de um conservatório de ballet e música, enfatizando a acústica como parâmetro projetual para as escolhas dos materiais utilizados e especialmente o cálculo do tempo de reverberação dos ambientes destinados para esse fim.

OBJETIVOS



O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um projeto de um conservatório de ballet e música, com a utilização da acústica como parâmetro para as escolhas projetuais. O nível de desenvolvimento do projeto foi de anteprojeto.

Para realizar tais objetivos, coube aos objetivos específicos:

- Elaborar um programa de necessidades em conformidade com as necessidades de um conservatório de música erudita e ballet clássico;
- Elaborar um quadro de materiais que proporcionam um bom isolamento acústico, garantindo que os ambientes atendam às qualificações acústicas necessárias;
- Analisar os parâmetros acústicos para sala de música, aplicando o cálculo do tempo de reverberação nos espaços;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Propagação do som por meio do Decibel (dB)

- O som propaga-se pelo ar;
- Cada ambiente possui um Decibel (dB) a ser seguido;
- Ambientes com 80dB e 100dB pode causar danos auditivos irreversíveis;
- Poluição sonora e níveis aceitáveis de ruídos;

2.2. Propriedades do som nas superfícies

- Reflexão, Difusão, Refração, Ressonância, Absorção e Reverberação;
- Coeficiente de Absorção;
- Tempo de Reverberação;

Coeficiente de Absorção

$$\alpha = \frac{E_{\text{absorvida}}}{E_{\text{incidente}}}$$

Tempo de Reverberação

$$TR = \frac{0,16 * V}{A} \quad (3.16)$$

Com:

TR= tempo de reverberação (s);

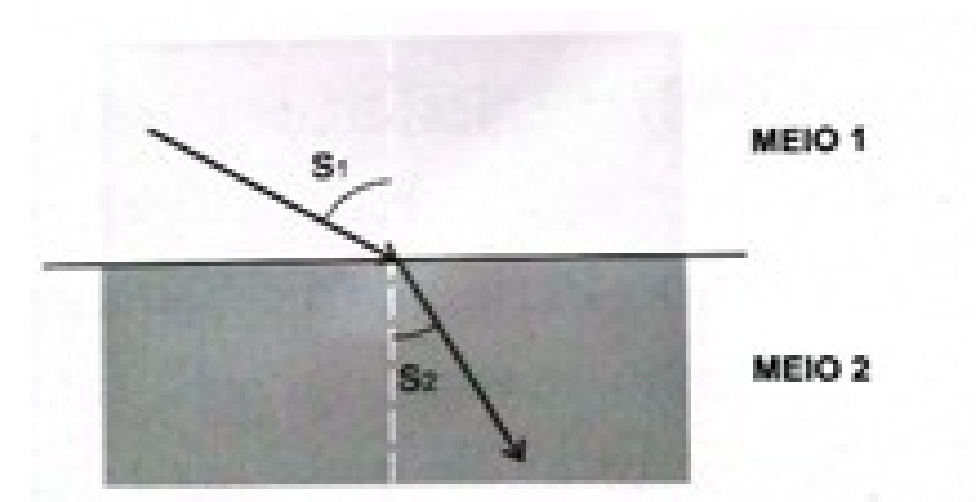
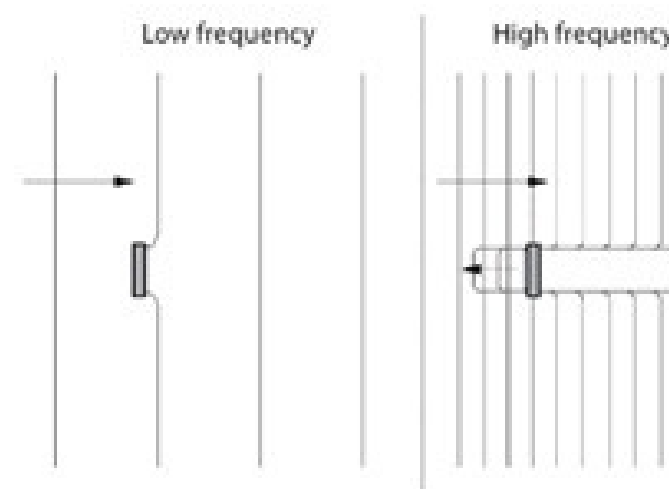
V= Volume da sala (m³);

$A = \sum_{i=1}^N (\alpha_i * S_i)$ = Absorção sonora equivalente das N superfícies da sala (m²);

S = Área da superfície de contacto (m²);

α = Coeficiente de absorção sonora do material.

Fenômeno da Difração



Fenômeno da Refrção



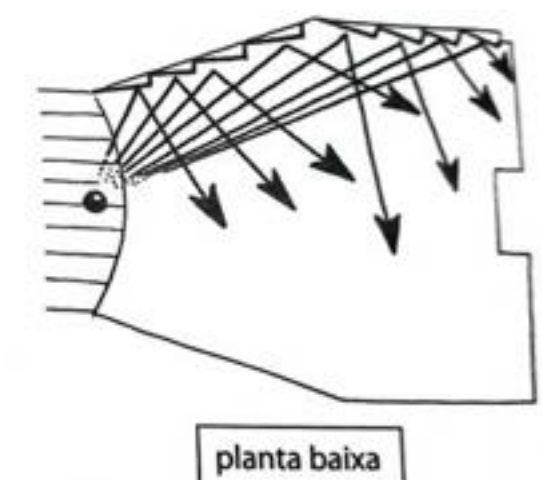
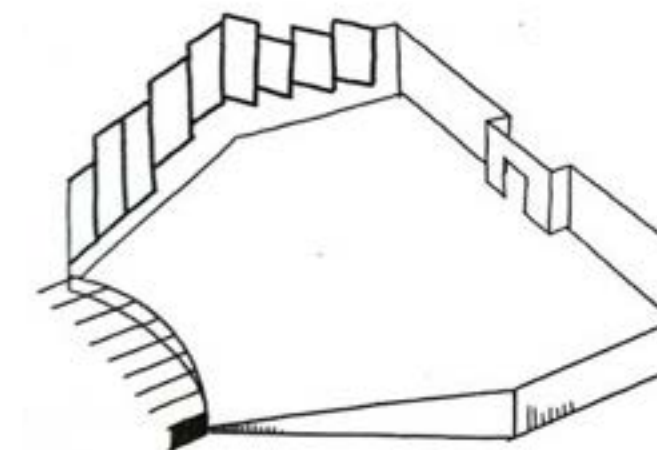
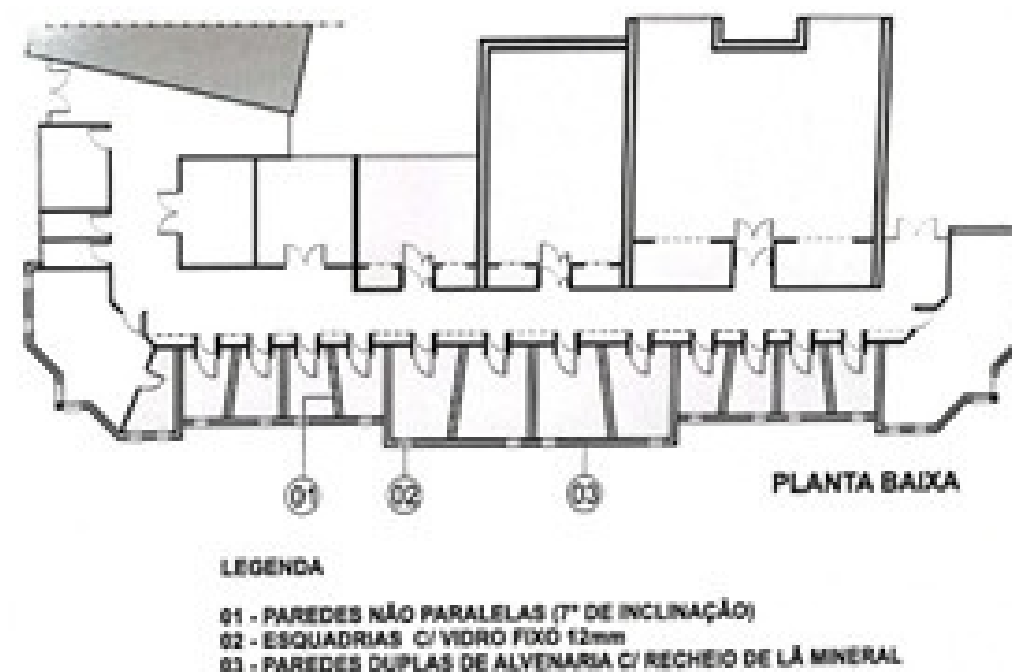
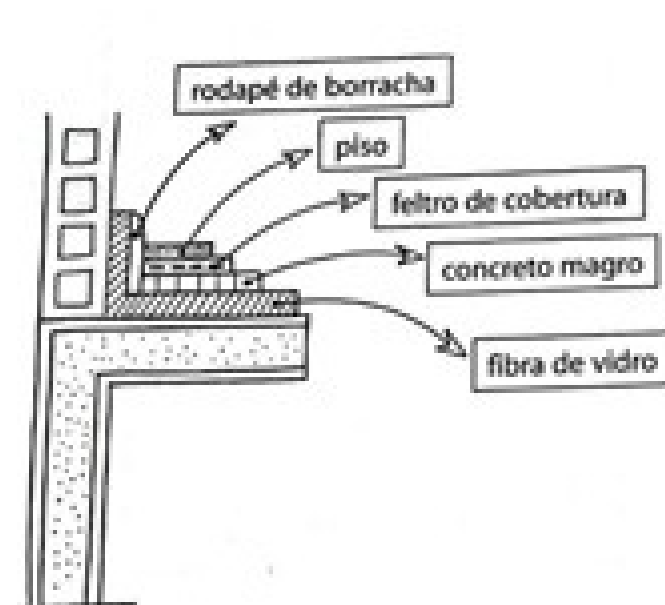
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.3. Ruídos e uso de materiais isolantes e absorventes na sua contenção

- Materiais porosos, como lã mineral, fibra de vidro e espuma reticulada são mais isolantes;
- Isolação sonora de sistemas construtivos e materiais isolantes e absorventes;

2.4. Geometria dos espaços e espelhos acústicos

- Salas de músicas são projetadas com paredes levemente inclinadas;
- Utiliza-se paredes com painéis difusores e espelhos acústicos em grandes espaços destinados ao uso da música;

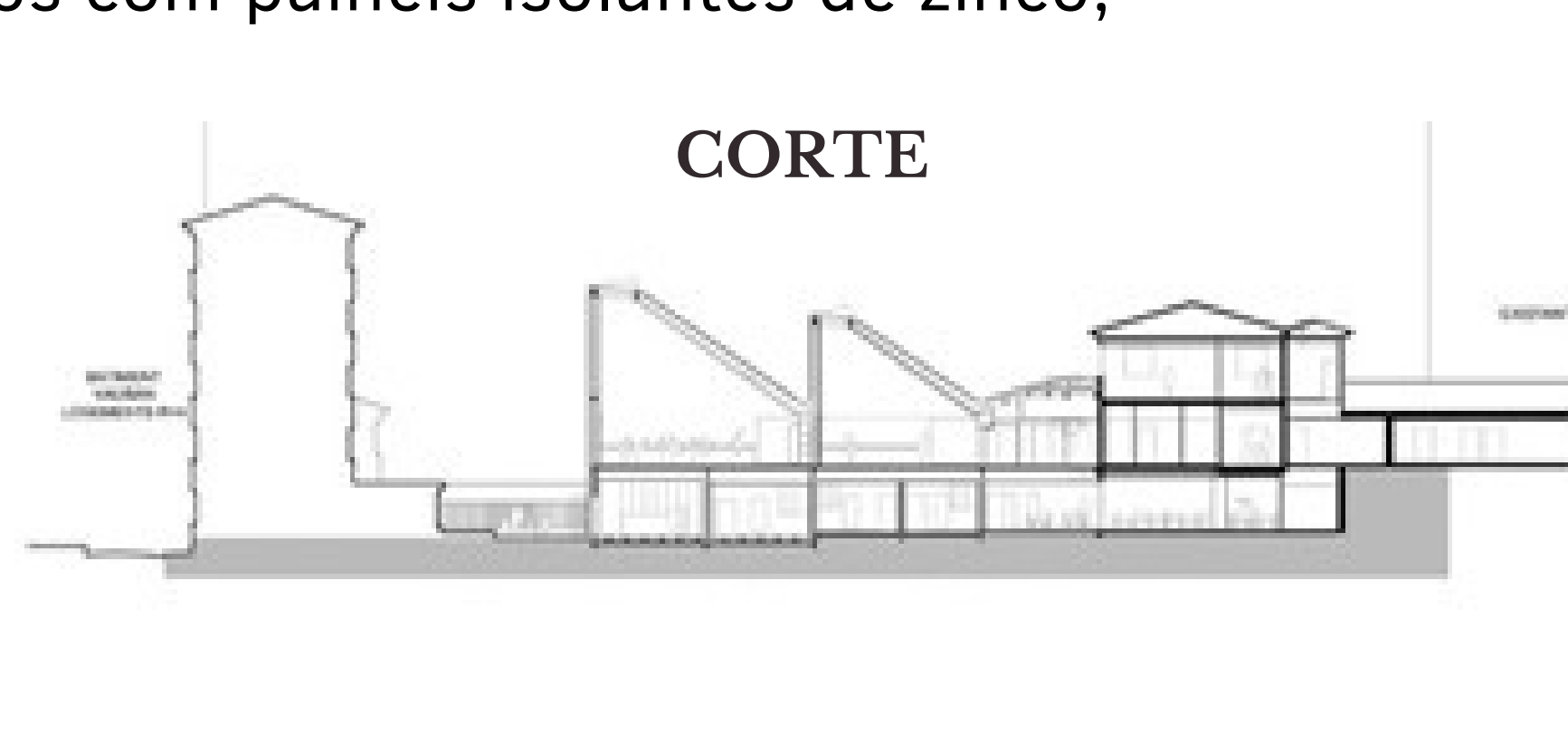


3. REFERENCIAL PROJETUAL



CONSERVATÓRIO DE MÚSICA DE VERSAILLES GRAND PARC, FRANÇA

- Escitório: JolyeLoiret | Área: 787m²;
- Volumetria vertical excêntrica;
- Térreo: Salas de música (paredes inclinadas) e salas de dança;
- Primeiro Pavimento: Salas de dança;
- Espelho Acústicos e iluminação natural;
- Tetos revestidos com painéis isolantes de zinco;



