

Análise Áudio & Acústica

Adequação Acústica

Espaço Arvoredo SESC Cacupé

Cliente:
Localização:
Engenheiro:

SESC SC
Florianópolis
Renato Pimentel

Engenheiro Mecânico – UFSC
Produtor Musical
Técnico de áudio SPX Eletrotécnica
CREA N° 00925886250
AES - Audio Engineering Society Member
SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica

Cliente: SESC SC
Local: Espaço Arvoredo SESC Cacupé
Localização: Florianópolis SC
Engenheiro: Renato Pimentel
Engenheiro Mecânico – UFSC
Técnico de áudio SPX Eletrotécnica
CREA Nº 00925886250
AES - Audio Engineering Society Member
SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica

Objetivo: Análise do Comportamento Sonoro do espaço Espaço Arvoredo SESC Cacupé para eventos musicais e artísticos.

Análise do Comportamento Sonoro

Esta análise se baseou nas medidas estruturais já existentes preocupando-se principalmente com o aumento de inteligibilidade e melhoras das características de clareza e claridade do Espaço Poliesportivo Arvoredo do SESC Cacupé em Florianópolis SC, visto que este não foi construído ou dimensionado originalmente para eventos musicais.

Dentro destas condições foi possível alcançar resultados satisfatórios através da adequação das reflexões primárias no teto, fundo e de uma parede extra a ser construída. Melhorando as características necessárias e consequentemente um aumento no conforto sonoro e na inteligibilidade dos usuários e profissionais no local.

Devido a praticamente todo o perímetro ser de janelas de vidro, o que torna o ambiente praticamente transparente para as frequências graves (de grande comprimento de onda), não foi necessário prever ressonadores para corrigir possíveis problemas de instabilidade nos graves.

Como o espaço não foi projetado para eventos musicais devido ao formato e características de materiais envolvidos qualquer solução eficiente para controlar os graves extremos necessariamente teria grandes dimensões o que além de ocupar muito espaço, teria pouca ou nenhuma mobilidade e ainda poderia ser perigoso manuseá-los em meio a um grande público.

Quanto ao equilíbrio tonal (equilíbrio entre as notas de uma escala musical) devido ao grande volume interno de mais de 8mil metros cúbicos os principais problemas modais estão abaixo da condição humana de audição conforme demonstrado nos gráficos ao longo do projeto. Por esta razão os esforços de aumento de inteligibilidade foram bem concentrados em amenizar as reflexões secundárias através do amortecimento com baffles no teto e criando uma difusão mais definida nos médios graves com a parede extra ao fundo, que além de contribuir na construção de um sweet spot mais adequado ao espaço de mixagem dos eventos, redireciona de maneira mais ordenada as reflexões do som para o público e ainda serve como uma barreira de som e privacidade para as entradas dos banheiros.

Este novo sweet spot gerado pela parede do fundo cria um ambiente que possibilita os técnicos de som dos eventos serem mais eficazes nas tomadas de decisões em relação ao equilíbrio das frequências e ao volume geral do sistema de sonorização.

Quanto ao isolamento acústico para o ambiente externo não se fez necessário pois de acordo com o laudo acústico realizado anteriormente todas as condições ideais são atendidas.

Mas como consequência desta análise sonora com a colocação dos baffles, absorvedores e paredes difusoras naturalmente a necessidade de reduzir o nível de pressão sonora com uma menor amplificação eletrônica vai acontecer. Consequentemente menores volumes sonoros internos e externos.

1. Absorção Sonora

Por se tratar de um ambiente projetado para competições esportivas, o problema de inteligibilidade na música e na fala é muito agravado devido ao grande volume do ambiente.

Os cálculos mostraram que duas pessoas conversando em uma distância um pouco maior que 5 metros um do outro a inteligibilidade das palavras ditas já fica bastante comprometida. E a possibilidade de erros de comunicação, nas condições atuais, são muito ampliados quando temos uma distância superior a 18 metros (DL) entre as mesmas duas pessoas conversando. E isto é facilmente comprovado in loco.

O mesmo acontece com a música cantada ou instrumental.

Por isso a adequação sonora de um espaço com estas dimensões tem uma abordagem específica focando na inteligibilidade à uma distância maior. É importante considerarmos a qualidade de inteligibilidade em todo o espaço de forma muito semelhante.

A falta de inteligibilidade, neste caso, acontece principalmente por causa do excesso de reverberação do espaço e outras consequências são a sensação de cansaço, irritabilidade e afins, que são associadas com a falta de conforto acústico.

Como praticamente todo o perímetro do espaço é coberto com janelas e portas de vidro para driblar estas limitações foi possível simular o comportamento da sala intensificando a utilização de material absorvente no teto e na parede do fundo, deixando espaços de janelas e portas de vidro expostos para aumentarmos o ganho de sala, característica para garantir que, mesmo com alto índice de absorção, o ouvinte no fundo da sala consiga ter uma boa audição da sonorização.

Na parede do fundo a uma altura próxima a 2,5m chegando até aos 4 metros de altura há uma linha de espuma espessa (modelo indicado abaixo) colaborando

Com excessão da parede difusora projetada para o fundo da sala, nenhuma outra solução proposta por esta análise terá contato direto com o público, e nem será fixa o que poderia limitar a versatilidade do espaço para diferentes tipos de evento.

BAFFLES:

Os baffles são componentes essenciais quando se trata de equilibrar o som em grandes espaços como ginásios esportivos. Eles são projetados para ajudar a controlar a dispersão do som e reduzir os ecos, reverberações e ruídos indesejados.

Num espaço poli-esportivo com estas as superfícies duras, como paredes de concreto e vidro e teto metálico, podem causar uma quantidade significativa de reverberação, resultando num som indesejado prolongado e confuso.

Neste caso os baffles devem ser suspensos do teto para absorver parte desse som e reduzir a reverberação, melhorando a clareza do som no espaço e ao mesmo tempo não ocupando o espaço físico útil e de contato direto do público.

E neste caso, aonde informações complexas como vários instrumentos tocados e várias vozes cantando simultaneamente ou até mesmo em situações aonde temos grandes reuniões ou apresentações artísticas com muitas pessoas falando simultaneamente, a redução destes prolongamentos sonoros ajudará em muito a comunicação interpessoal e a definição/inteligibilidade do sistema de sonorização.

Existem baffles no mercado feitos de diferentes materiais mas com eficácia semelhante, os mais comuns são os de espuma acústica, de lã de pet e de fibra de vidro/rocha estes materiais apresentam uma alta capacidade de capturar e dissipar as ondas sonoras. Eles são leves e eficazes na redução da reverberação e dos ecos indesejados

Já os de madeira e metal perfurados tem uma aplicação mais direcionada que não é o caso do espaço Arvoredo.

Cada material possui suas próprias vantagens e desvantagens em termos de desempenho acústico, durabilidade, estética e custo. A escolha do material adequado sempre depende das necessidades específicas do espaço, da quantidade de peças, do orçamento disponível e do design estético desejado. Neste caso, eu recomendaria os modelos simples retangulares de espuma (ou lã de pet) pendurados em cabos de aço transpassados entre os arcos metálicos de sustentação do teto e parafusados nas paredes

verticais extremas. Conforme croquis anexos.

Pois são muito leves e distribuídos de forma homogênea numa área maior do que 1300m².

Especificações técnicas dos Baffles indicados:

Modelos Wave / Classic / Clean (Linha Poliuretano e Ecoline)

- 1250 x 625 x 40 mm

Modelos Wave / Classic / Clean (Linha Melanina)

- 1250 x 625 x 50 mm

Linha POLIURETANO

- Material auto-extinguível, atende NBR 9178 (v= 0mm/min) e NBR 9442 - Classe B
- Produto atóxico e antialérgico: Não solta fibras.
- Densidade conforme norma NBR 8537: 30 kg/m³
- Resistência ao alongamento e ruptura conforme norma NBR 8515: 100%.
- Densidade de fumaça aceitável (Dm = 226) conforme norma ASTM E662-86
- Laudo: IPT e Corpo de Bombeiros/SP
- Placas flexíveis: Permite recortes e se ajustam em cantos.
- Fácil instalação: Não requer mão-de-obra especializada.
- Fácil limpeza: Não prolifera fungos/bactérias.
- Não esfarela
- Não embolora
- Aplicável em qualquer superfície (Exceto PVC e isopor)
- Garantia: 5 anos

Linha ECOLINE

- Fabricado com lã proveniente de reciclagem de garrafas Pet.
- Contribui para pontuações LEED e ACQUA em edificações sustentáveis nos critérios Materiais e Recursos (MR)
- Produto ecologicamente correto. 100% reciclável.
- Superfície lisa texturizada com bordas retas
- Densidade 50 Kg/m³
- Segurança ao fogo: Atende à IT-10 do Corpo de Bombeiros do Estado de SP na classificação II-A
- Suporta temperaturas até 80°C
- Densidade óptica de fumaça: 22(DM)

Linha MELANINA

- Densidade: EN ISO 845 / $9 \pm 1,5$ kg/m³
 - Resistência à compressão: EN ISO 3386-1 / kg/m³ / > 7
 - Resistência à tração: ISO 1798 / kPa / > 120
 - Alongamento na ruptura: ISO 1798 / % / > 20
 - Condutividade térmica a 10°C: EN 12667 / W/m.k / $\leq 0,035$
 - Temperatura de operação: De -200°C a +240°C
 - Tolerância dimensional conforme norma NBR 9429: 2 mm (espessura e comprimento).
 - Cor natural: Cinza claro
 - Pintura: Plastificação superficial ou pintura antichamas
 - Laudo de segurança: IT-10 (Corpo de bombeiros do Estado de SP) Aceito em qualquer estabelecimento
- Instalação

* informações obtidas no site da empresa **Vibrasom.ind.br**

No geral os baffles são a solução mais econômica, de fácil montagem e que ajudam a absorver parte desse descontrolado, criando um ambiente mais controlado e agradável.

Observação:

Deixo aqui a sugestão de quando elaborarem uma estrutura mais fixa, como um palco rígido, camarins e divisórias, vale pensar nestes espaços como soluções acústicas.

Por exemplo, os camarins e o espaço do corpo técnico normalmente são localizados um de cada lado do palco. Caso, venham futuramente construir divisórias para estes espaços vale muito colocar sofás, tapetes e material absorvente nas paredes disponíveis (principalmente nos cantos). Estes pontos normalmente trabalham como um concentrador de reflexões de diversas frequências devido ao formato (canto) que se tratados pode melhorar a sonoridade dos camarins e também de todo o espaço.

IMPORTANTE:

** Este estudo/análise não envolve nenhuma dimensionamento de projeto estrutural, construções de alvenaria ou elétrica e é estritamente focado no comportamento sonoro e sua atenuação.*

Qualquer construção ou montagem estrutural deve ser acompanhada pelo engenheiro(a) civil, eletricista ou arquiteto(a) responsável de confiança do estabelecimento.

2. Aberturas

Normalmente as aberturas são um problema à parte, pois são as responsáveis pelos vazamentos sonoros para o exterior, mas conforme a confirmação pelo laudo acústico e os relatos de usuários a intensidade sonora no exterior está dentro dos parâmetros usuais.

Por isso neste caso, não foram necessárias nenhuma adaptação nas janelas e portas.

3. Parede Difusora&Refletora

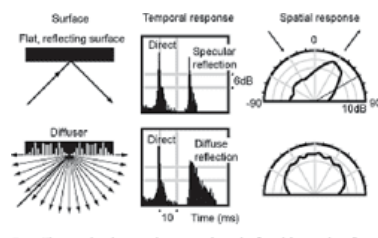
Em espaços grandes como este ginásio poliesportivo, a reverberação é um grande desafio para o técnico de som garantir a correta mixagem do sistema de som e tornar clara a distinção entre os ritmos, instrumentos e vozes.

E consequentemente é o mesmo desafio para o público ouvinte conseguir distinguir toda esta confusão rítmica e variação de timbres.

Por isso o uso de um difusor quadrático sintonizado nas frequências médio-graves pode ajudar a controlar e reduzir a reverberação excessiva nessa faixa de frequência, permitindo que o técnico ouça com mais precisão o som direto do PA e faça ajustes mais precisos na mixagem.

O difusor quadrático de Schroeder utiliza uma série de segmentos de qualquer material rígido dispostos em profundidades variadas ao longo de uma superfície plana. As dimensões e as profundidades dos segmentos são calculadas para dispersar as ondas sonoras em várias direções.

O cálculo das dimensões dos segmentos em um difusor de Schroeder é baseado na fórmula matemática conhecida como "Seqüência de Schroeder" e pode ser sintonizada na faixa de frequência de atuação desejada.



Essa parede multifuncional, que atua como difusora, refletora e absorvedora do som, pode ser construída com uma variedade de materiais rígidos, como tijolos, concreto, parede de gesso acartonado composta, madeira, corian, vidro, entre outros.

No croqui, sugiro a construção em blocos de concreto devido à facilidade de implementação e à sua utilidade como barreira para a área dos banheiros, oferecendo privacidade ao público. Além disso, pode ser aproveitada como assento para descanso em ambos os lados. Adicionalmente, também é possível instalar uma via e conectores embutidos para fornecer energia elétrica aterrada aos sistemas de sonorização. Estes conectores podem ser dispostos no pé dos cantos do difusor quadrático sem qualquer prejuízo à eficácia do mesmo.

A ação conjunta desta parede com difusores quadráticos sintonizados nos médios graves, com elementos difusores/absorvedores nas faixas laterais e com os baffles no teto criam uma grande melhora na inteligibilidade como um todo. Tanto para o técnico de som quanto para o público ouvinte.

Consequentemente com este maior controle de reverberação e um melhor direcionamento da difusão temos uma menor distorção da percepção do técnico de som sobre o equilíbrio tonal e espacial da mixagem, obtendo uma representação mais precisa do som direto do P.A. facilitando os ajustes de níveis, equalização e posicionamento dos elementos sonoros na mixagem.

O uso do difusor quadrático exatamente atrás da house mix ajuda a dispersar as ondas sonoras de forma mais uniforme, reduzindo assim problemas de fase e minimizando reflexões indesejadas que possam ocorrer devido às superfícies de concreto, vidro e metal que se apresentam em todo o espaço Arvoredo.

A pequena inclinação das bordas (indicada no croqui anexo) também ajudam junto com os difusores/absorvedores Bidimensionais ajudam a descentralizar a reflexão e criar um ambiente sonoro mais homogêneo para todo o público presente.

4. Resumo Básico dos Materiais utilizados

4.1. BAFFLES (540 unidades)

São 540 unidades de qualquer um destes modelos abaixo a eficiência entre estes modelos/marcas são muito semelhantes e atendem aos requisitos necessários para o equilíbrio sonoro do espaço.

As linhas de espuma de Poliuretano e Melanina possuem modelos com superfície ondulada (waves), ou superfície lisa (classic ou clean), sendo que as clean tem uma camada protetora para limpeza.

Já os modelos ecológicos feitos à partir lã de Pet normalmente tem a superfície lisa e tem limitações de cores.

A escolha fica a critério de preço, peso total e cor.

Os modelos são:

- Modelos Wave / Classic / Clean (Linha Poliuretano $\rho=30\text{Kg/m}^3$ e Ecoline $\rho=50\text{Kg/m}^3$) - marca VIBRASOM
 - 1250 x 625 x 40 mm
 - ou
- Modelos Wave / Classic / Clean (Linha Melanina $\rho=9\text{Kg/m}^3$) - marca VIBRASOM
 - 1250 x 625 x 50 mm
 - ou
- Modelos Baffle ou Baffle Ness (Linha Ecológica $\rho=50\text{Kg/m}^3$) - marca TRISOFT
 - 1200 x 600 x 50 mm

Observação:

Como sugestão indico os materiais absorventes de linha ecológica das marcas VIBRASOM e/ou TRISOFT, ambos correspondem às especificações técnicas são ecologicamente corretas por serem fabricadas à partir de garrafas PET recicladas, e fornecem um excelente acabamento.

A substituição direta é:

BAFFLE VIBRASOM ECOLINE (1250x625x40) por BAFFLE TRISOFT (1200x600x50)

- Cada marca tem uma sugestão de fixação adequada, orçar as unidades necessárias para fixar esta 540 peças (baffles) em cabos de aço.

- 1300 metros de Cabo de aço para fixação dos BAFFLES, normalmente 1/8" ou 5/32", mas seguir orientação do fabricante dos Baffles e do engenheiro civil responsável.

São 30 linhas de aprox. 42m cada, mas é bom ter uma quantidade extra para amarrações e voltas.

4.2. ESPUMAS (30 m2)

- 320 peças de Espuma Acustica Cunha Assimétrica (0,625m x 0,15m) - marca VIBRASOM
 - ou
- 120 peças de Espuma 3D "difusora acústica" 100mm (0,50x0,50m) (anti-chamas) - marca ARMAZÉM DAS ESPUMAS
 - ou

- 120 peças de Espuma Alpha “difusora acústica” 70mm (0,50x0,50m) (anti-chamas) - marca ARMAZÉM DAS ESPUMAS

4.3. Difusor/Absorvedor Bidimensional (30 m2)

- 13,8 m2 (144 peças ou 24 Kits de 06 peças) de Difusor Bidimensional (0,31m x 0,31m) - marca VIBRASOM

- 18 tubos de cola Sonique 400g (Vibrasom) para todas as espumas

- **OBS.:** Todos os outros modelos indicados na lista acima de Melanina ou Poliuretano (Vibrasom ou Trisoft) são recomendadas por atenderem às normas brasileiras incluindo às normas de segurança quanto à flamabilidade.
obs.: as espumas Alpha e 3D da marca Armazém das Espumas só são antichamas na cor natural cinza escuro, caso sejam pintadas é imprescindível que seja solicitada tinta ANTI-CHAMAS

Material auto-extinguível (Não propaga o fogo).

Flamabilidade: Velocidade máxima de queima conforme norma NBR 9178 = 0,0 mm/min.

Segurança ao fogo conforme norma NBR 9442: classe A (Sonex).

Segurança ao fogo conforme norma NBR 9442: classe B (Sonique Vibrasom).

Densidade de fumaça aceitável conforme norma ASTM E662-92.(sonex)

Densidade de fumaça aceitável conforme norma ASTM E662-86.(sonique Vibrasom)

Segurança ao fogo conforme norma BS EN13501-1 B,s1,d) Classe II-A (Trisoft)

IT-10 (Corpo de bombeiros do Estado de SP) Aceito em qualquer estabelecimento

Instalação (Melanina Vibrasom)

5. Fixação do material absorvente

5.1. Fixação dos Baffles:

Os cabos de aço devem ser transpassados entre os espaços do vigamento do arco metálico, conforme demonstrado no croqui.

A distância entre estes pontos é de aproximadamente 70cm.

Preferencialmente os cabos devem ser esticados e fixados nas paredes opostas através de ganchos fixados diretamente na parede e presos através esticadores de cabo de aço para ajustes de tensão. Conforme Croqui.

Nas duas paredes extremas existem um acabamento que se assemelha a gesso acartonado ou alumínio com massa corrida que pode dificultar a fixação do cabeamento.

Uma opção poderia ser retirar este acabamento fazer a fixação dos cabos diretamente na parede e depois refazer este acabamento.

Outra opção, se autorizada pelo departamento de engenharia civil, seria inclinar levemente as extremidades do cabo de aço em direção ao piso para um ponto de fixação logo abaixo do acabamento existente.

Ambos os detalhamentos demonstrados no croqui.

5.2. Fixação das espumas e difusores bidimensionais

Tanto as espumas quanto os difusores bidimensionais são fixados com cola para fixar espuma acústica .

A cola da marca Sonique (Vibrasom) é atóxica e antichamas e possui uma excelente rapidez de secagem, fixação e durabilidade!

Preparada à base de borrachas naturais e sintéticas, cargas minerais, resinas naturais e sintéticas, dissolvidos em solventes orgânicos alifáticos, oxigenados e aromáticos derivados de petróleo, elastômero, resinas sintéticas, cargas minerais e solvente orgânico. O cheiro permanece cerca de 6 horas após aplicação.