3. REFERENCIAL PROJETUAL

ESCOLA DE MÚSICA TOHOGAKUEN

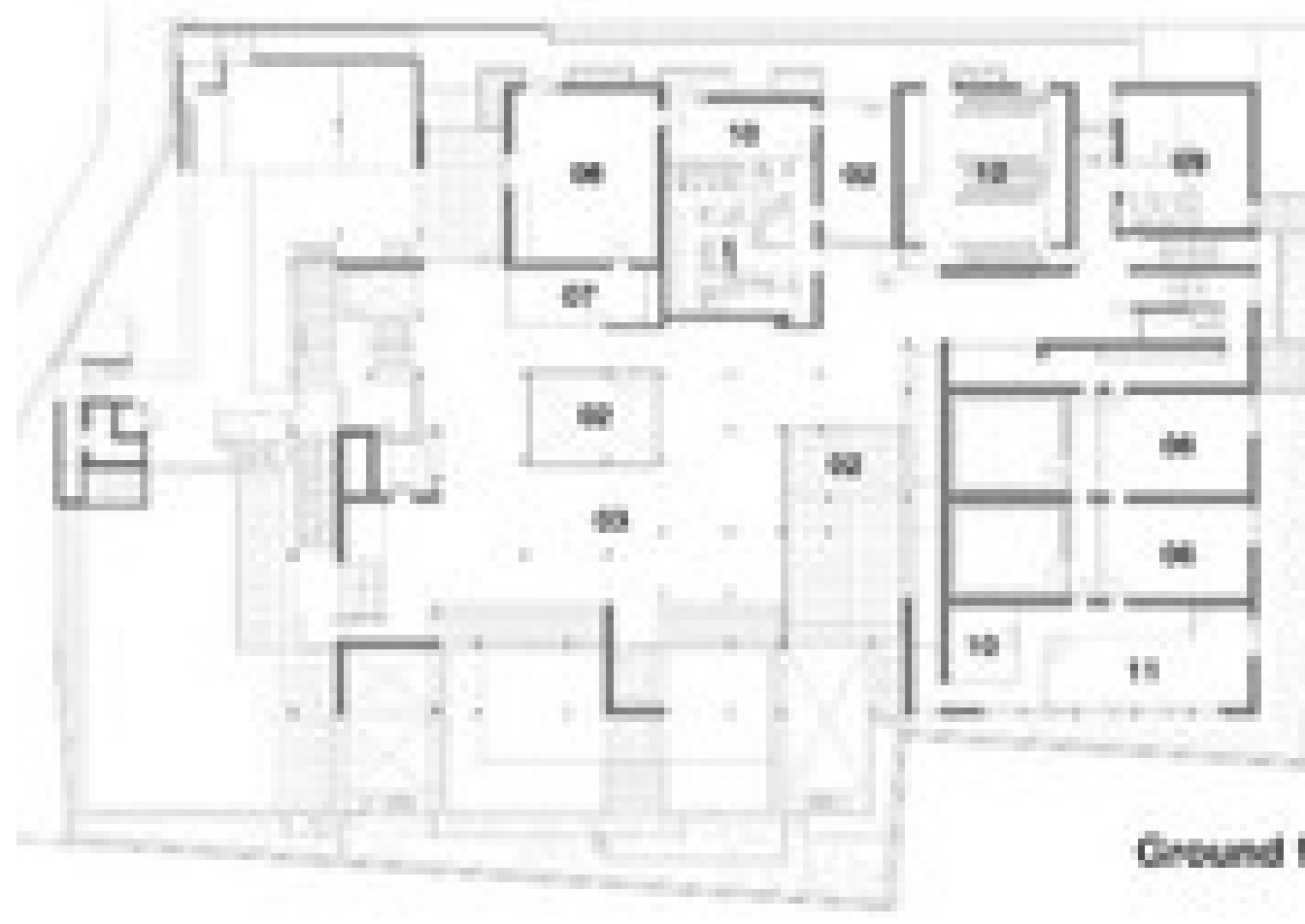
- Escritório: Nikken Sekkei | Área 1943m²;
- Volumetria Modular - nenhum pavimento é igual;
- Cada sala de música contém o tamanho adequado para o estudo de cada instrumento;
- Subsolo: Salas de ensaio em conjunto e salas para instrumentos de percussão | Térreo: salas administrativas | Primeiro Pavimento: Salas de música;
- Poços de iluminação;
- Salas separadas e envidraçadas;



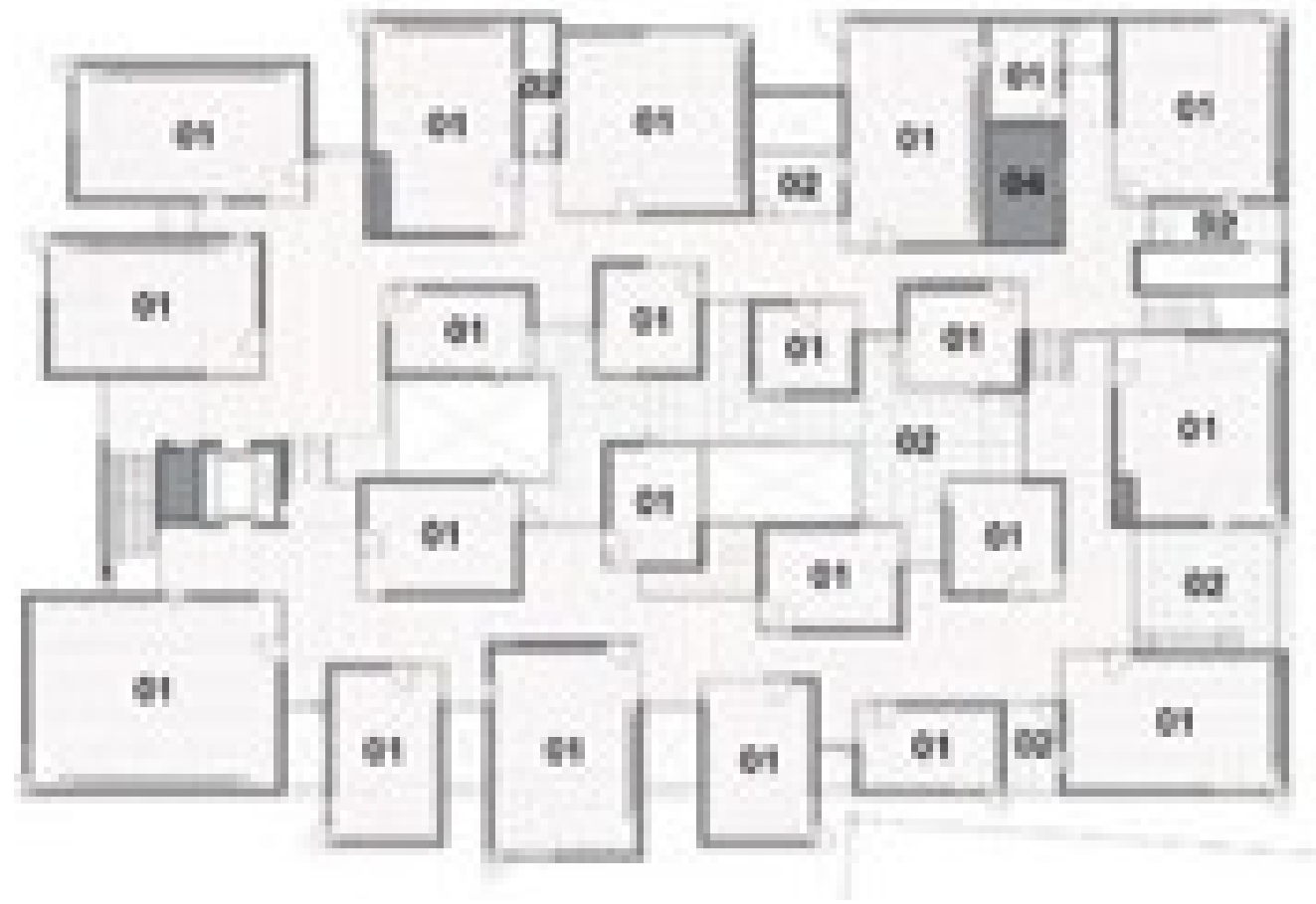
SUBSOLO



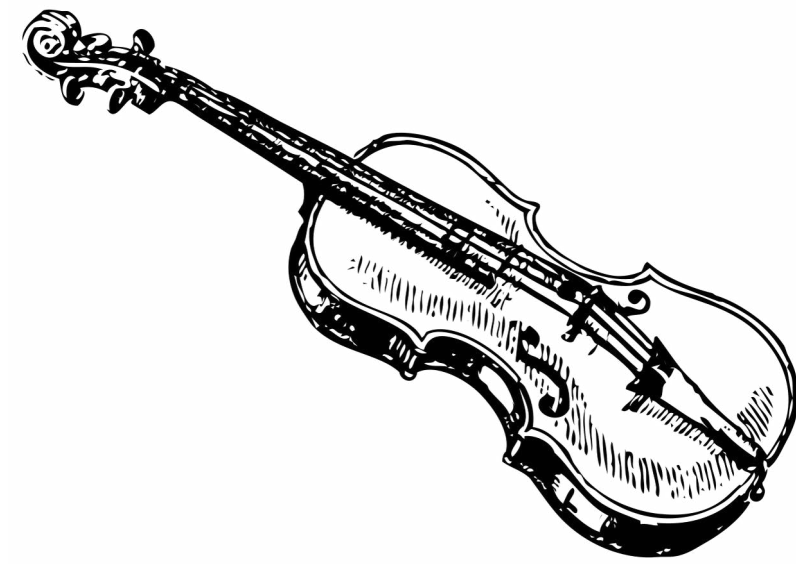
TÉRREO



1° PAVIMENTO



4. METODOLOGIA



ETAPA 1: REVISÃO DE LITERATURA

Realizada por meio do estudo de publicações acadêmicas e livros, bem como o estudo de referências de outros projetos similares;

ETAPA 2: LEVANTAMENTO DE DADOS

Realizada por meio do levantamento de dados do Plano Diretor Municipal de Vila Velha;

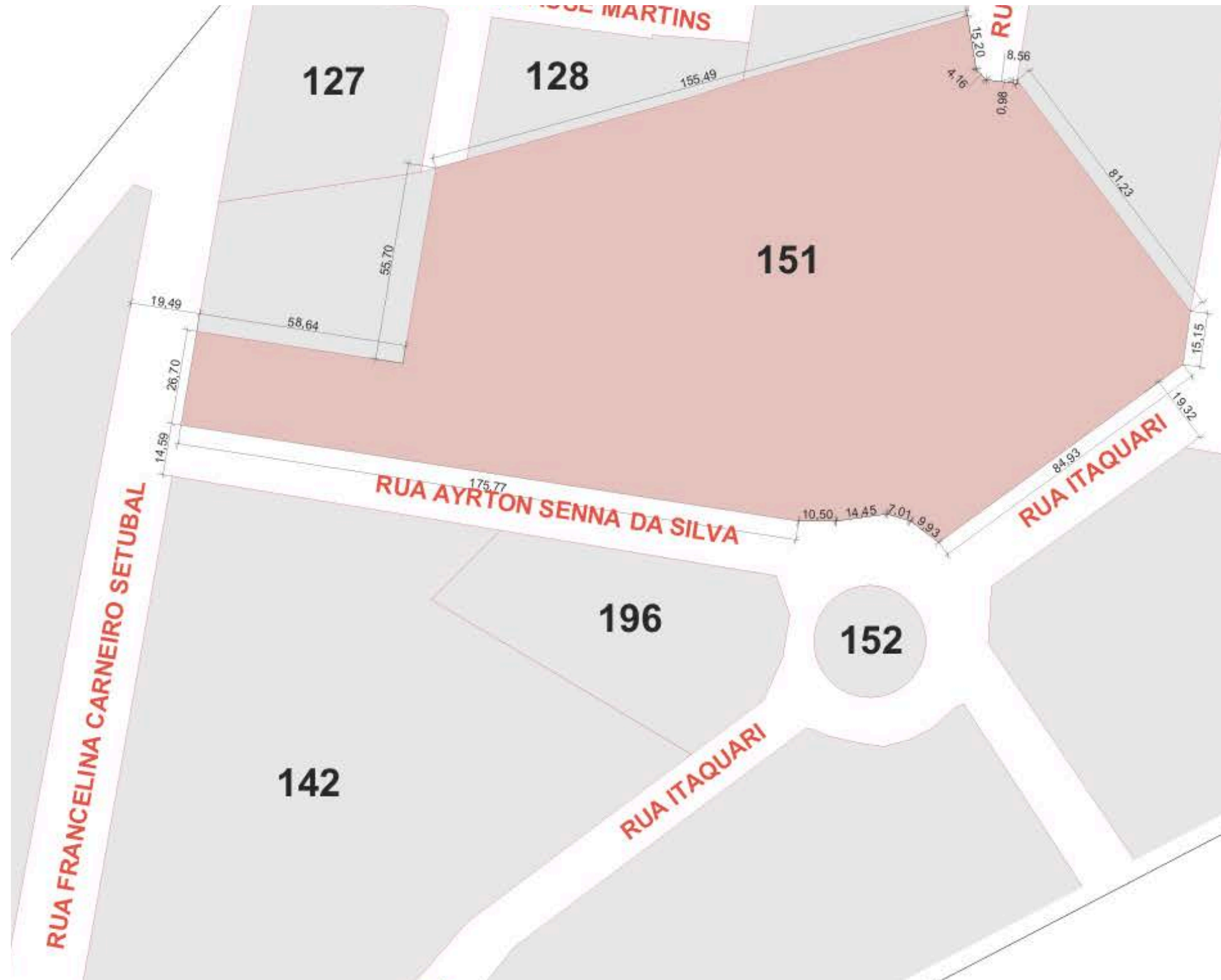
ETAPA 3: ELABORAÇÃO DO PROJETO

Realizada por meio do desenvolvimento de plantas baixas técnicas, vistas, escolhas de materiais;