O fabricante indica uma bisnaga para cada 2,5m2 de área a ser colada... mas esta cola se bem aplicada rende mais.

6. Resumo das Análises Sonora

Análise Sonora - Espaço Arvoredo SESC Cacupé (atual)

(RT60) = 3,21s

Diretividade considerada	Q =	4	
Distância do ouvinte	D ouvinte =	10	m
Distância do ouvinte final	D ouvinte _{final} =	30	m

Mean Free Path (MFP)

MFP = 10,5 m

Tempo médio das reflexões

Tref = 30,8 ms

Distância crítica

Dc = 5,8 m Dc= 5,8

Ganho Acústico (RG)

RG =	4,7 dB	ouvinte ideal
RG =	15,3 dB	ouvinte final

com Correção Hopkins-Stryker (modificada)

vRG HS =	15,4 dB	ouvinte ideal
vRG HS final =	19,2 dB	ouvinte final

Frequência Crítica, Schoereder e Especular

f _c =	9,5 Hz
f _{sch} =	118,9 Hz
f _{esp} =	475,5 Hz

Inteligibilidade

DL= 18,3 m

ALcons = 6,2% (aceitável)

Clareza (C50)

C50= -6,9 (RUIM)
Claridade (C80)

C80= -7,92 (RUIM)

Análise Sonora - Espaço Arvoredo SESC Cacupé (corrigido)

(RT60) = 1,43s

Diretividade considerada	Q =	4	
Distância do ouvinte	D ouvinte =	10	m
Distância do ouvinte final	D ouvinte _{final} =	30	m

Mean Free Path (MFP)

MFP = 10,5 m

Tempo médio das reflexões

T_{ref} = 30,8 ms

Distância crítica

D_c = 5,8 m D_c = 5,8

Ganho Acústico (RG)

RG =	1,2 dB	ouvinte ideal
RG =	10,8 dB	ouvinte final

com Correção Hopkins-Stryker (modificada)

vRG HS =	17,1 dB	ouvinte ideal
vRG HS final =	25,2 dB	ouvinte final

Frequência Crítica, Schoereder e Especular

f _c =	9,5 Hz
f _{sch} =	118,9 Hz
f _{esp} =	475,5 Hz

Inteligibilidade

DL = 27,4 m

ALcons = 1,2% (ótimo)

Clareza (C50)

C50 = -3,9 (aceitável)

Clareza (C80)

C80 = -3,89 (BOA)

Clareza Acústica: Uma sala com boa clareza acústica permite que as palavras sejam facilmente compreendidas, mesmo em meio a ruídos de fundo. Isso significa que os sons são reproduzidos de forma nítida e distinta, sem distorção ou confusão. A clareza acústica é influenciada por vários fatores, incluindo a relação sinal-ruído, a inteligibilidade da fala e a resposta de frequência do sistema de som. Quanto maior o valor de C50, melhor será a clareza da fala, pois indica uma diferença maior entre a fala direta e a fala reverberante.

Clareza Acústica: Refere-se à nitidez e à precisão com que os sons são reproduzidos em um espaço. Uma sala com boa clareza acústica apresenta uma reprodução precisa e fiel dos sons, sem coloração ou distorção.

7. Orientações Gerais

Todos os materiais de absorção indicados no projeto podem ter seu formato físico substituídos, desde que se mantenham as áreas de absorção, ou seja substituir formas quadradas, por redondas, por retangulares, curvilíneas entre outras.

A fixação das placas de espuma deve ser realizada apenas com a cola apropriada.

O palco imaginado na análise foi o comumente utilizado nos eventos neste espaço, com as seguintes dimensões 10mx10m de área, entre 1m e 1,5m de altura, com altura máxima da iluminação próxima a 7,5m. Também foi considerada a presença de dois banners grandes que “escondem” a área técnica e o camarim nas laterais do palco, conforme demonstrado no croqui.

A utilização de palcos com dimensões diferentes, cortinas, tapetes, móveis, banners, tabladros e palcos estão liberadas sem efeito prejudicial significativo ao resultado da sonoridade.

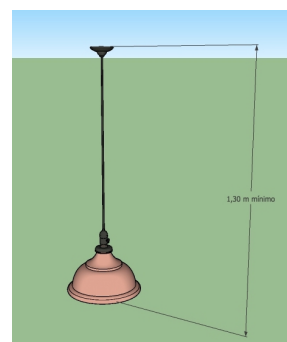
Sendo que as cortinas só terão influência significativa na resposta acústica da sala caso seja “pesadas”, ou seja, em veludo grosso e semelhantes. E seria uma influência muito positiva para o espaço.

Os baffles pendurados terão influência direta na iluminação do espaço, visto que atualmente são luminárias presas diretamente ao teto.

Todas terão que ser necessariamente substituídas por modelos pendentes que se localizem abaixo dos baffles.

Dependendo da qualidade da instalação dos cabos de aço e dos baffles é muito provável que estes pendentes tenham um comprimento mínimos 1,30m para garantir uma eficiência de iluminação.

Recomendo luminárias de LED que emanam pouco calor, aumentando a durabilidade dos baffles, e que podem ser facilmente controladas por automatização possibilitando inclusive a mudança de cor de todo o espaço Arvoredo através de um celular ou tablet.



Para um bom funcionamento do equipamento de sonorização é sempre bom separar as linhas de eletricidade da iluminação da linha de eletricidade dos equipamentos de som evitando ruídos e interferências.

Também é muito importante um sistema de aterramento eficiente, segue anexo, orientações para um aterramento elétrico eficiente para equipamentos de som. É apenas uma sugestão que deve ser analisada pelo departamento de engenharia elétrica se é necessário ou compatível com as necessidades do espaço Arvoredo.

Referências bibliográficas:

Ruido Fundamentos e Controle - Prof Samir NY Gerges
Architectural Acoustics - Marshall Long
Teatros e Auditórios - Prof Alberto Azevedo
The Master Handbook of Acoustics 3rd Edition - F Alton Everest
Manual Prático de Acústica - Solon do Valle
NBR 10 151 / NBR 10 152 - ABNT

Tipo de Atividade :	Espaço Arvoredo para apresentações musicais e artísticas
Localização:	SESC Cacupé - Florianópolis SC
Zona de uso:	ACI (Área Comunitária Institucional)
Horário de Funcionamento:	Diurno, Vespertino e noturno

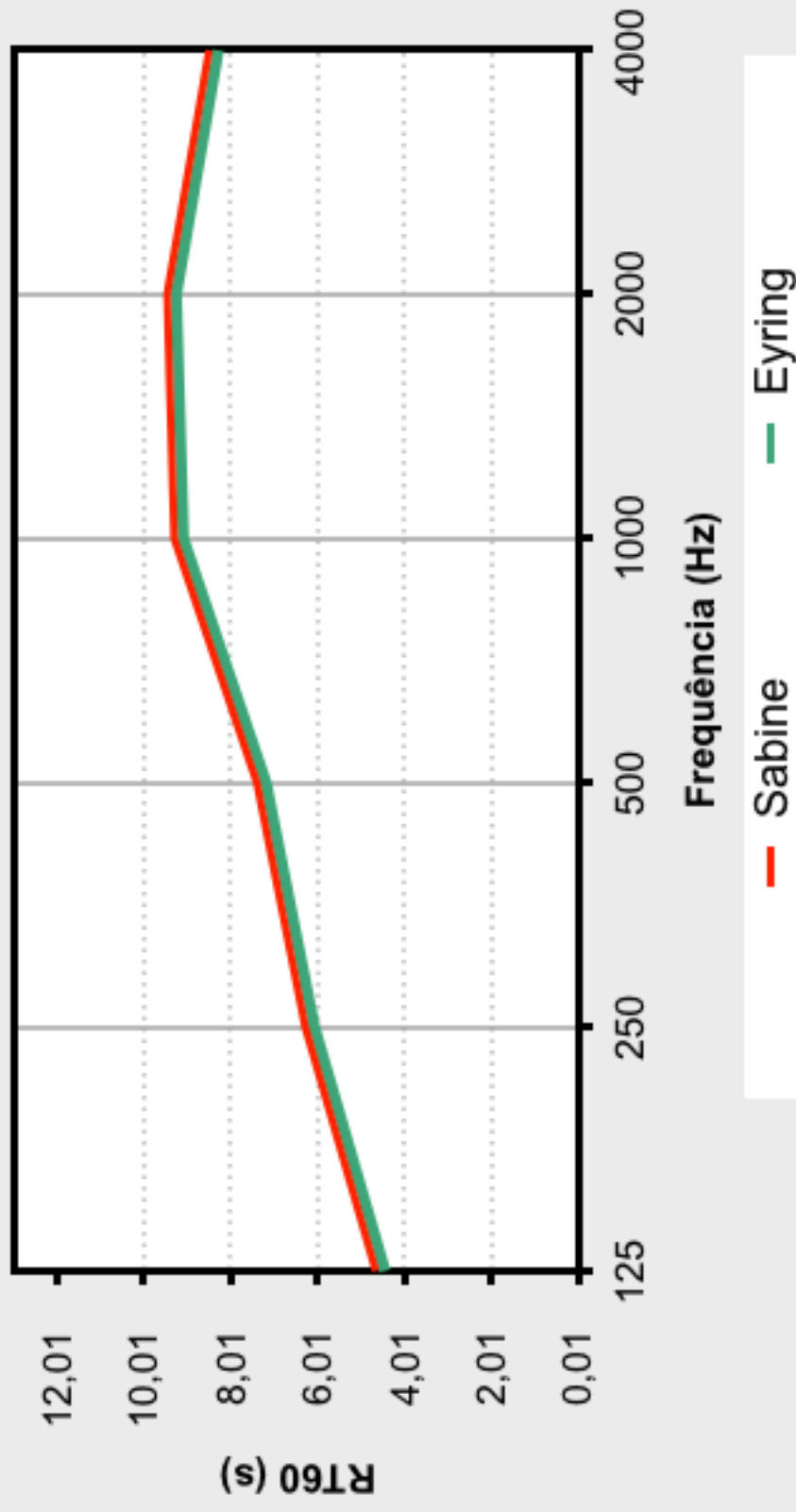
Qualquer dúvida relativa ao projeto favor entrar em contato.

Florianópolis, Fevereiro'24
Renato Pimentel
Engenheiro Mecânico – UFSC
Técnico de áudio SPX Eletrotécnica
CREA Nº 00925886250
AES - Audio Engineering Society Member
SOBRAC - Sociedade Brasileira de Acústica

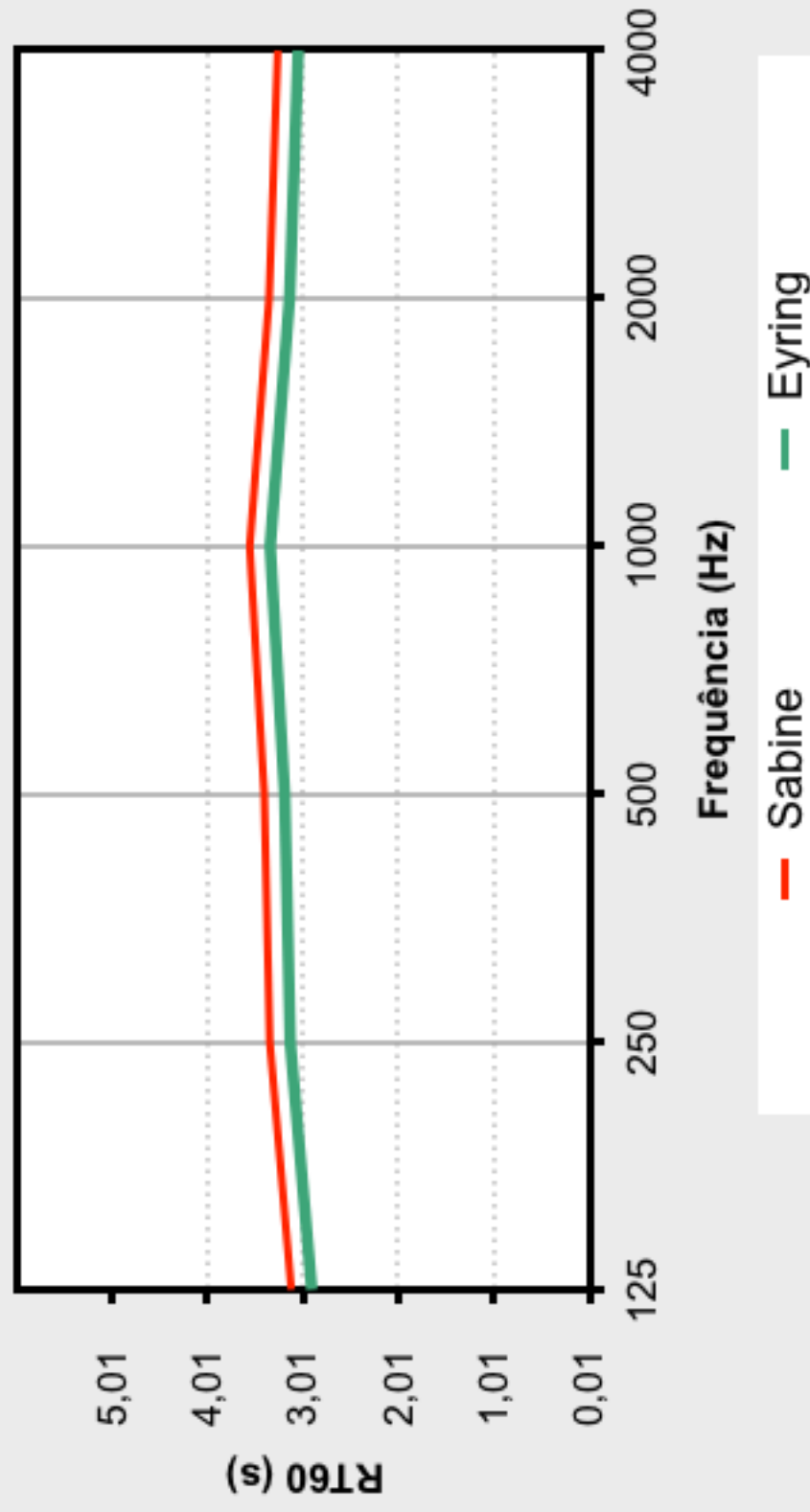
Análise Sonora

Espaço Arvoredo
Áudio&Acústica

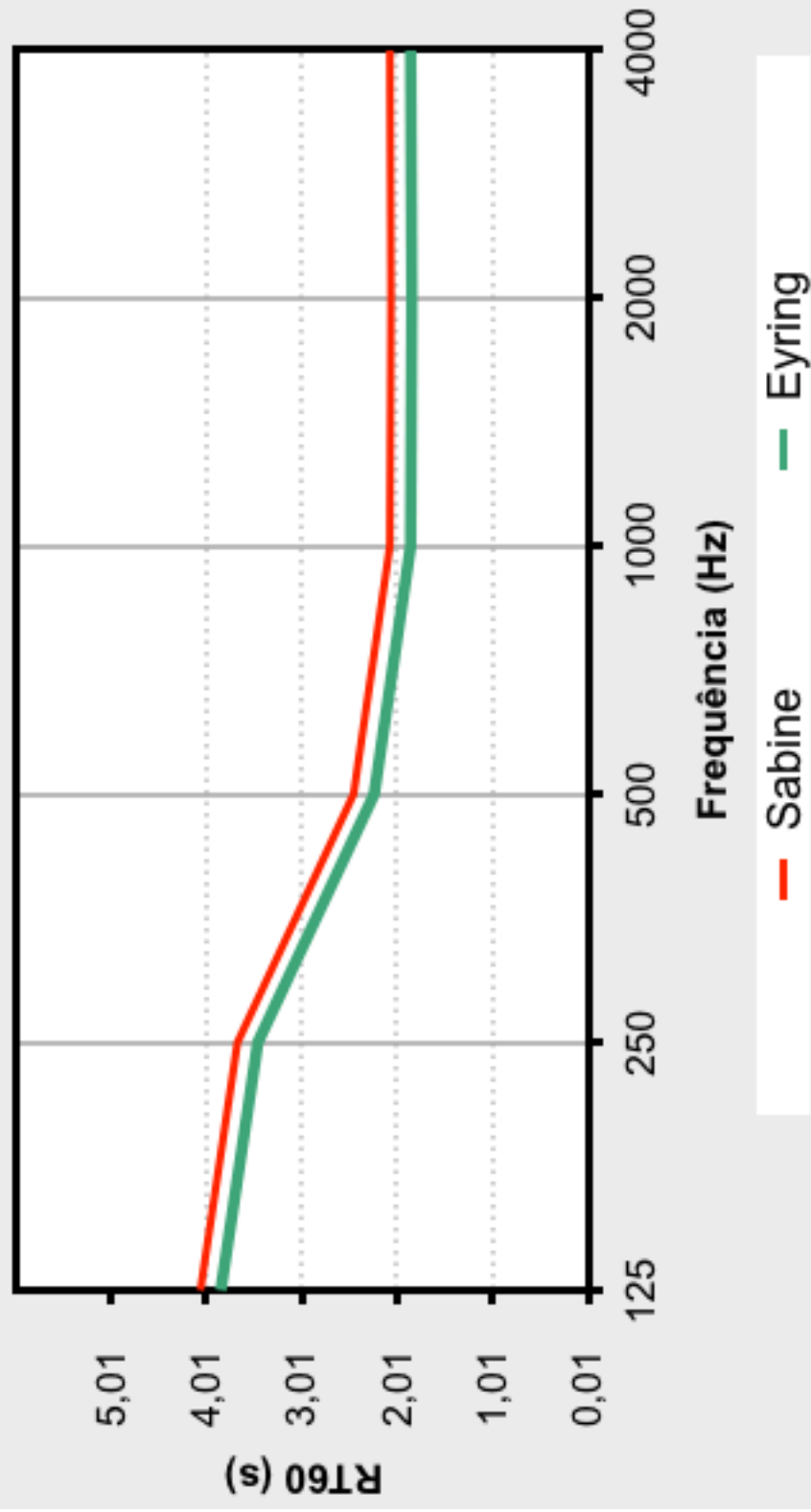
RT60 (Atual Vazio)