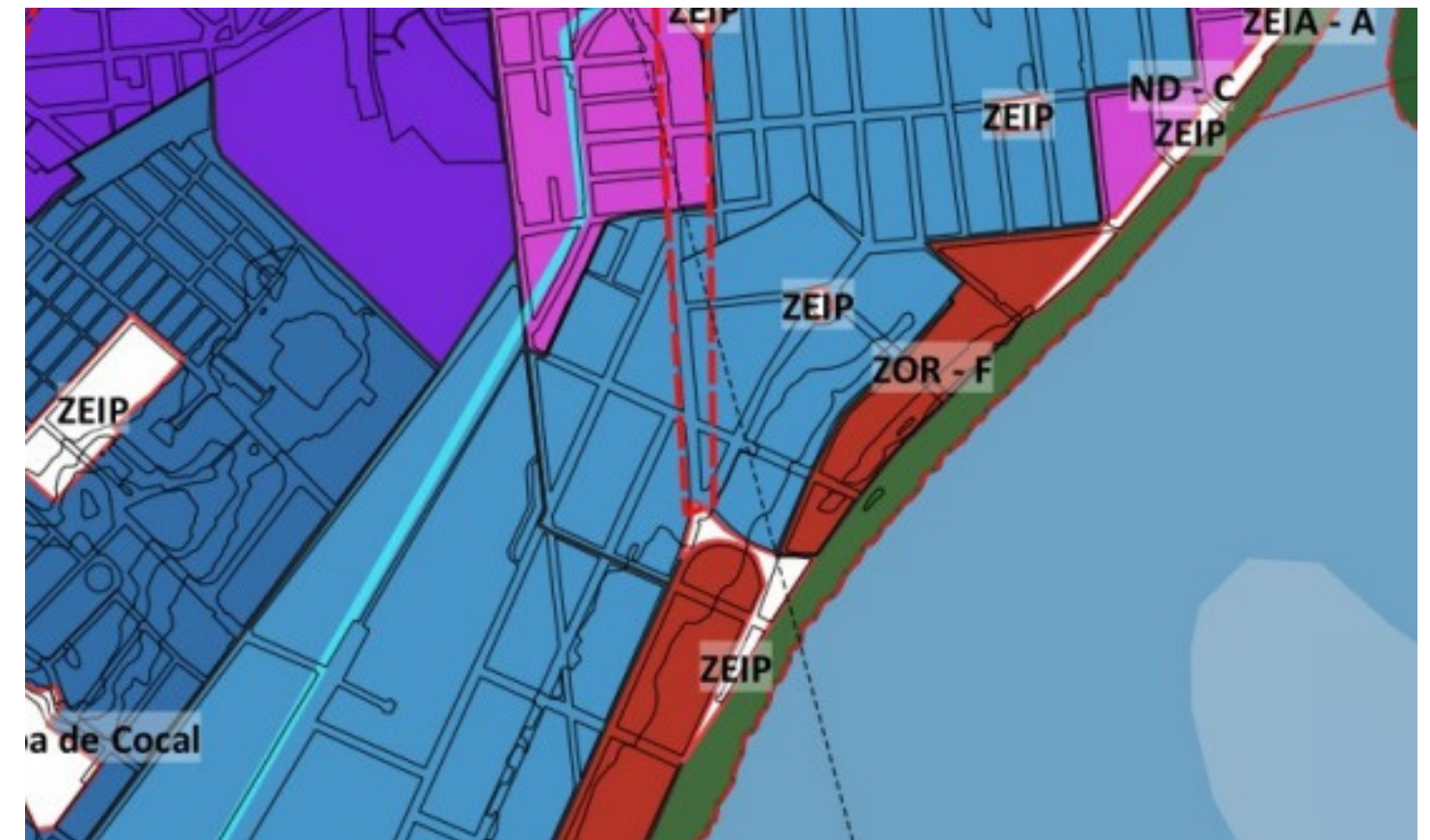
ETAPA 4: DADOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS

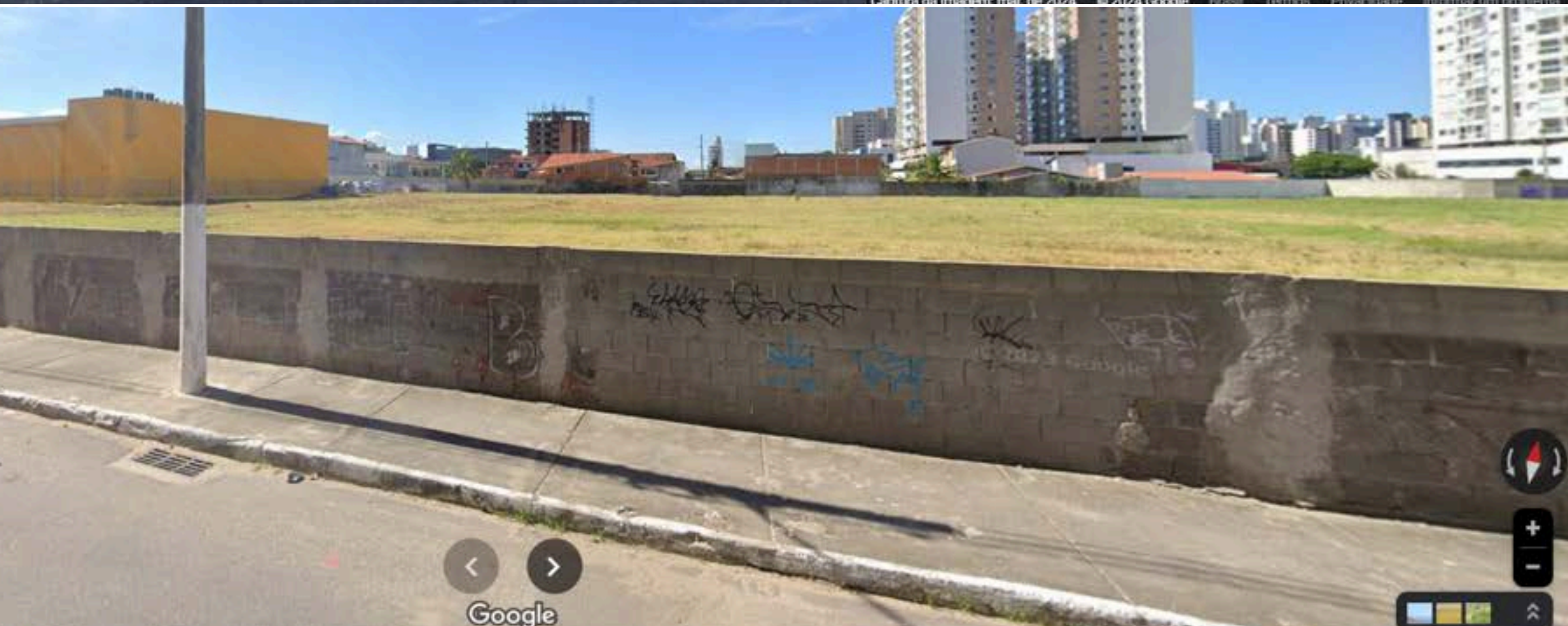
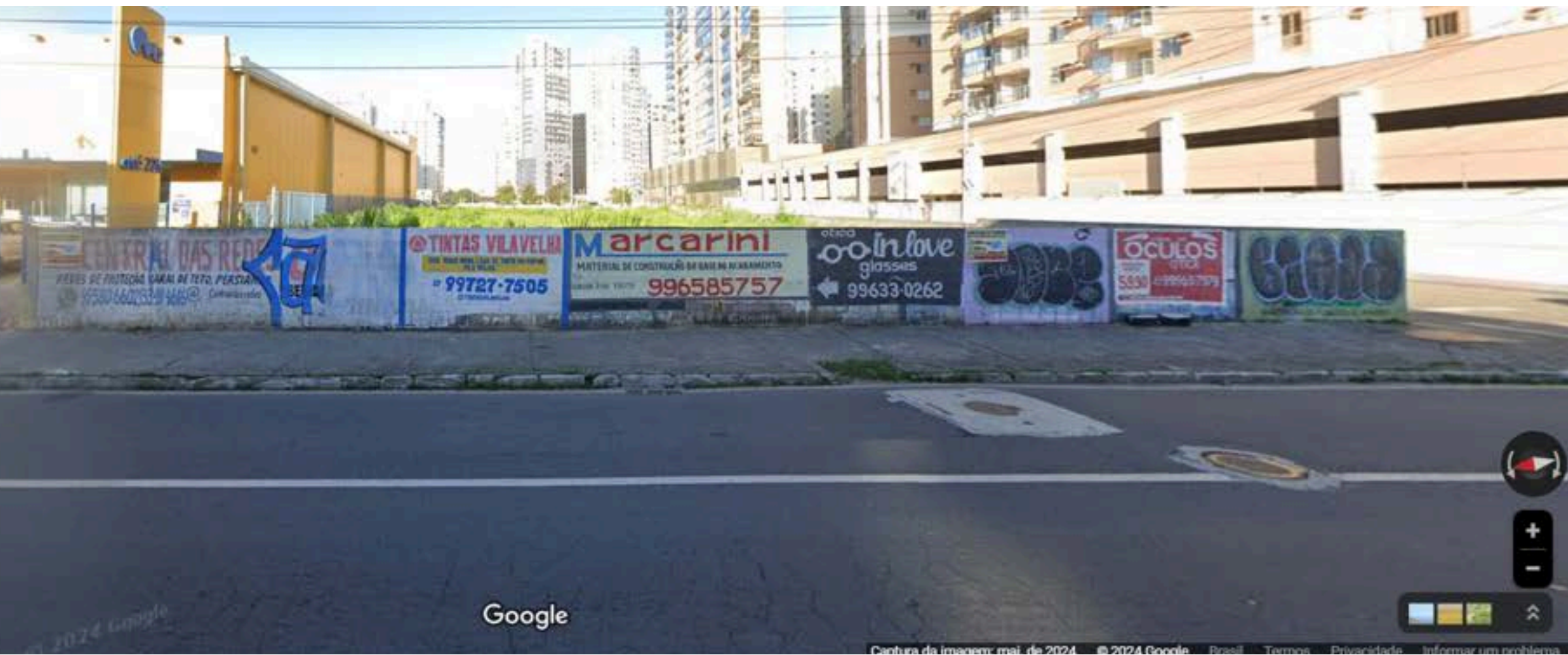
Realizada por meio do estudo da fórmula de Sabine, considerando o valor do coeficiente de absorção dos materiais e a sua área aplicada, para por fim chegar a um tempo de reverberação adequado para os espaços;

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES



- Localização: Rua Ayrton Senna da Silva e Rua Francelina Setubal, Itapuã, Vila Velha;
- Área do terreno: 24.137,12m²
- Zona de Ocupação Prioritária B - ZOP B





IMPLANTAÇÃO

ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA
19.834,38m²



SOLICITADO

Coeficiente de Aproveitamento: 3,5
Área Permeável Mínima: 15%
Taxa de Ocupação Máxima: 60%

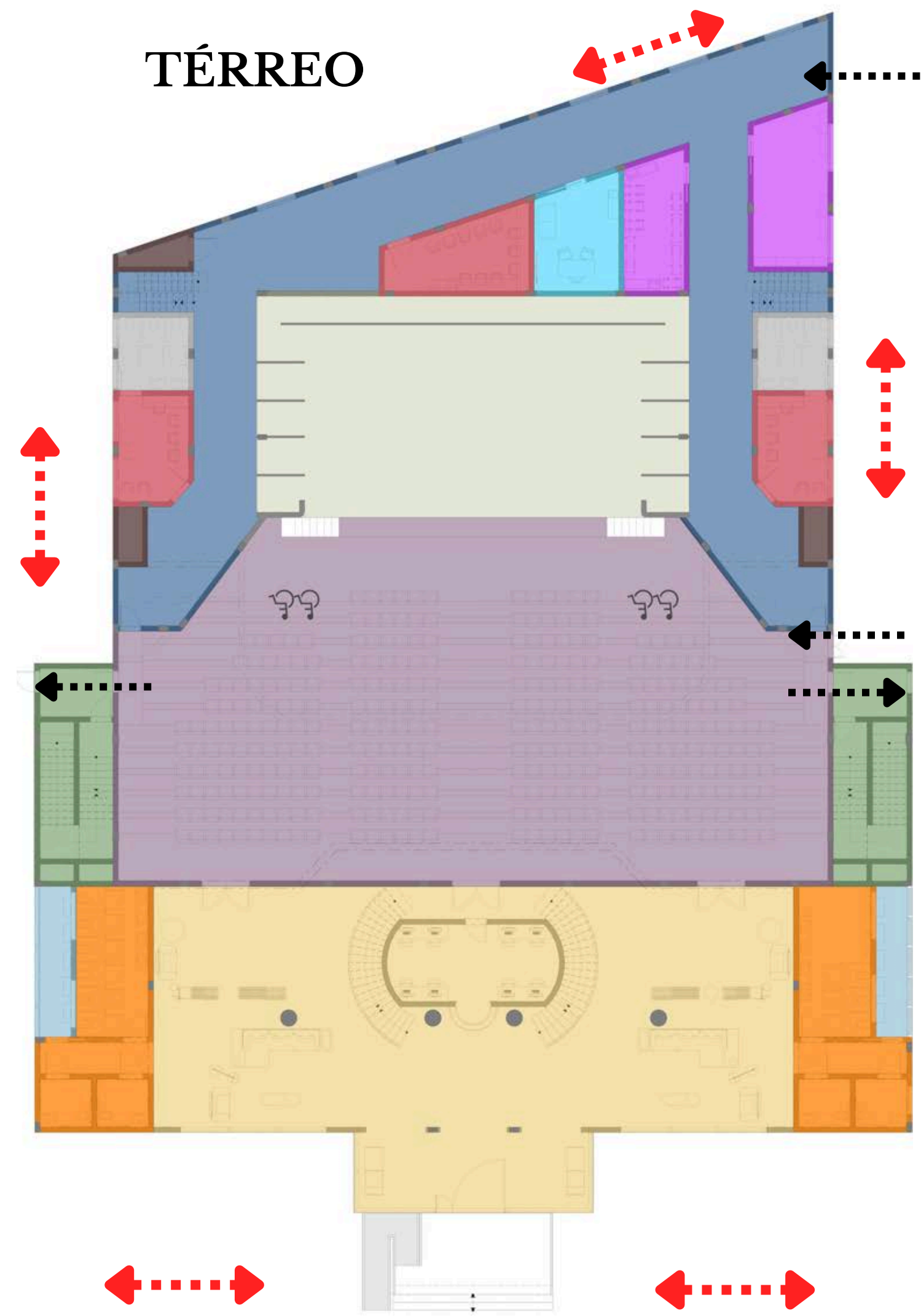
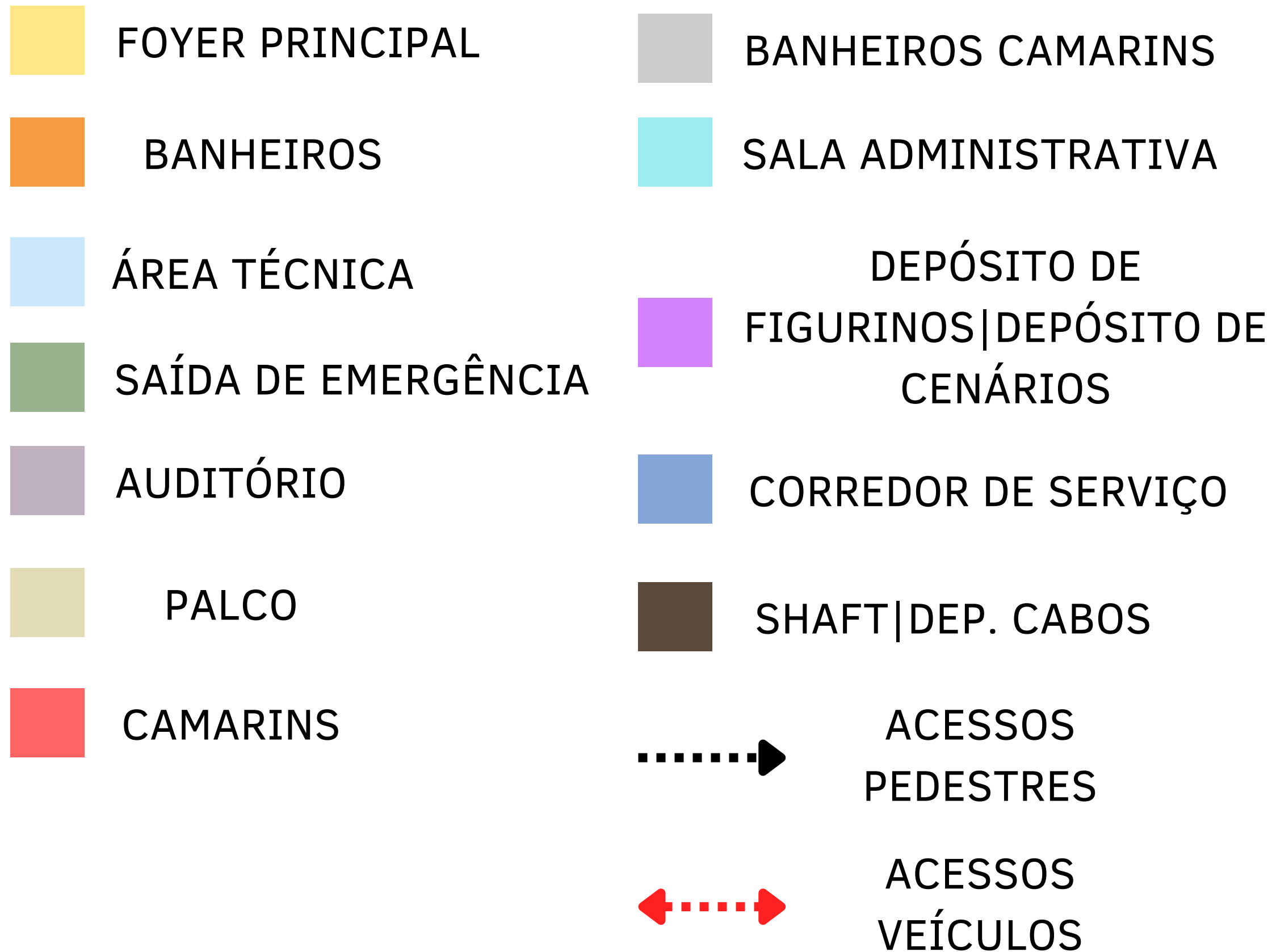
EXECUTADO