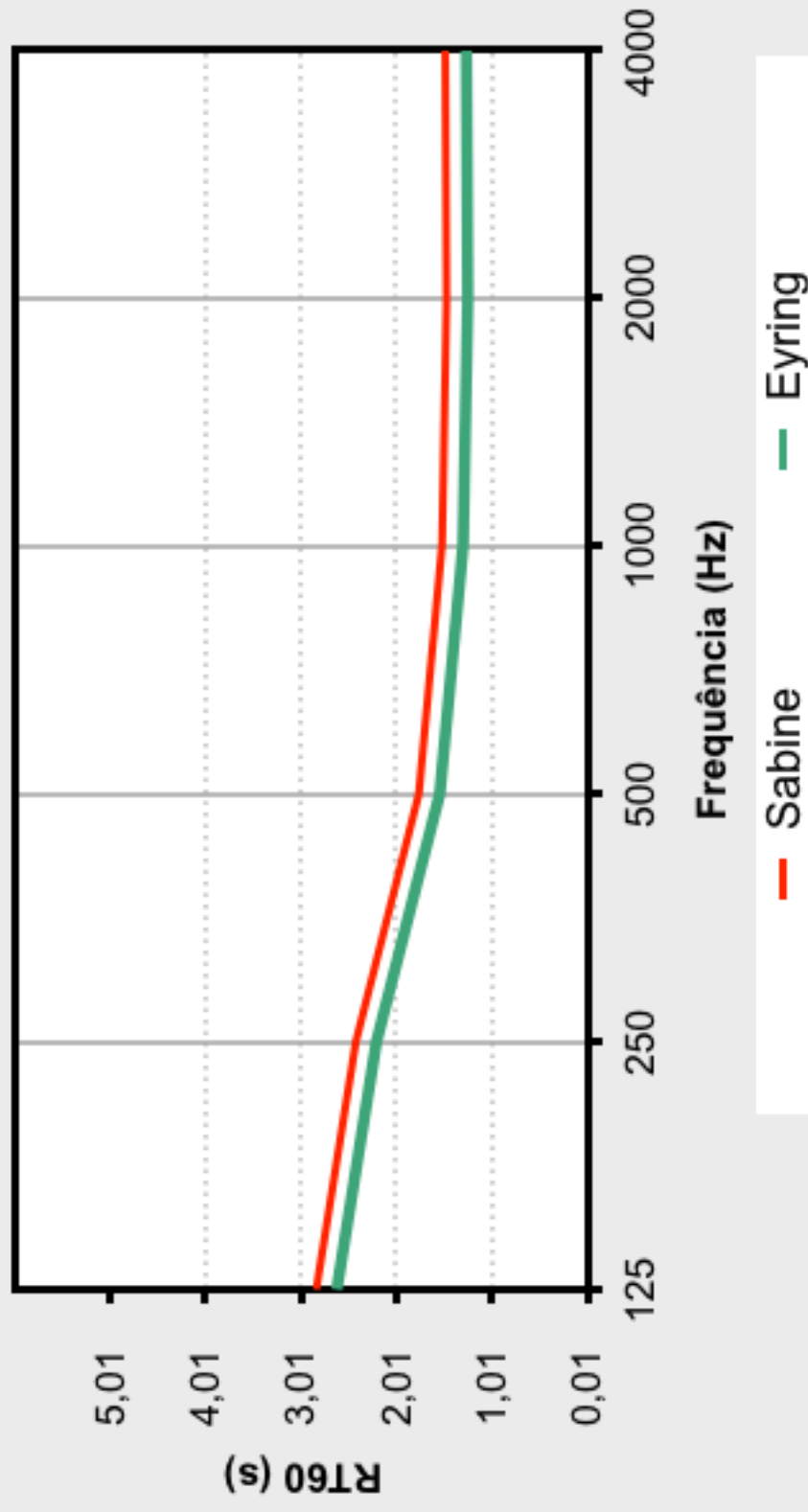
RT60 (Atual e com Público)



RT60 (Tratado e vazio)

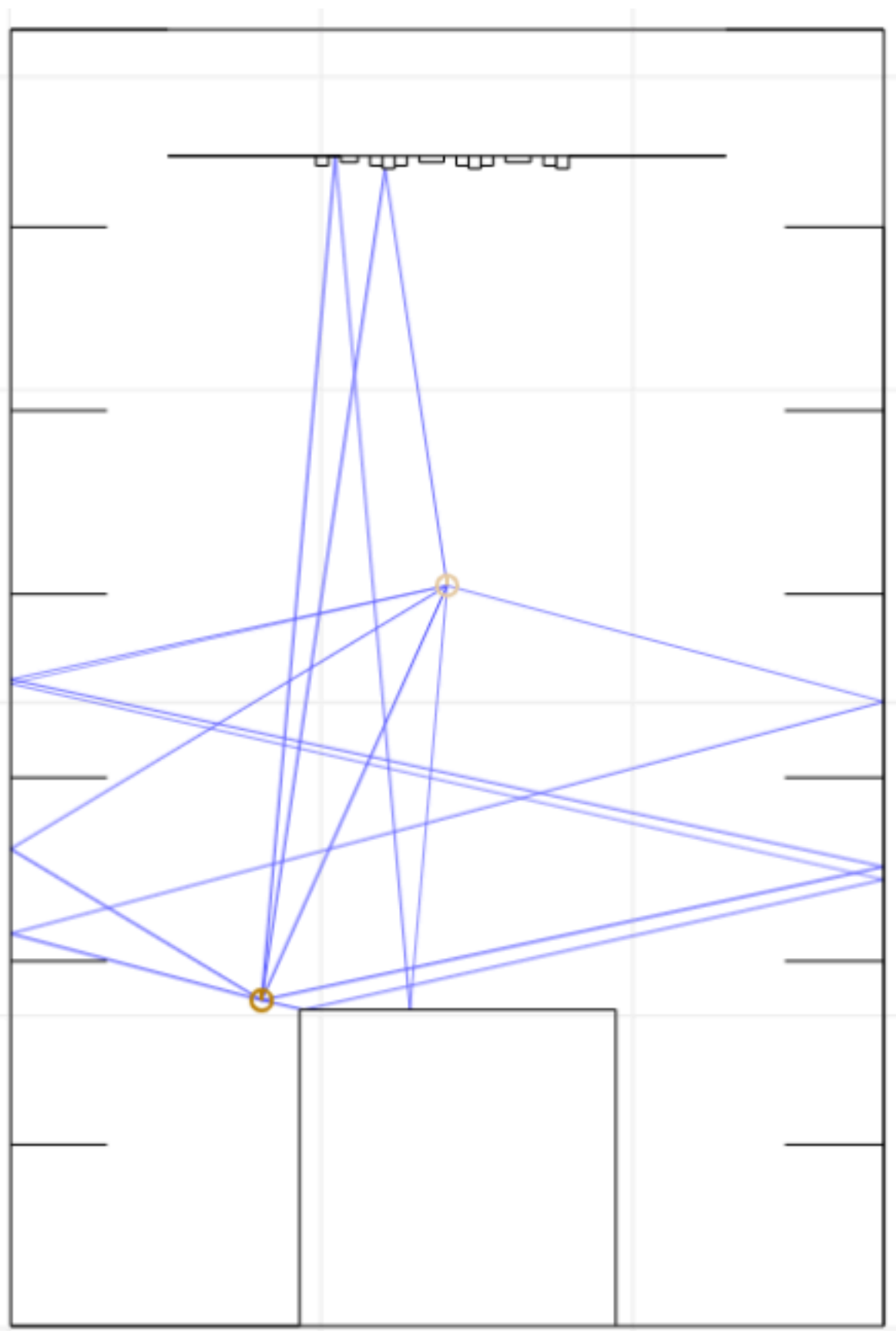


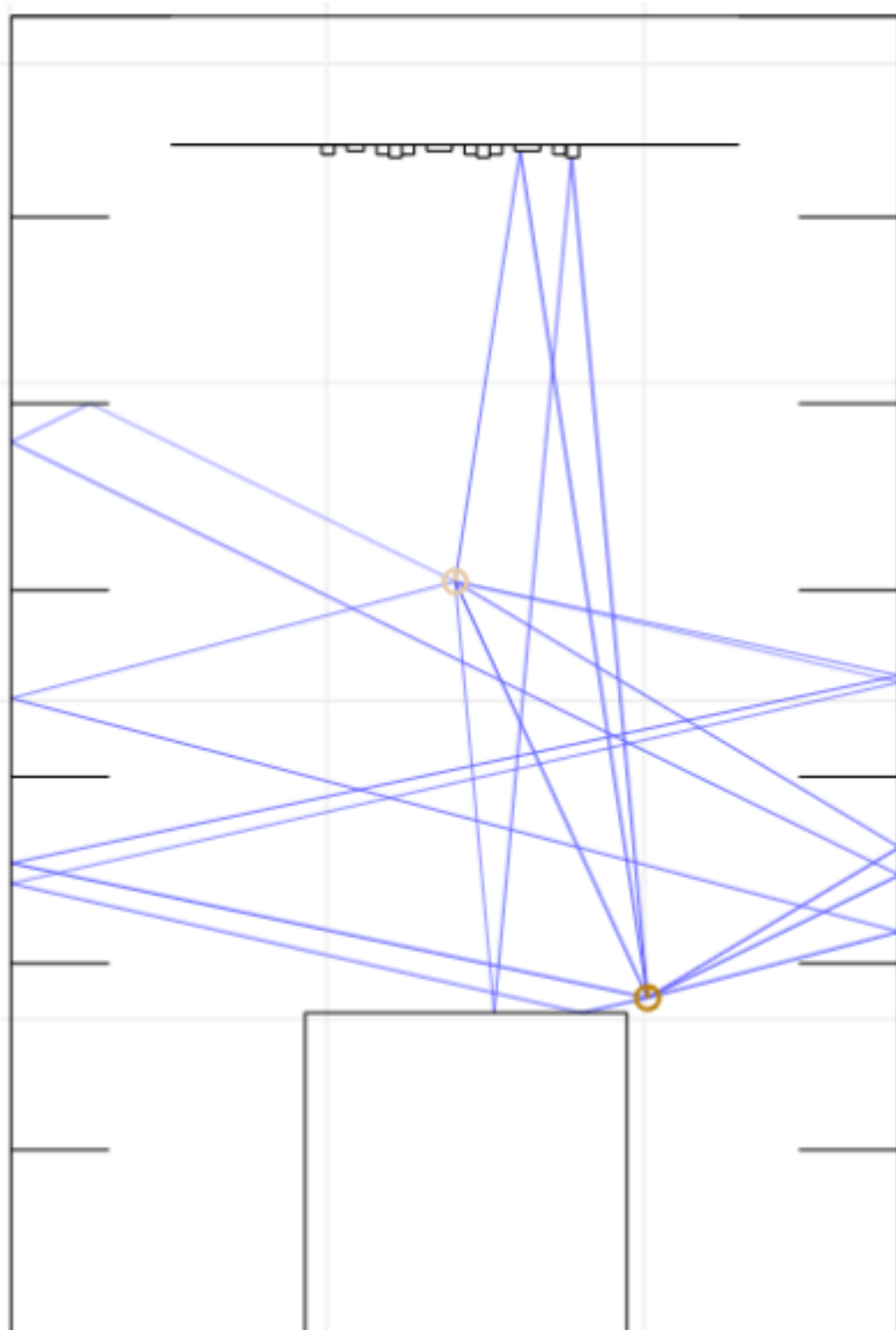
RT60 (Tratado e com Público)

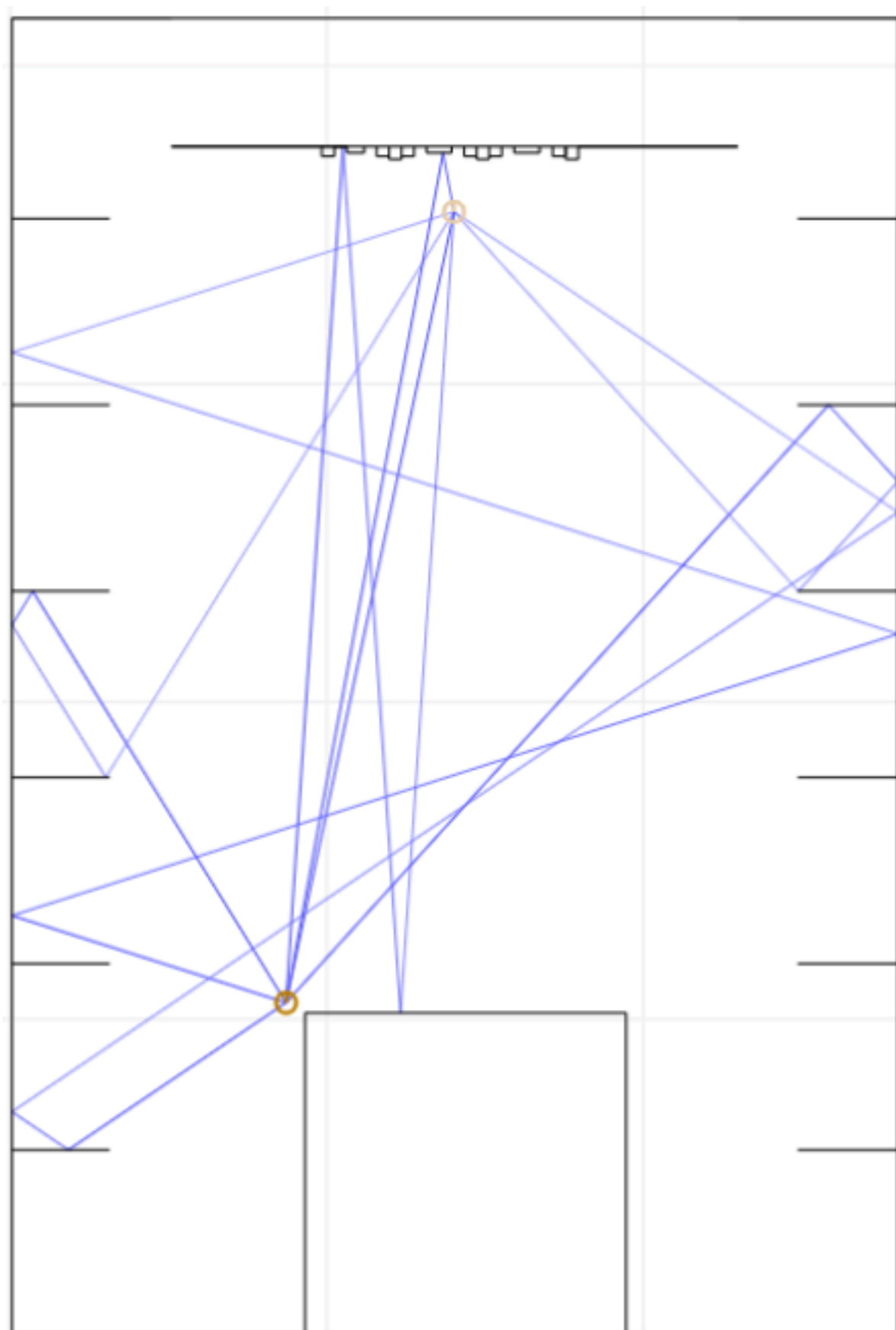


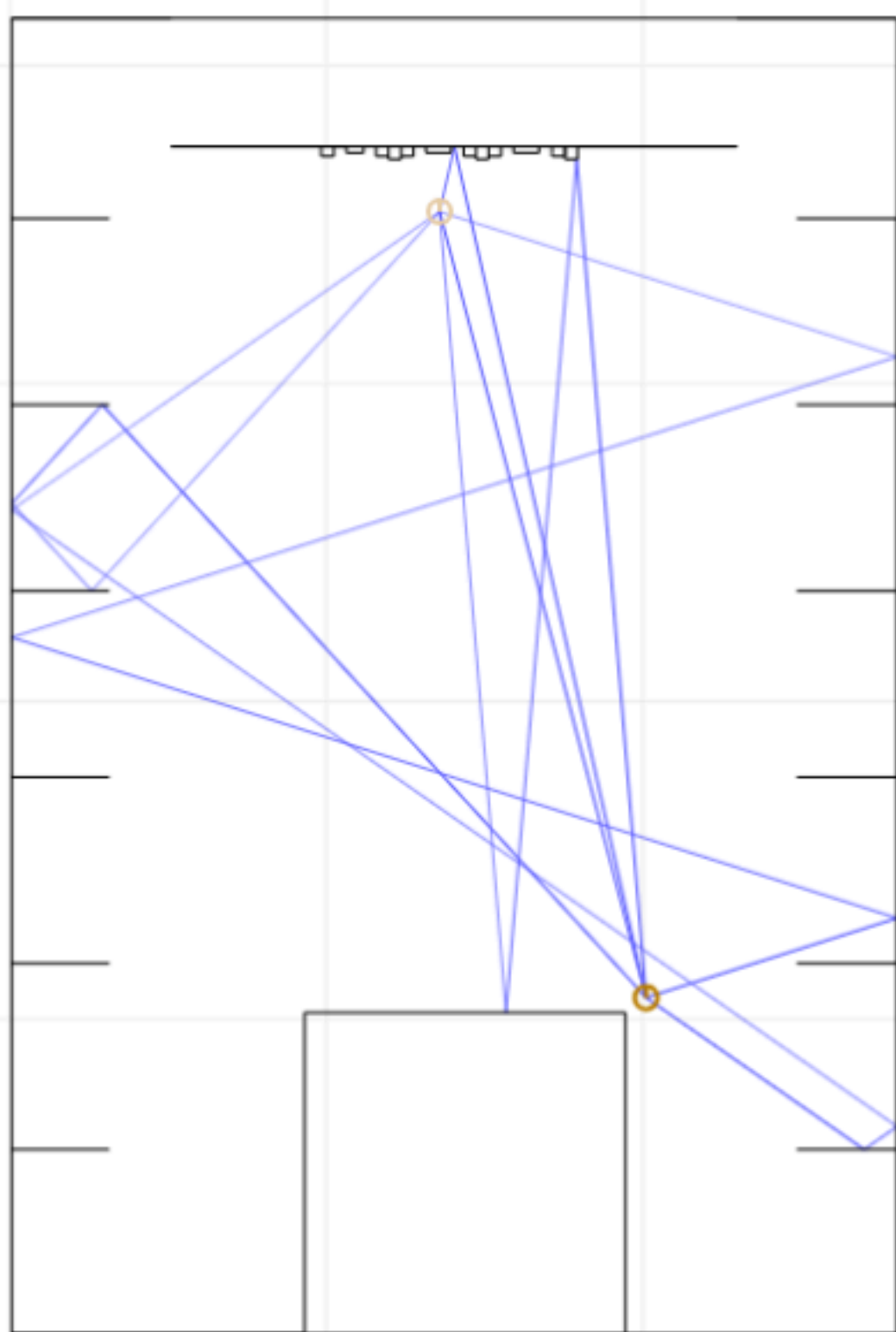
Raytrace

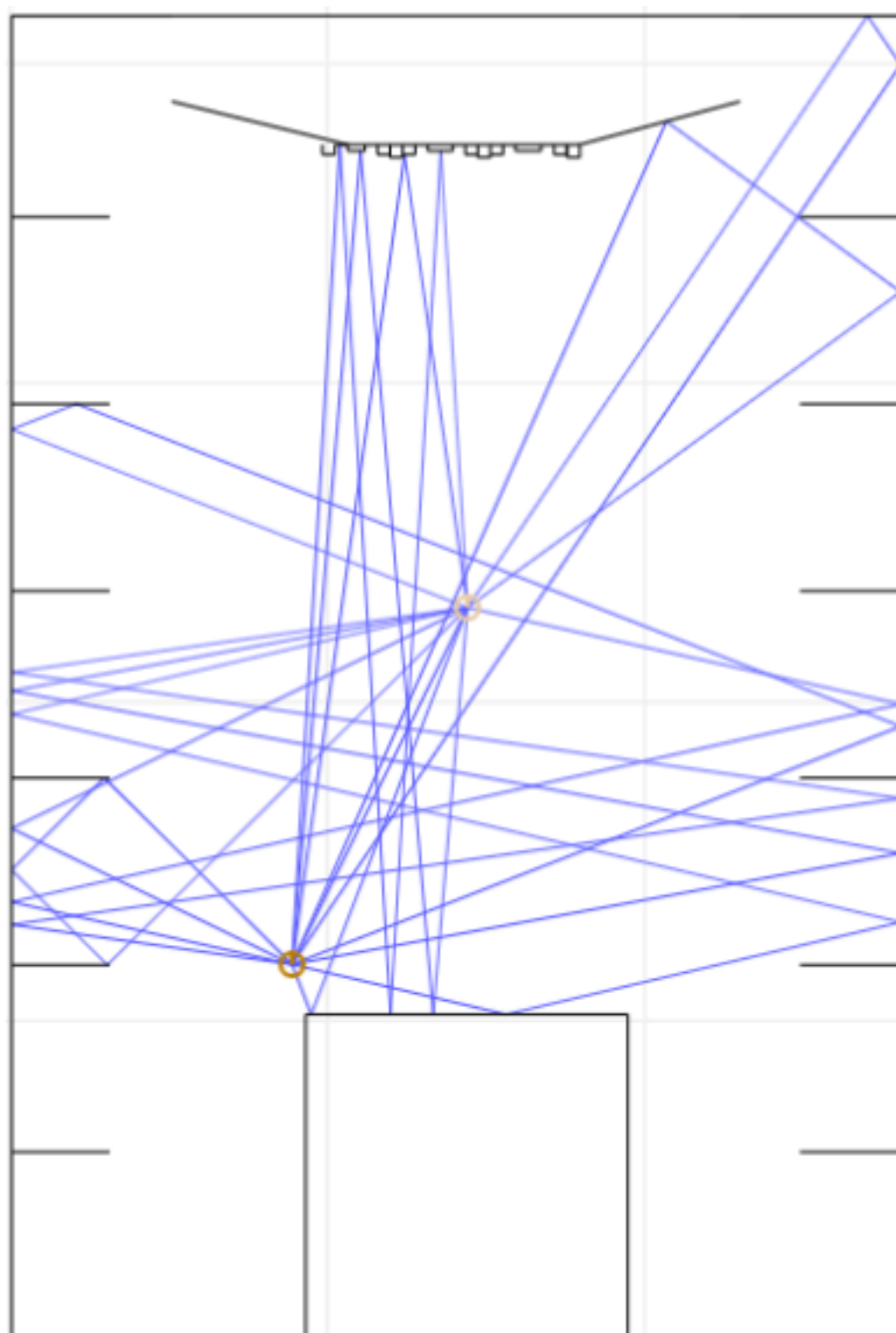