Coeficiente de Aproveitamento: 0,82
Área Permeável: 23%
Taxa de Ocupação: 25%

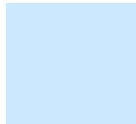
AUDITÓRIO



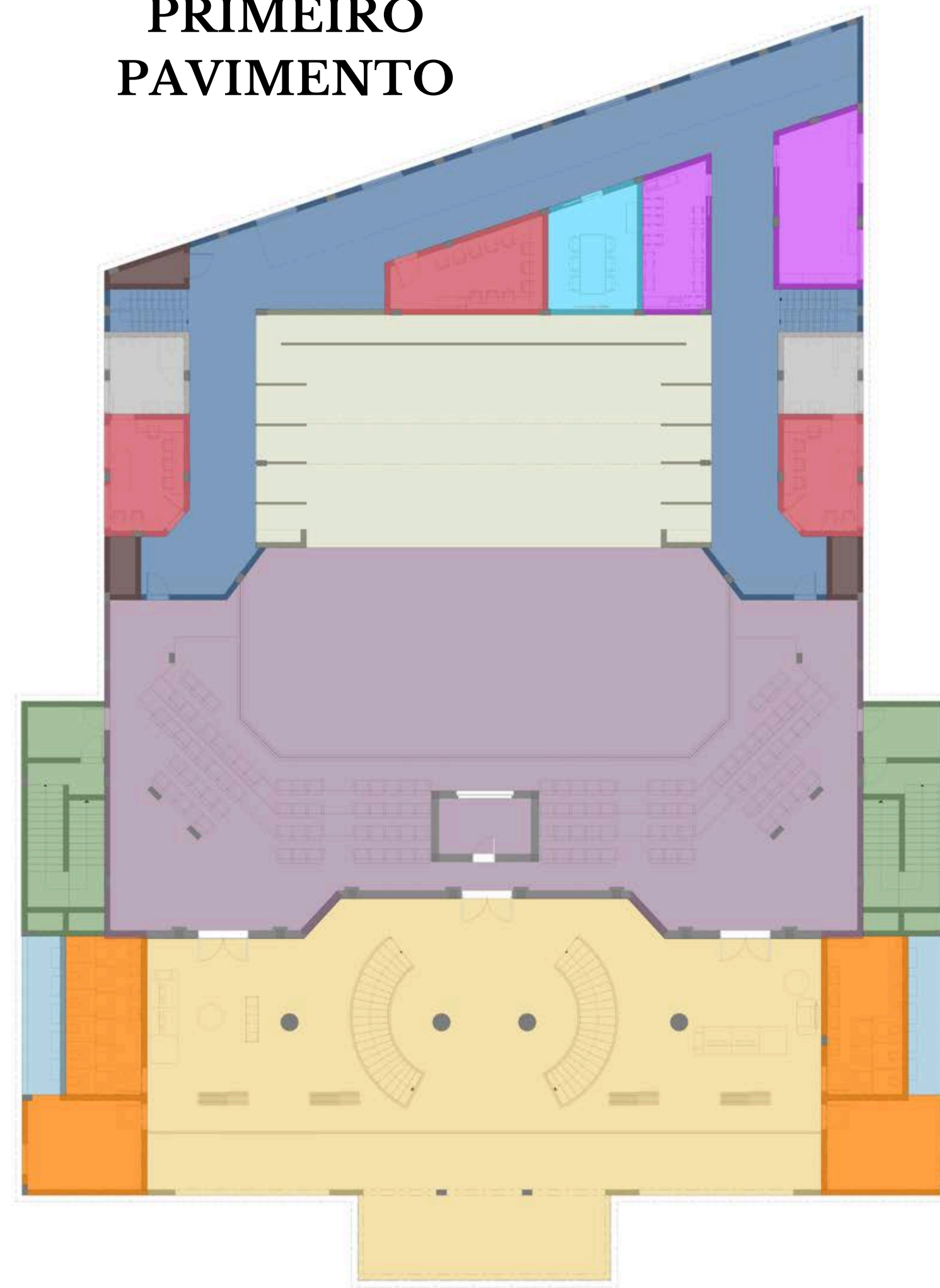
SETORIZAÇÃO



SETORIZAÇÃO

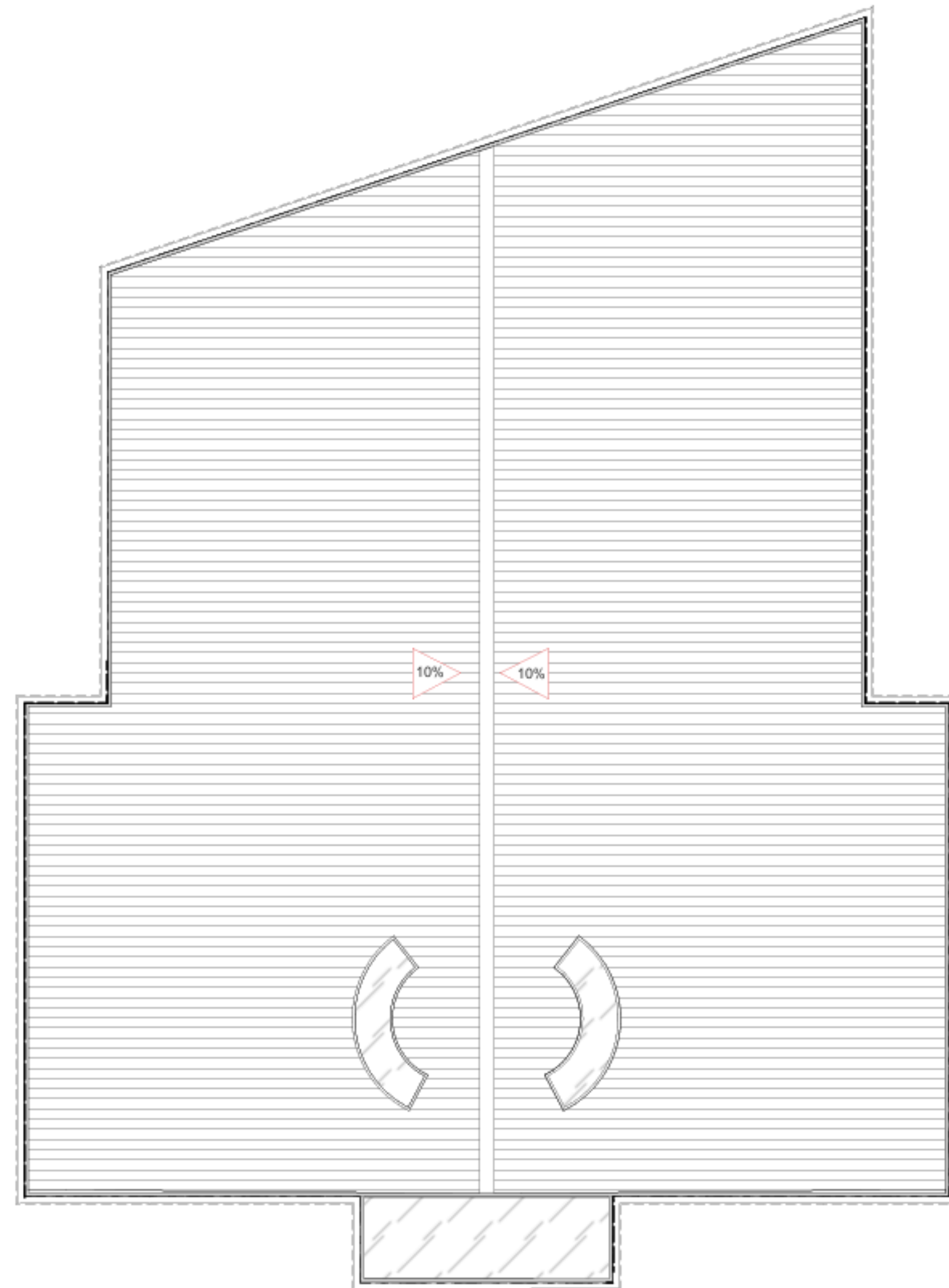
	FOYER SECUNDÁRIO		BANHEIROS CAMARINS
	BANHEIROS		SALA DE REUNIÕES
	ÁREA TÉCNICA	DEPÓSITO DE FIGURINOS DEPÓSITO DE CENÁRIOS	
	SAÍDA DE EMERGÊNCIA		
	MEZANINO		CORREDOR DE SERVIÇO
	PALCO		SHAFT DEP. CABOS
	CAMARINS		

PRIMEIRO PAVIMENTO



COBERTURA

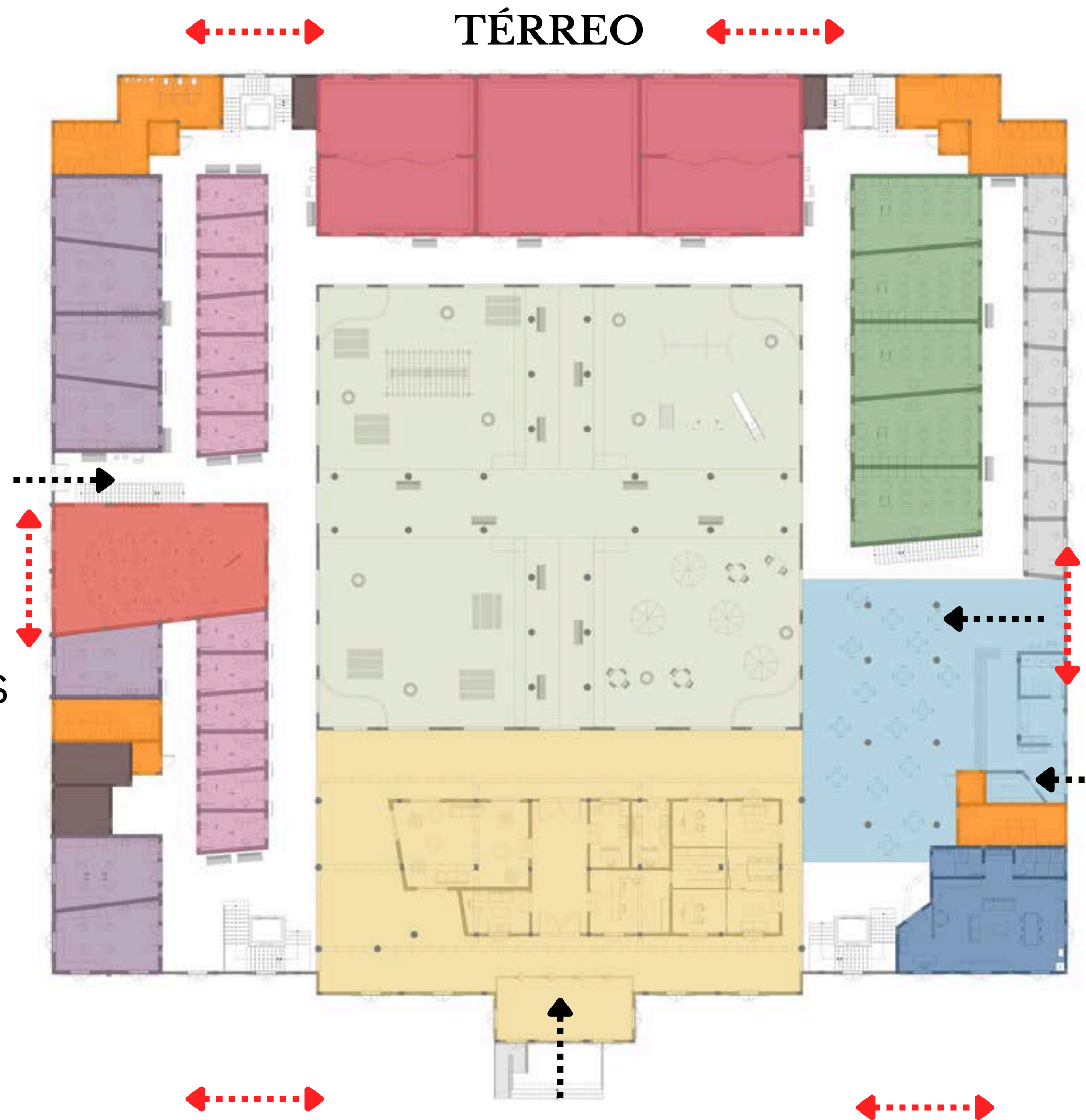
- Telhado embutido;
- Telhas Termoacústicas;
- Platibanda ao redor;
- Teto de vidro na entrada principal;
- Teto de vidro sobre as escadas principais;