Espaço Arvoredos
Áudio&Acústica

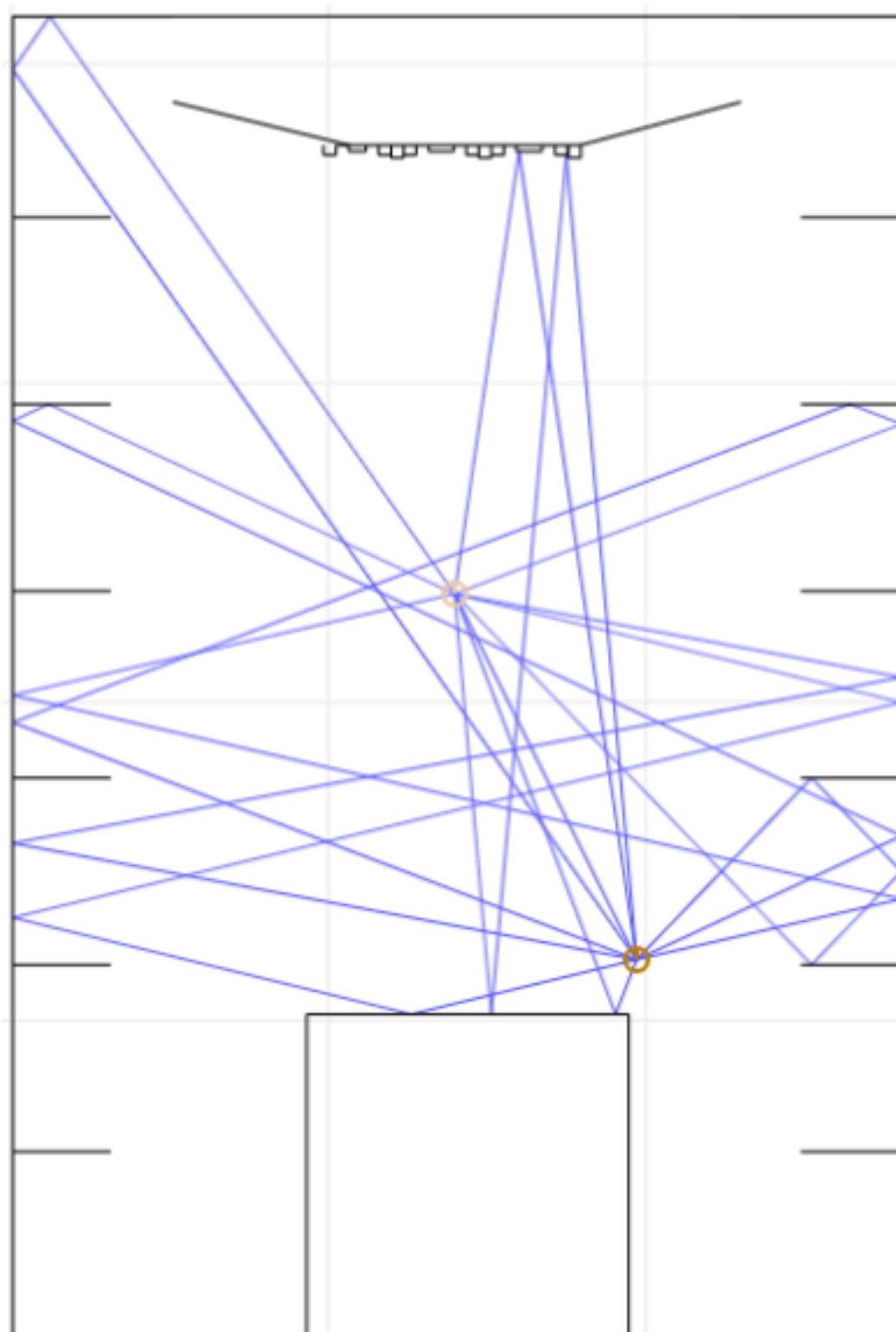


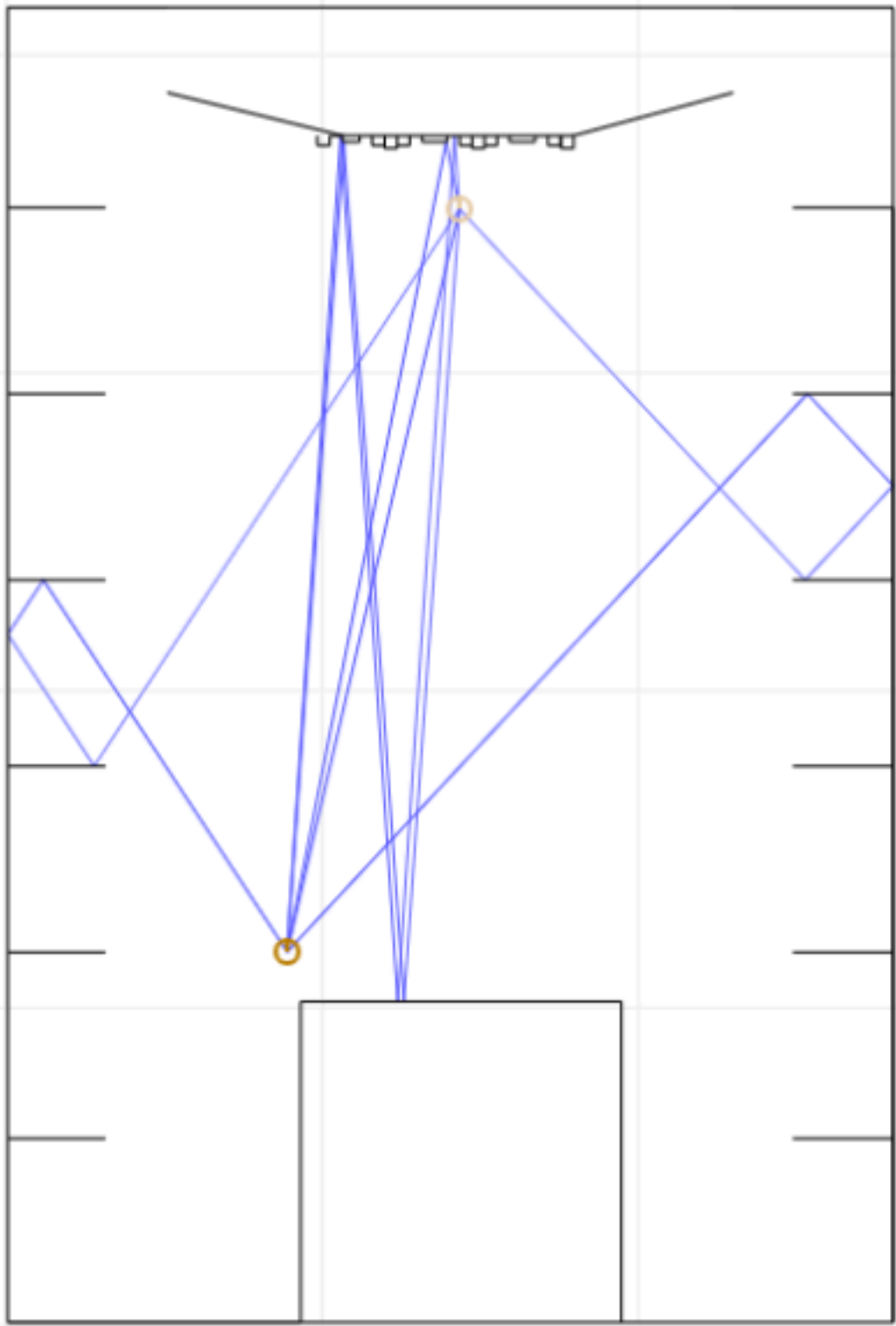