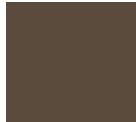
CONSERVATÓRIO DE BALLET E MÚSICA



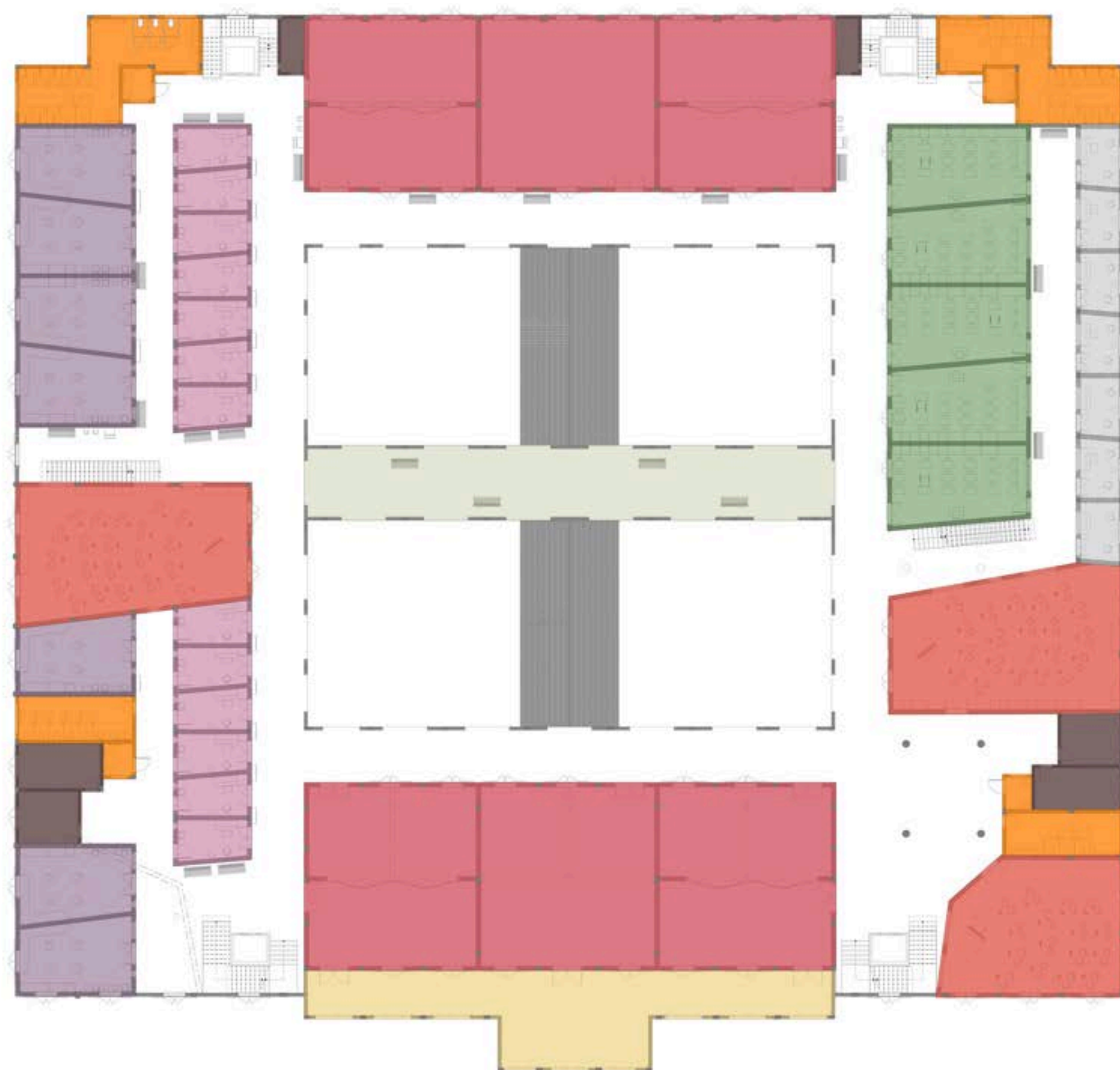
SETORIZAÇÃO



SETORIZAÇÃO

	VARANDA		PASSARELA
	BANHEIROS VESTIÁRIOS		
	DML DEP. GERAL DEP. BALLET		SALAS INDIVIDUAIS II
	SALAS DE QUARTETO CÂMARA		SALAS DE BALLET
	SALAS INDIVIDUAIS I		
	SALAS DE ORQUESTRA		
	SALAS TEÓRICAS		

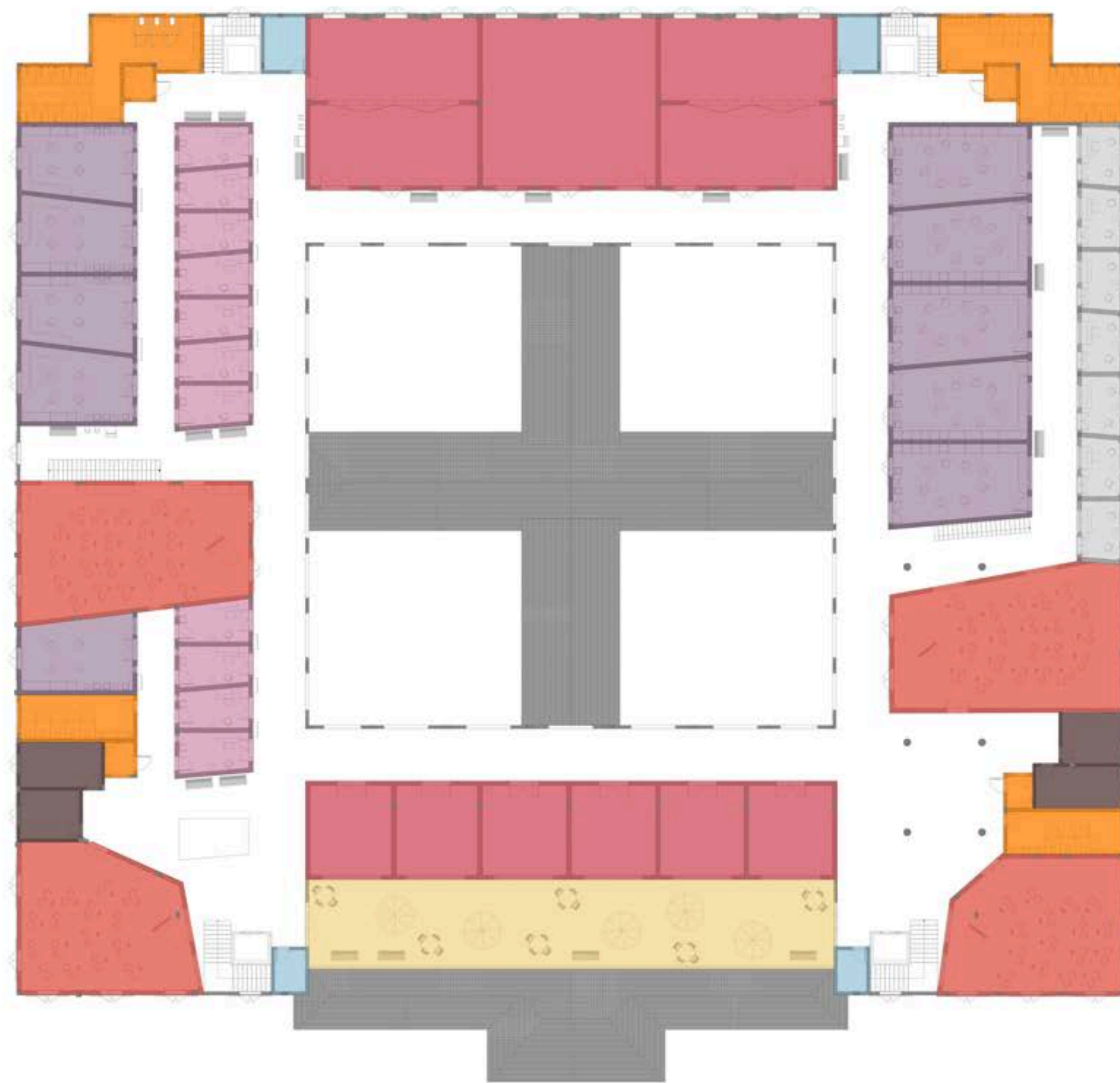
PRIMEIRO PAVIMENTO



SETORIZAÇÃO

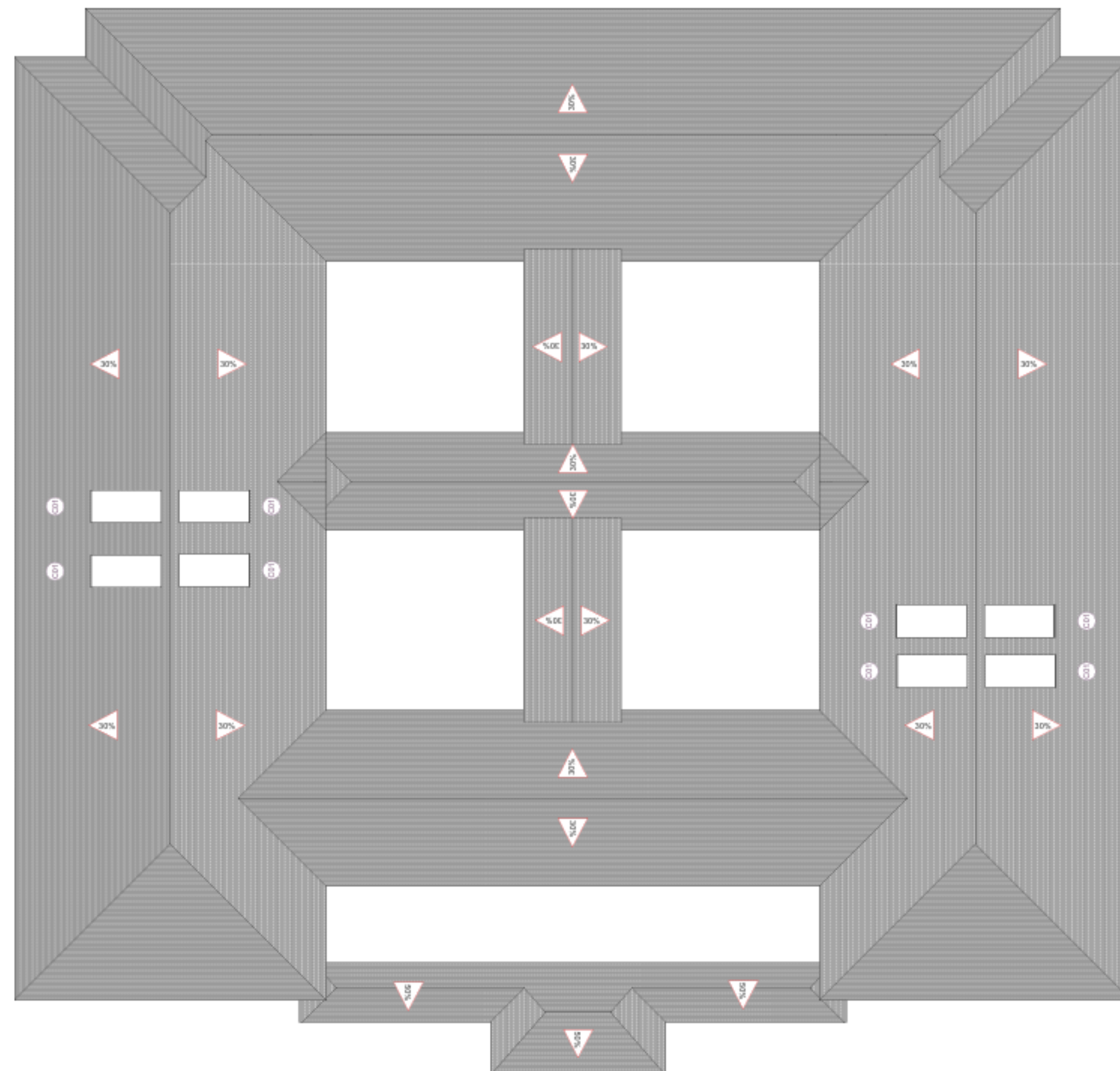
- TERRAÇO
- ÁREA TÉCNICA
- BANHEIROS|VESTIÁRIOS
- DML|DEP. GERAL
- SALAS DE QUARTETO|CÂMARA
- SALAS INDIVIDUAIS I
- SALAS DE ORQUESTRA
- SALAS INDIVIDUAIS II
- SALAS DE BALLET

SEGUNDO PAVIMENTO

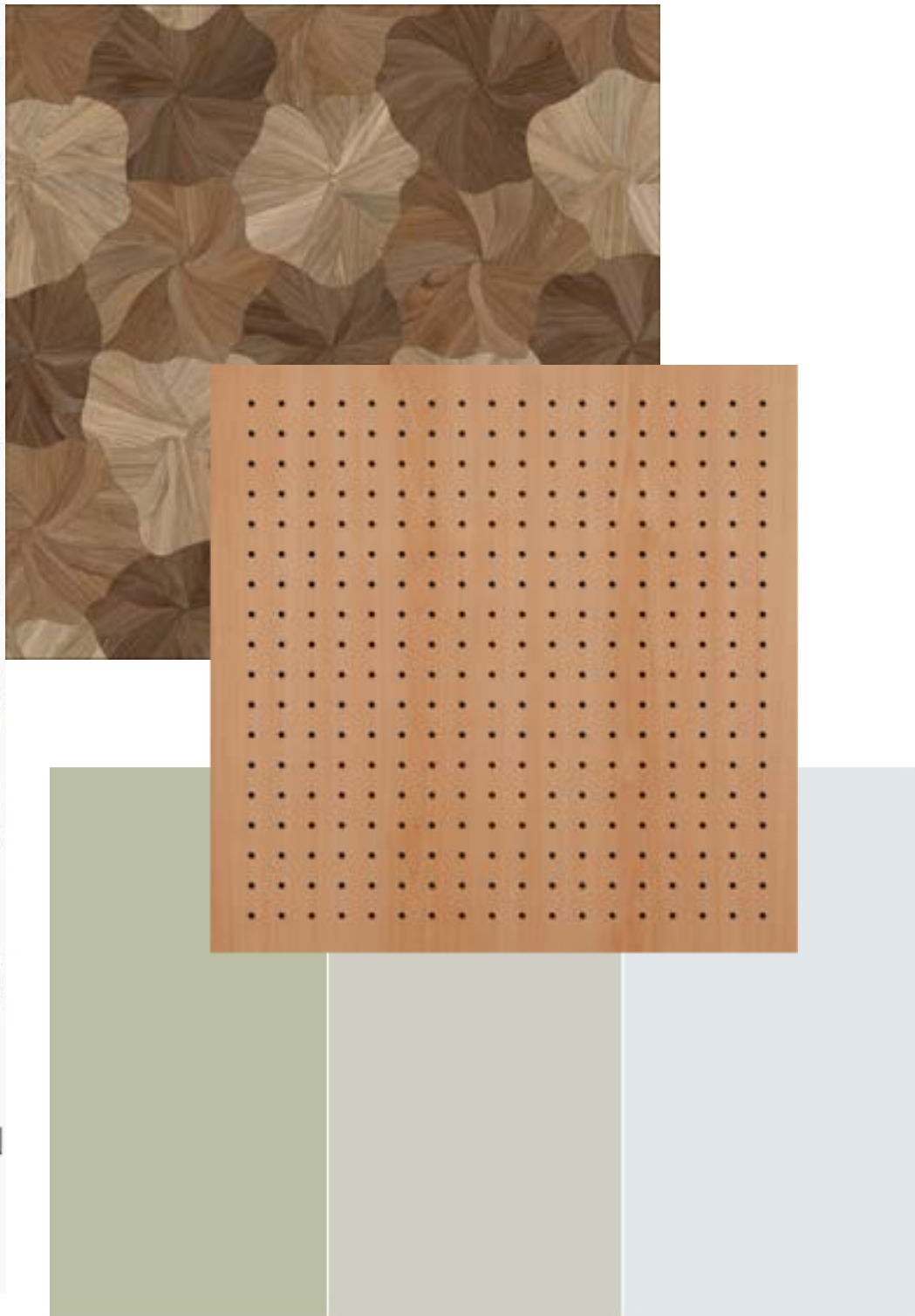
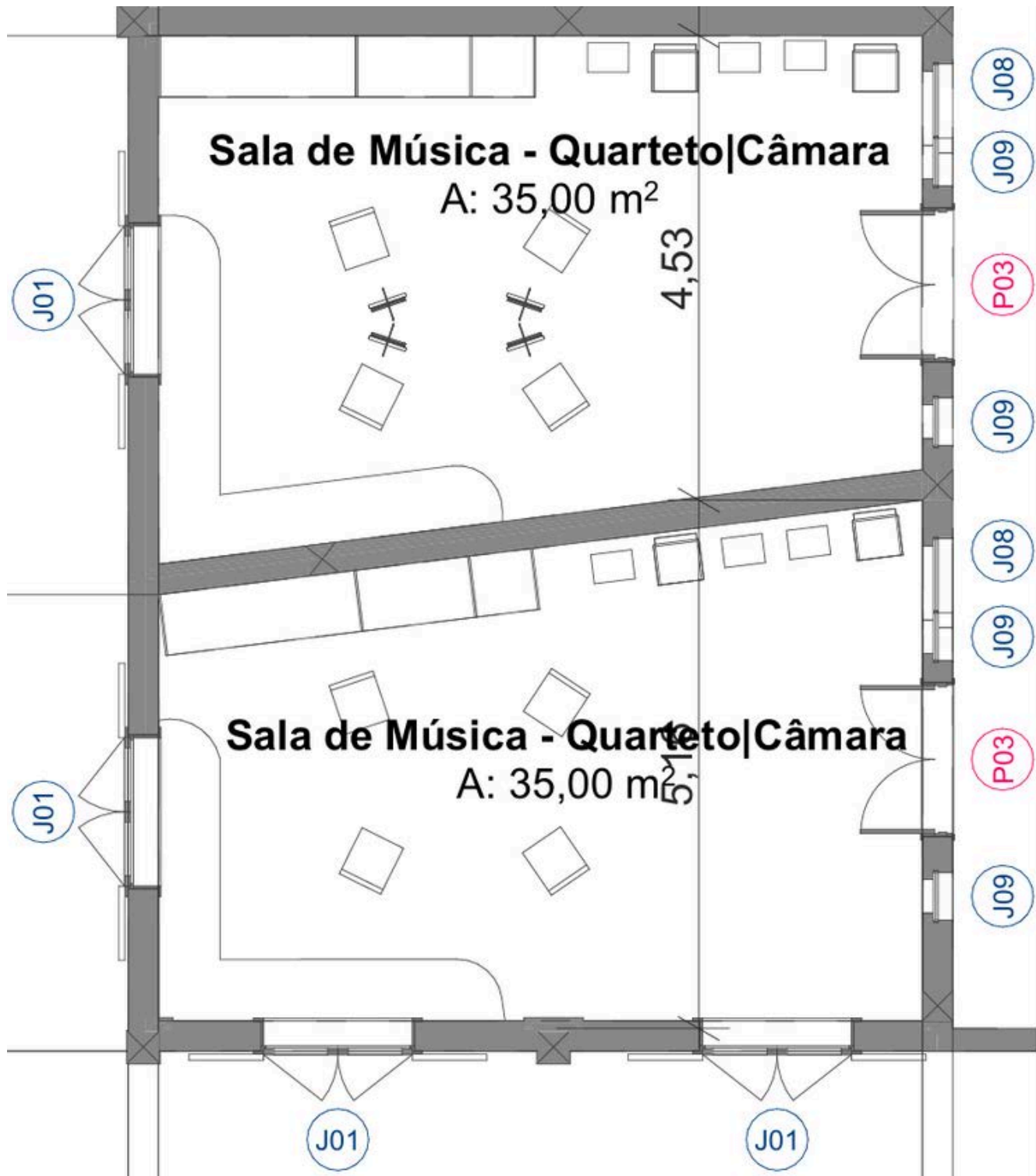


COBERTURA

- Telhado em estilo colonial;
- Telhas Cerâmicas;
- Clarabóias em 2 Salas de Orquestra do Segundo Pavimento;

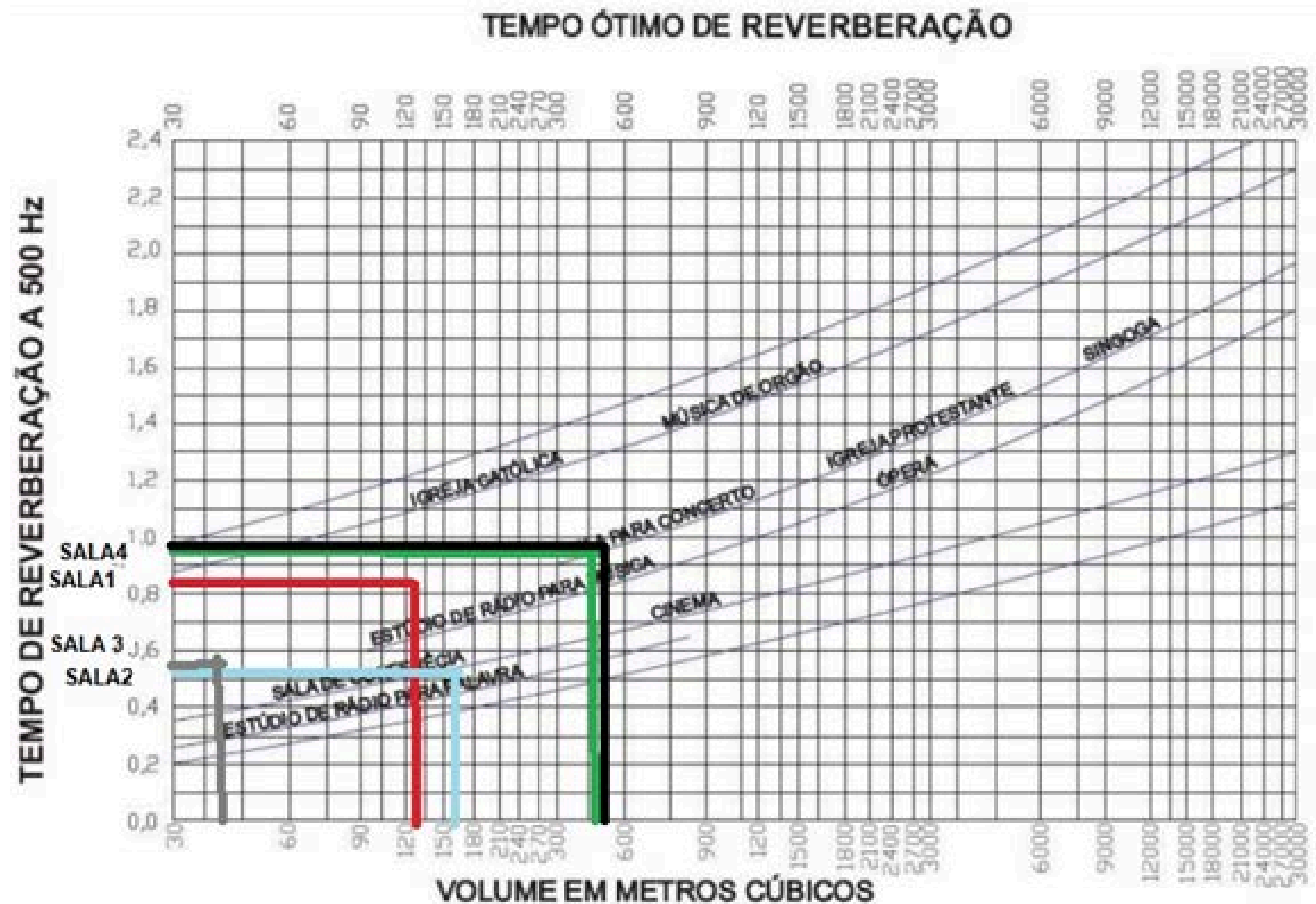


TEMPO DE REVERBERAÇÃO



SALA 1			
Superfícies	área (m²)	α	$Si*\alpha$
Piso	35	0.1	3.5
Forro	35	0.45	15.75
Parede	78.35	0.02	1.567
Porta	5.16	0.03	0.1548
Janela	1.41	0.03	0.0423
Número de Pessoas **	9	0.35	3.15
Absorção total			24.1641
Volume (m³)	128.45		
TR	0.850518		
Tempo ótimo de reverberação	0.9		

GRÁFICO TEMPO ÓTIMO



TEMPO DE REVERBERAÇÃO

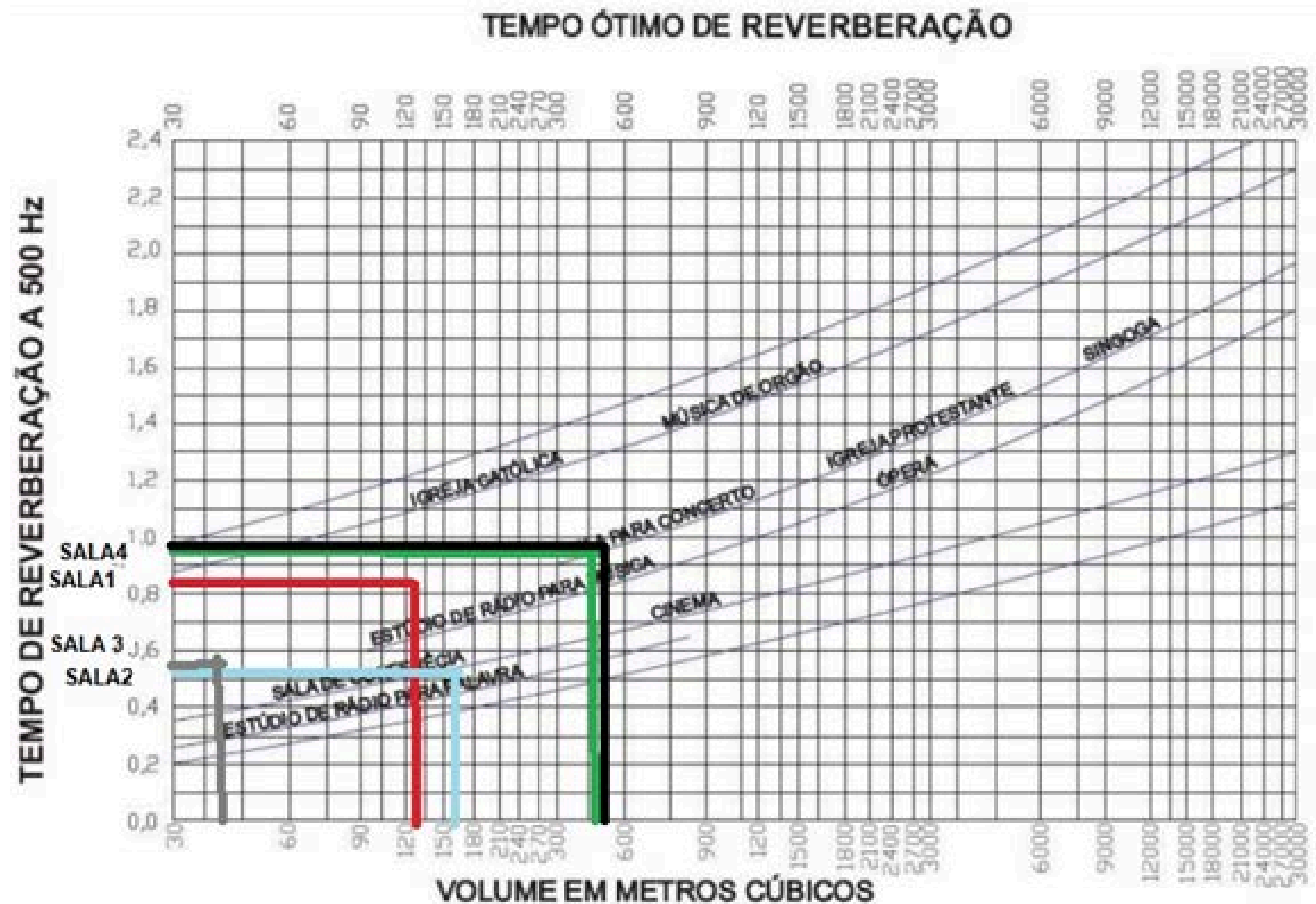


SUPERFÍCIES

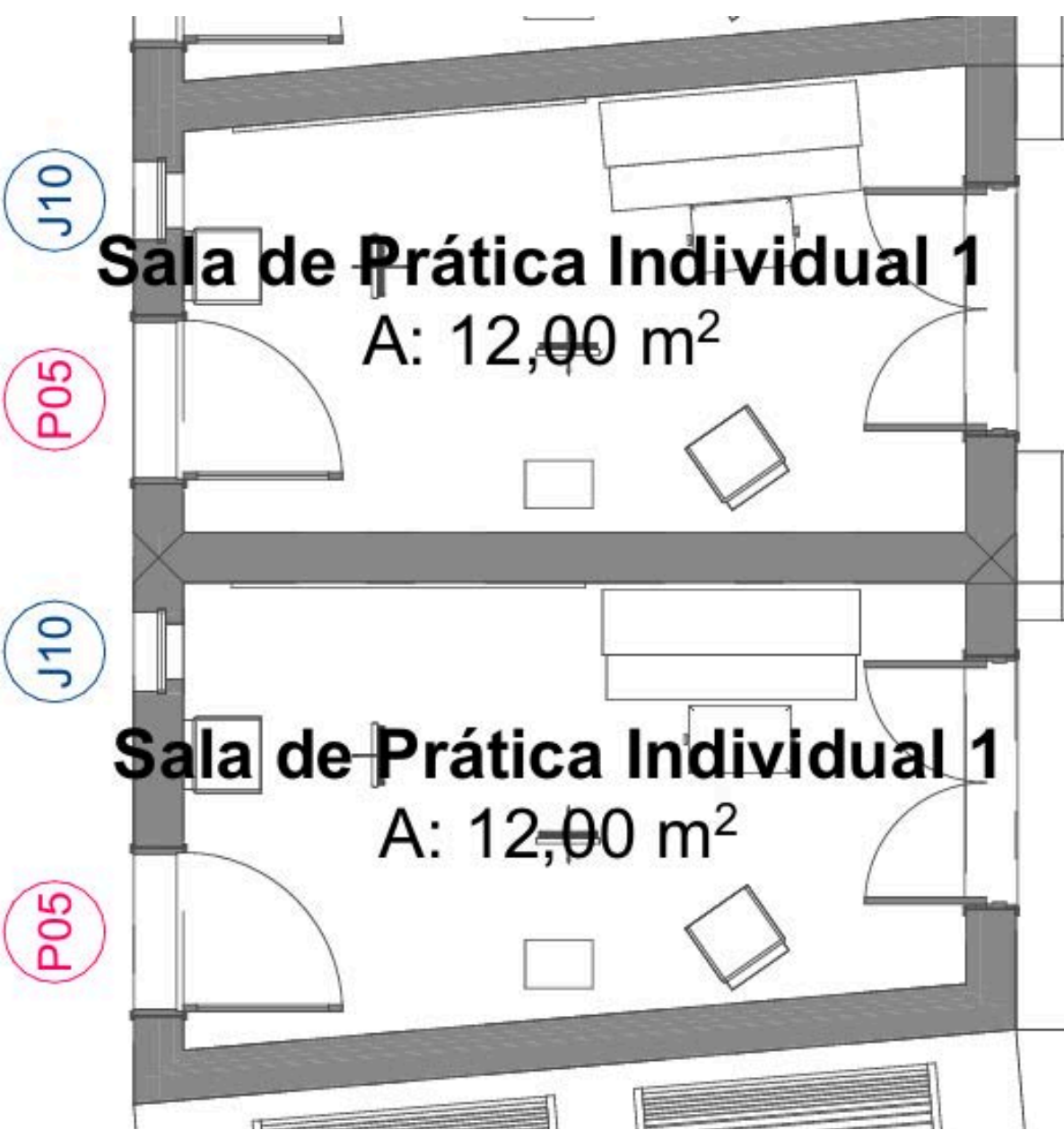
- Piso
- Forro
- Parede
- Porta
- Janela
- Número de Pessoas

SALA 2		
área (m²)	α	$Si \cdot \alpha$
45	0.015	0.675
45	0.85	38.25
100.82	0.02	2.0164
5.85	0.03	0.1755
5.59	0.03	0.1677
18	0.35	6.3
		47.5846
Absorção Total	165.15	
Volume (m³)	0.555306	
Tempo Ótimo de Reverberação	0.55	

GRÁFICO TEMPO ÓTIMO



TEMPO DE REVERBERAÇÃO



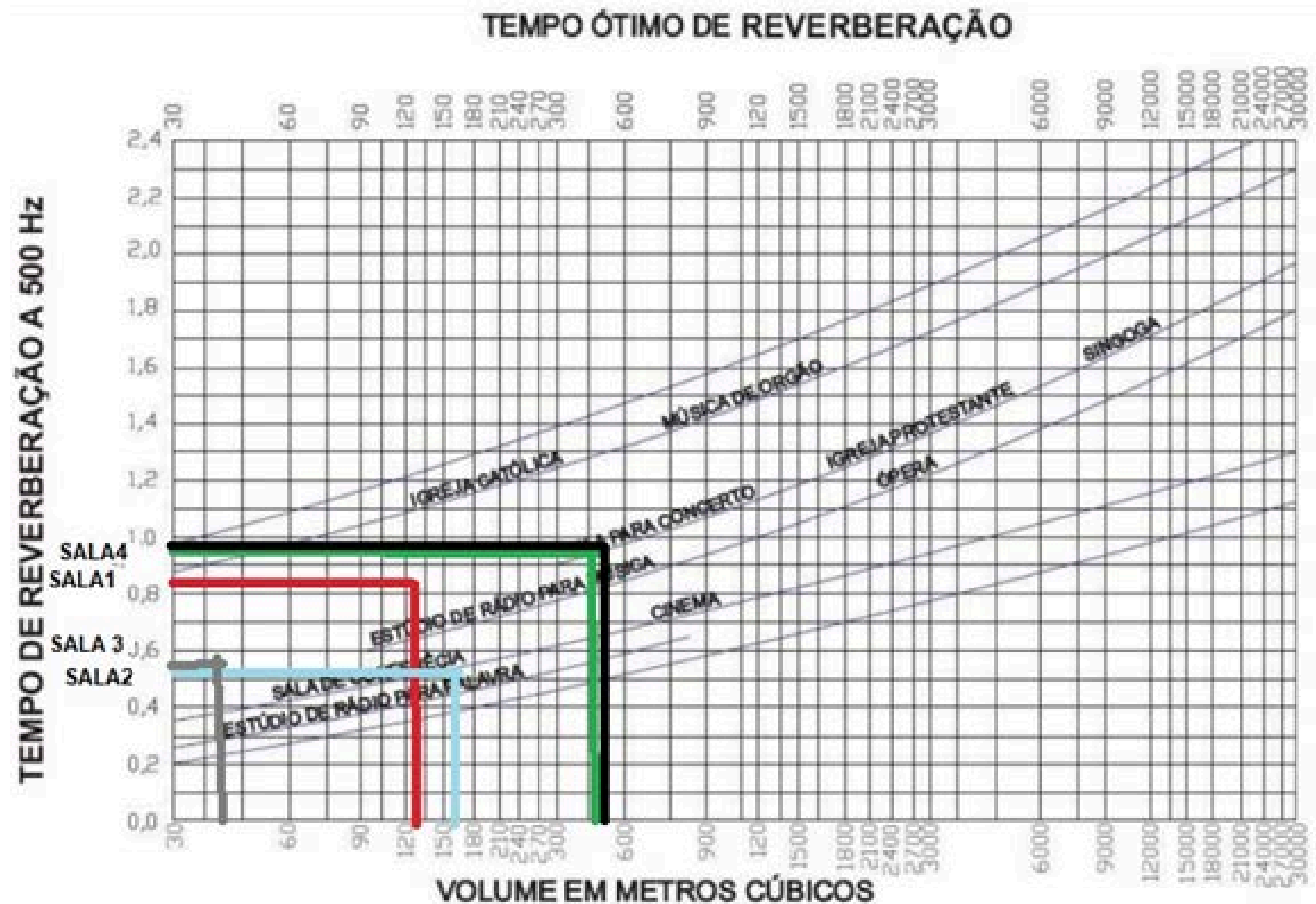
SUPERFÍCIES

- Piso
- Forro
- Parede
- Porta
- Janela
- Número de Pessoas

- Absorção Total
Volume (m³)
- Tempo Ótimo de
Reverberação

SALA 3		
área (m²)	α	Si* α
12	0.1	1.2
12	0.85	10.2
46.77	0.02	0.9354
5.85	0.03	0.1755
0.5	0.03	0.015
4	0.35	1.4
		13.926
		44.04
		0.505992
		0.6

GRÁFICO TEMPO ÓTIMO

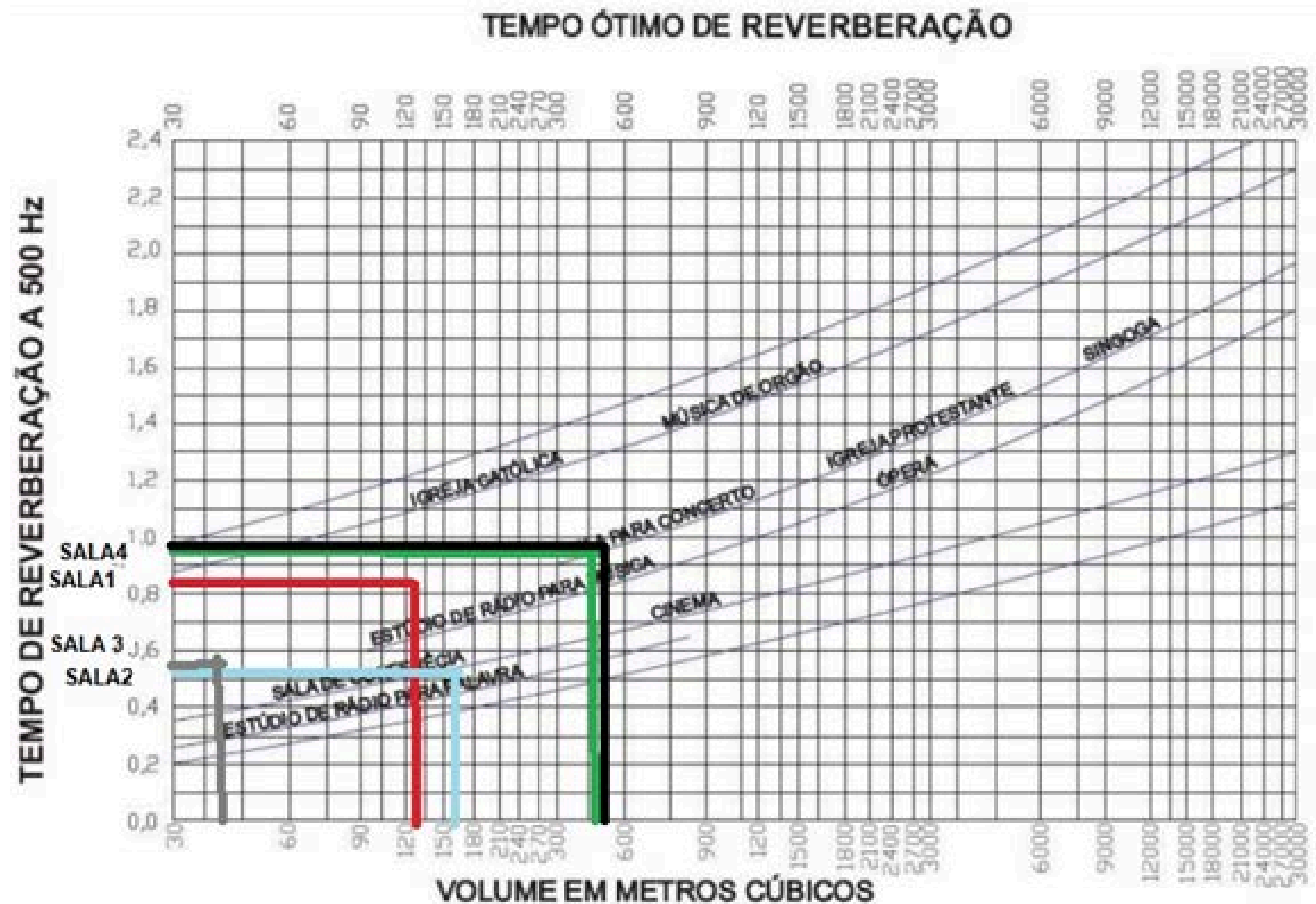


TEMPO DE REVERBERAÇÃO

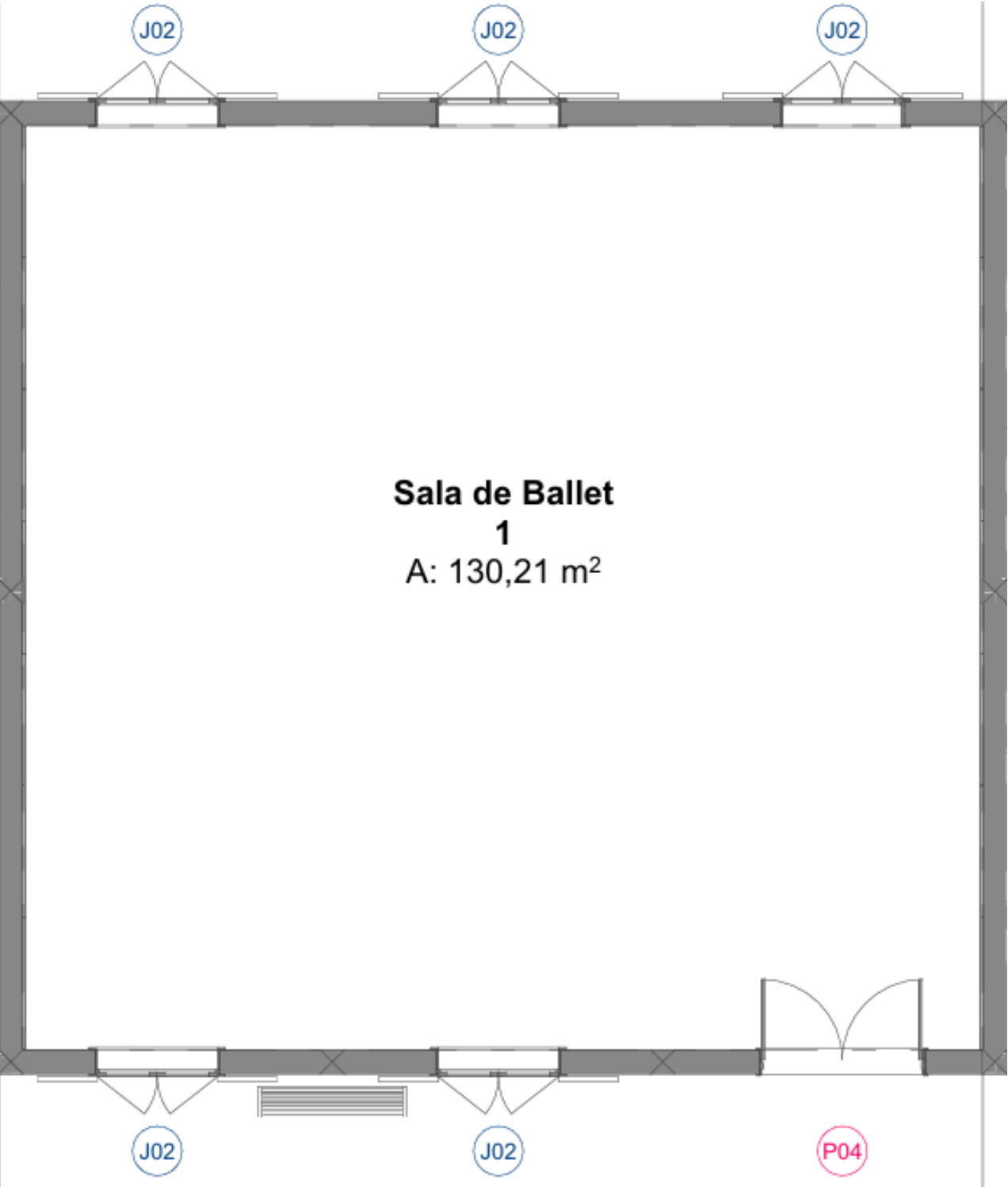


SALA 4		
Superfícies	área (m²)	α
Piso	125	0.1
Forro	125	0.35
Parede	146.29	0.02
Porta	5.64	0.03
Janela	20.38	0.03
Número de Pessoas **	47	0.35
Absorção total		
Volume (m³)	458.75	
TR	0.960653	
Tempo ótimo de reverberação	0.95	

GRÁFICO TEMPO ÓTIMO



TEMPO DE REVERBERAÇÃO

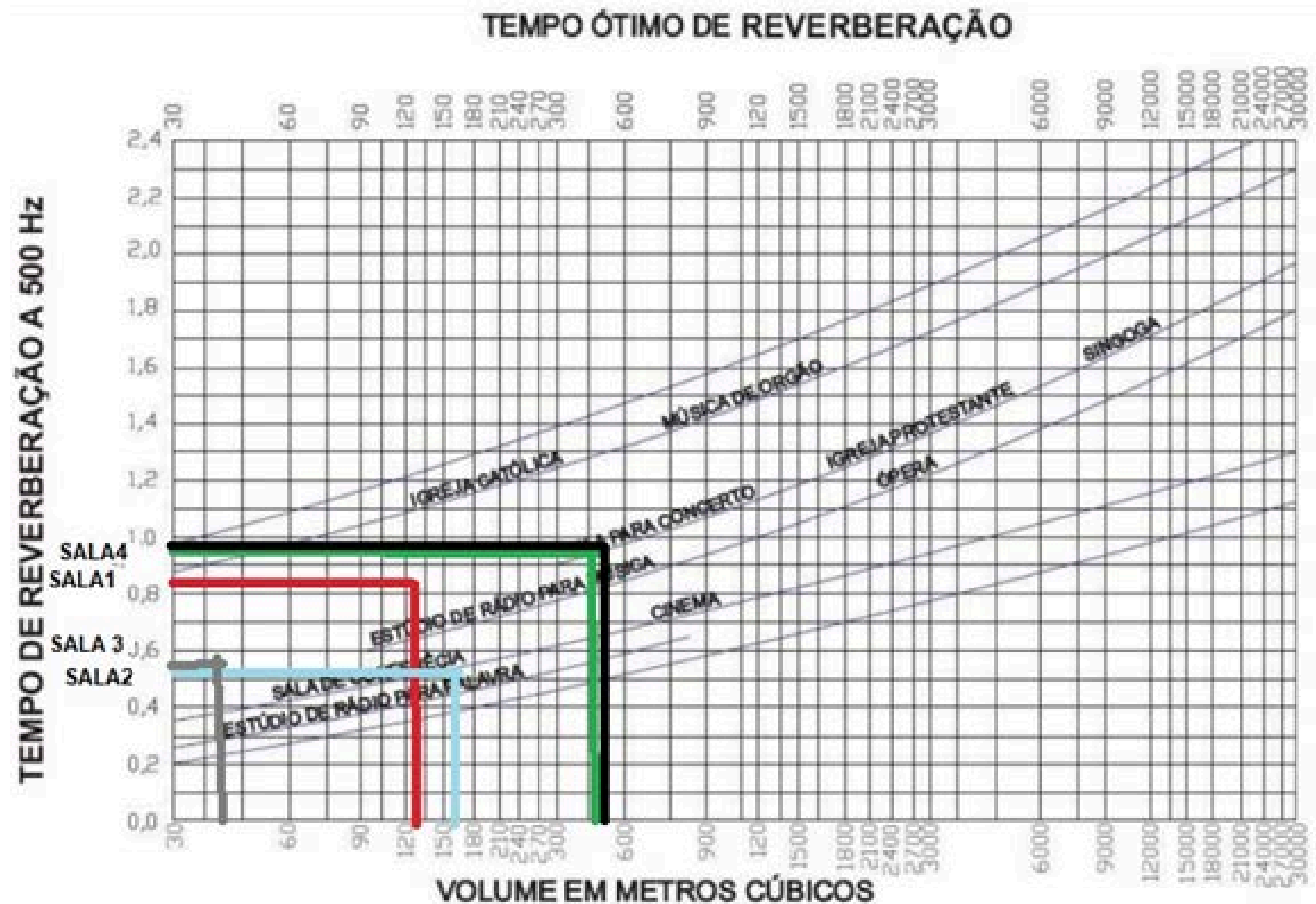


SUPERFÍCIES

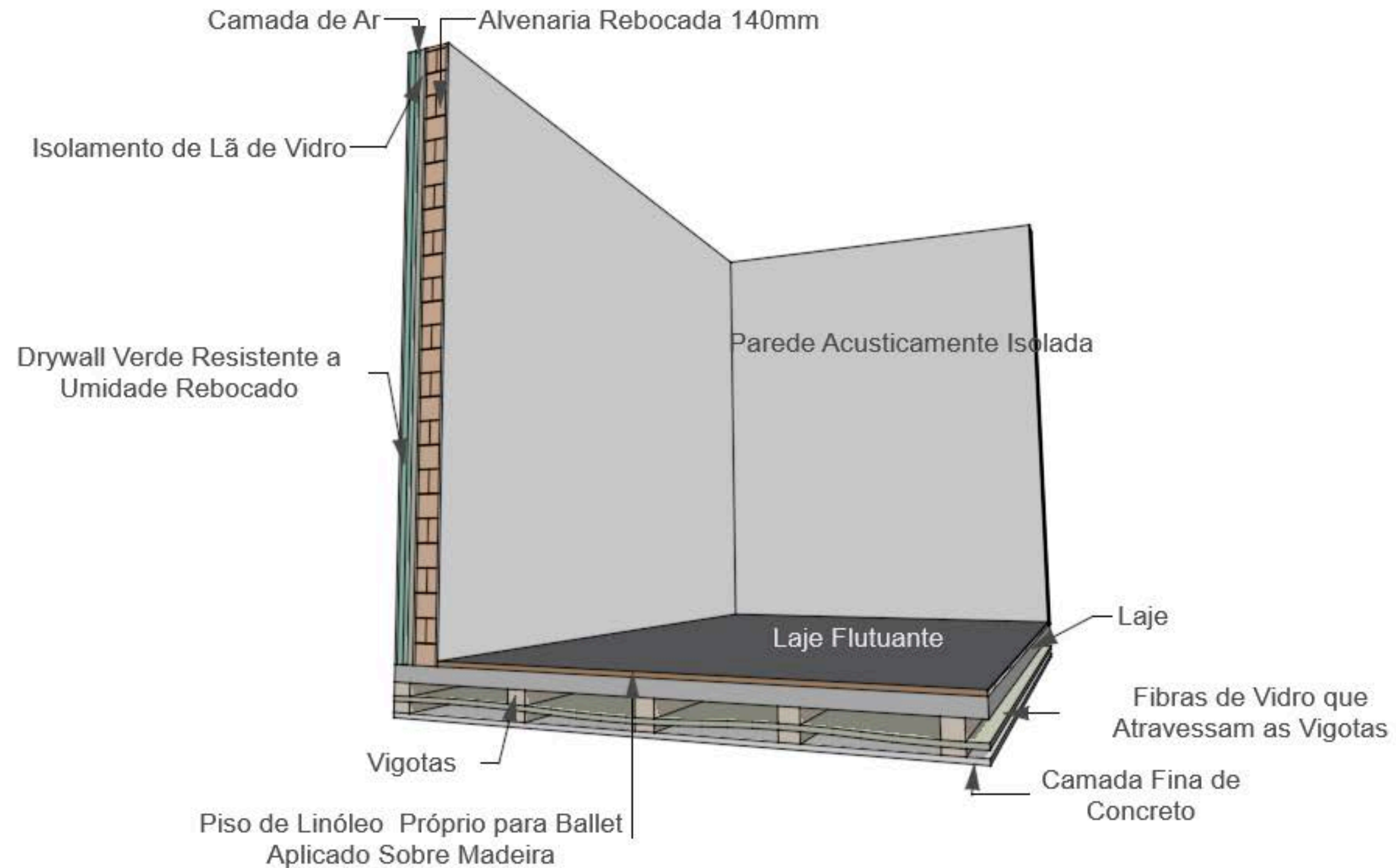
- Piso
- Forro
- Parede
- Porta
- Janela
- Número de Pessoas

SALA 5			
	área (m²)	α	Si*α
	130.21	0.05	6.5105
	130.21	0.35	45.5735
	143.81	0.05	7.1905
	5	0.03	0.15
	18.75	0.03	0.5625
	60	0.35	21
			80.987
• Absorção Total	477.8707		
Volume (m³)	0.944094		
• Tempo Ótimo de Reverberação	0.95		

GRÁFICO TEMPO ÓTIMO



PARÂMETROS ACÚSTICOS CONSTRUTIVOS



MATERIAIS UTILIZADOS

	Coefficiente de Absorção (α)				
 Piso de Madeira	$\alpha = 0,1$	 Forro Placa Acústica Rigitone Gesso Perfurado	$\alpha = 0,35$	 Piso de Madeira	$\alpha = 0,1$
 Piso de Granilite	$\alpha = 0,015$	 Reboco Liso e Tinta Acetinada Suvinil	$\alpha = 0,02$	 Forro Revestimento Nexacoustic Flat	$\alpha = 0,1$
 Forro Revestimento Nexacoustic Dot 3232	$\alpha = 0,45$	 Esquadrias Vidro	$\alpha = 0,03$	 Tecido Parede e Tecido Estofado Poltronas	$\alpha_{\text{parede}} = 0,25$ $\alpha_{\text{poltronas}} = 0,80$
 Forro Revestimento Nexacoustic Dot 3216	$\alpha = 0,85$	 Piso de Carpete	$\alpha = 0,3$	 Reboco Liso e Tinta Acetinada Suvinil	$\alpha = 0,02$













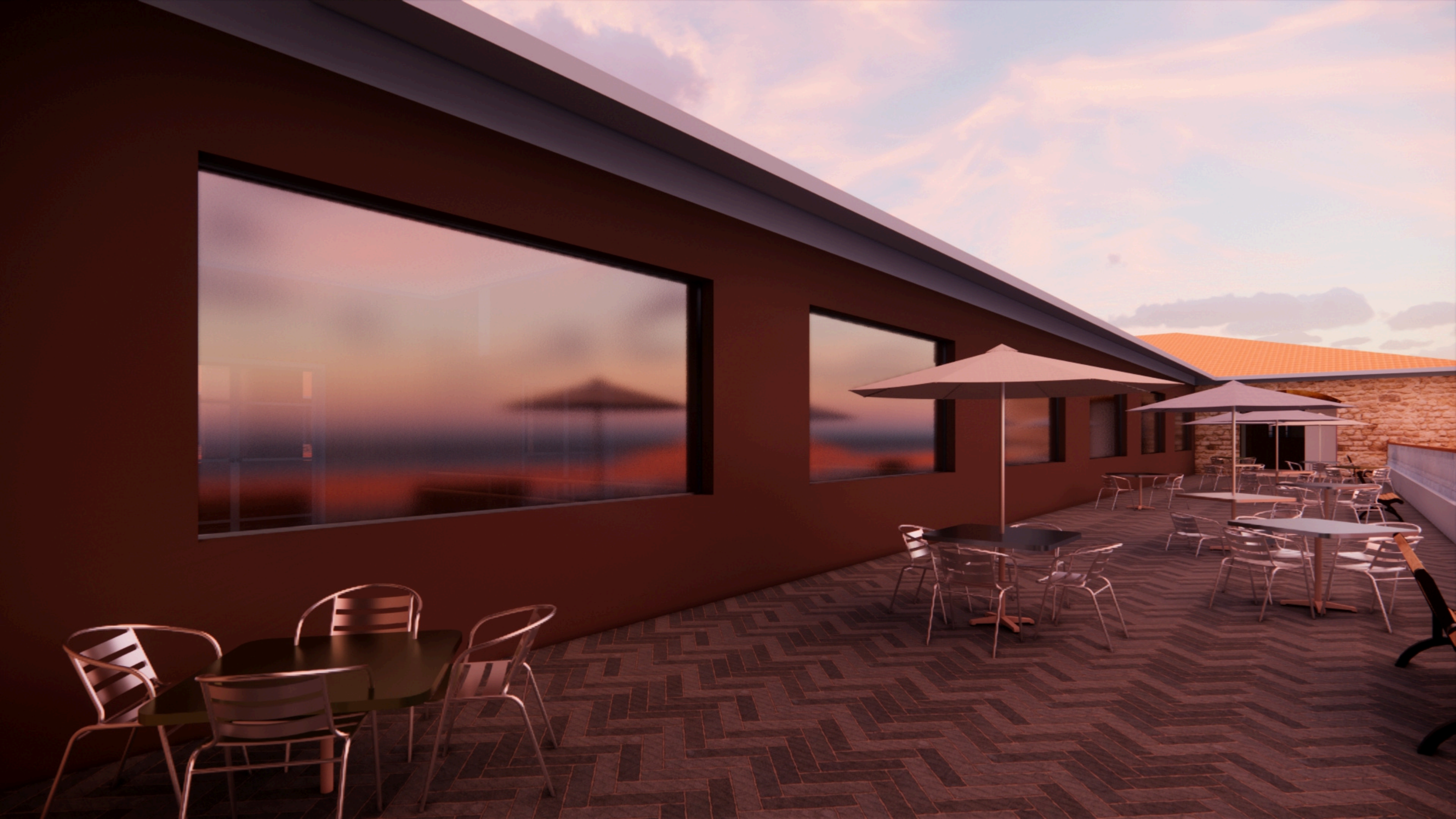




















6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto buscou alcançar os objetivos propostos, considerando as especificidades acústicas de cada espaço. A escolha dos materiais interfiriu diretamente no comportamento acústico das salas englobando ambientes acusticamente tratados que atendem ao tempo de reverberação ideal.

A edificação do Conservatório buscou integrar os espaços dando amplitude para as circulações internas, preenchendo-as com iluminação natural, além de utilizar esquadrias de vidro para integrar as salas de música e ballet com o entorno. O Auditório foi projetado para abrigar confortavelmente apresentações do próprio conservatório e também apresentações de outras instituições, integrando cultura com o entorno e sendo mais uma opção de lazer para a população, podendo abrigar peças teatrais, concertos, recitais e apresentações de dança.

Portanto, espera-se que o Conservatório possa contribuir para a população local tanto a nível acadêmico como uma outra maneira de lazer e de vivenciar o bairro e o seu entorno.