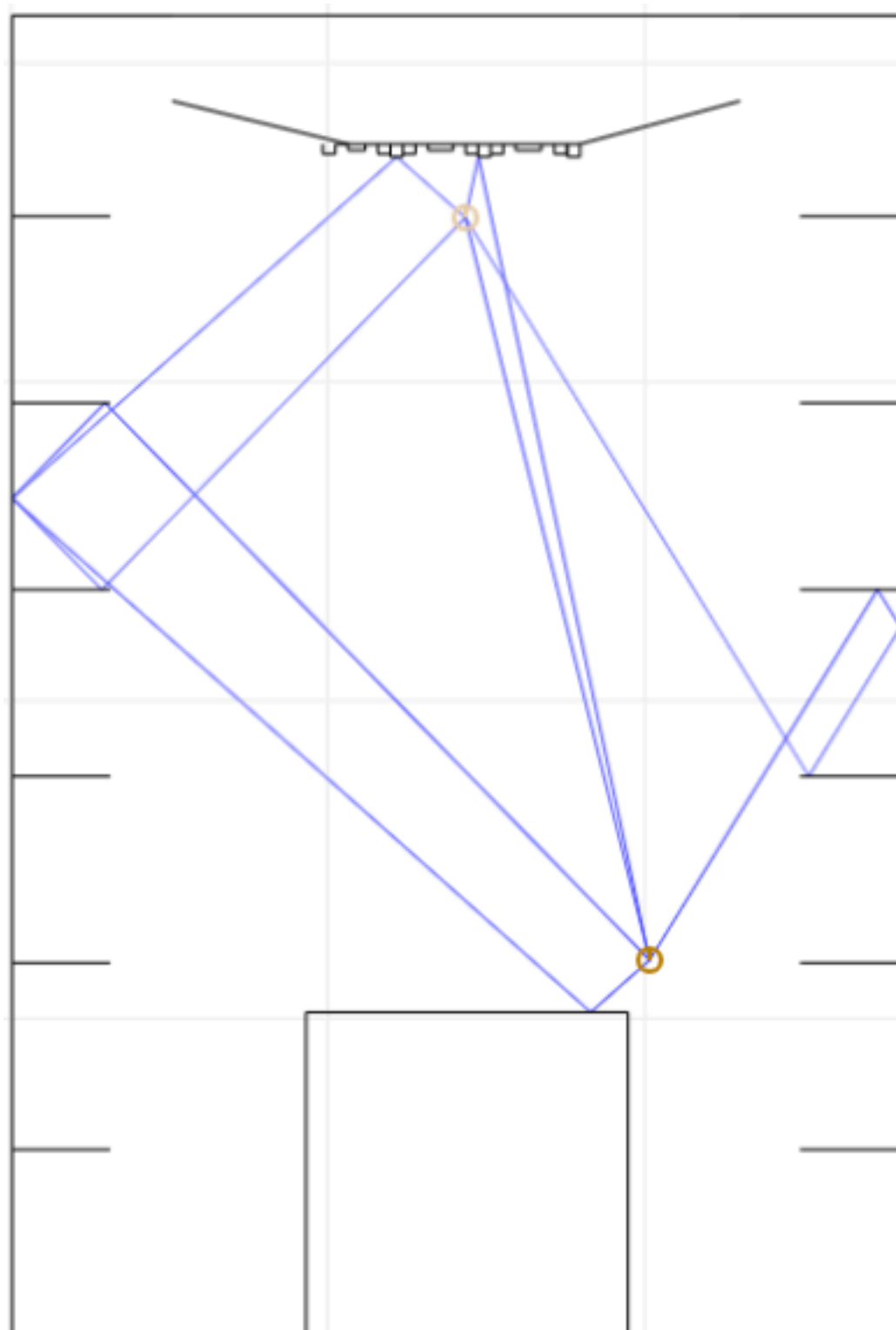


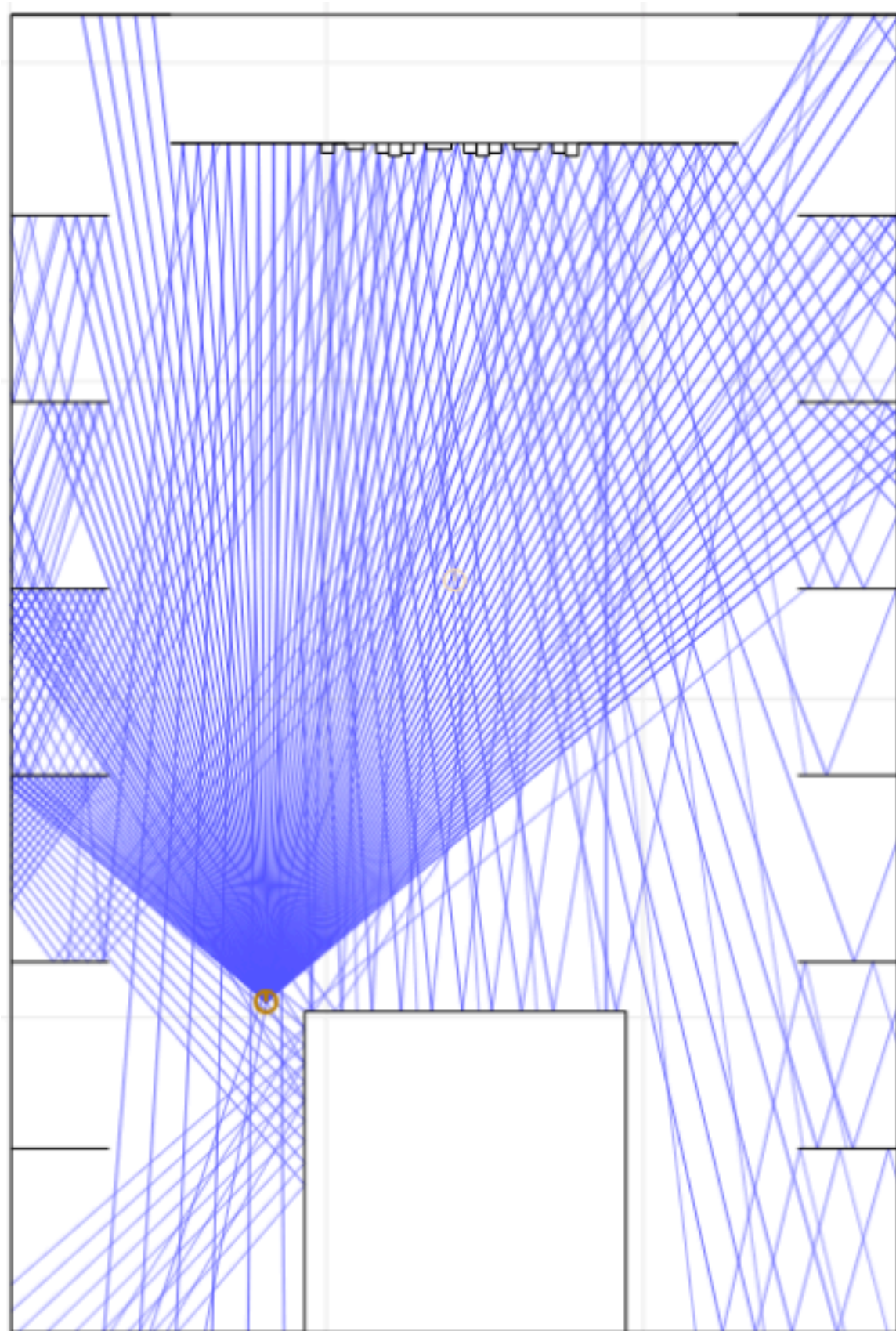


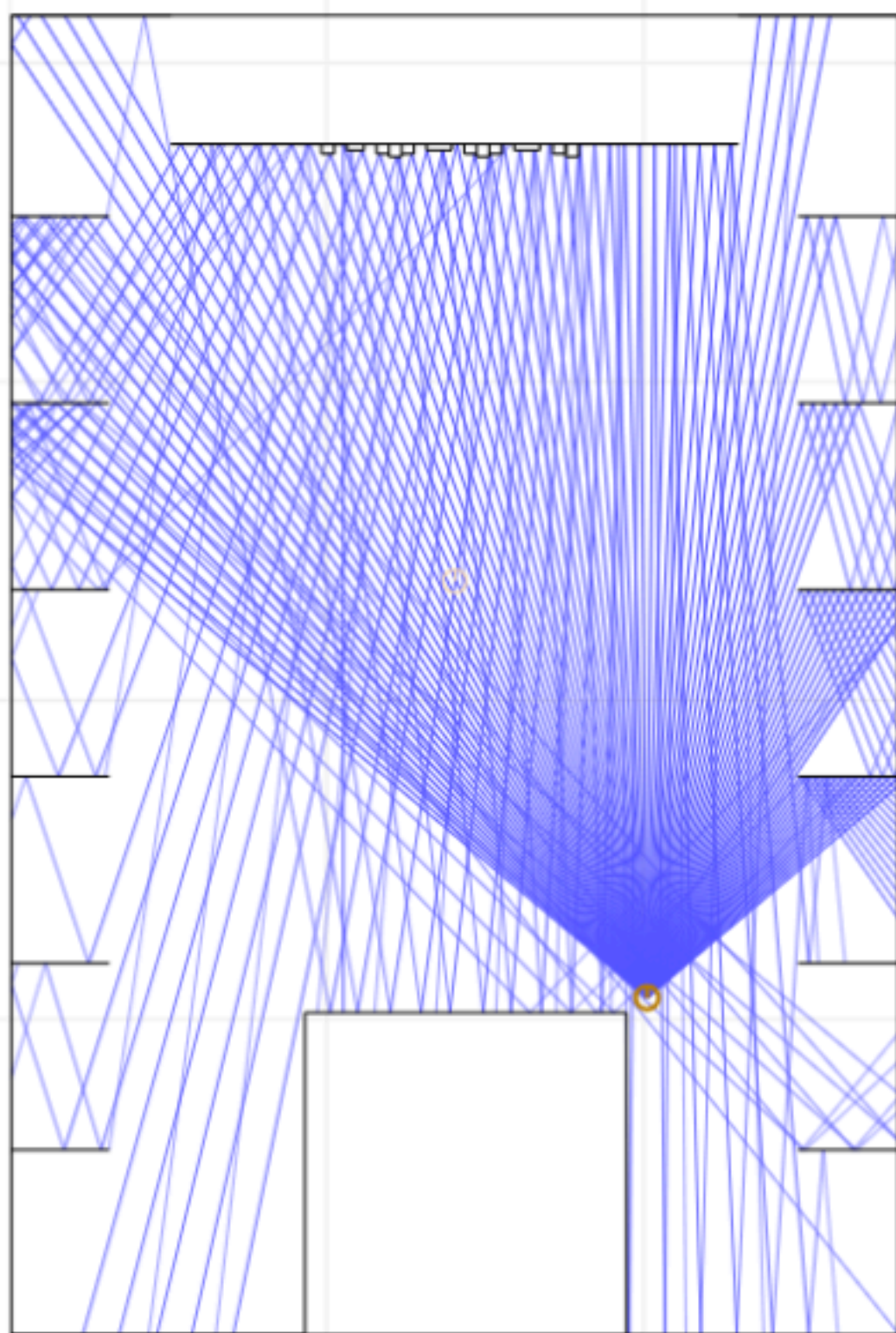


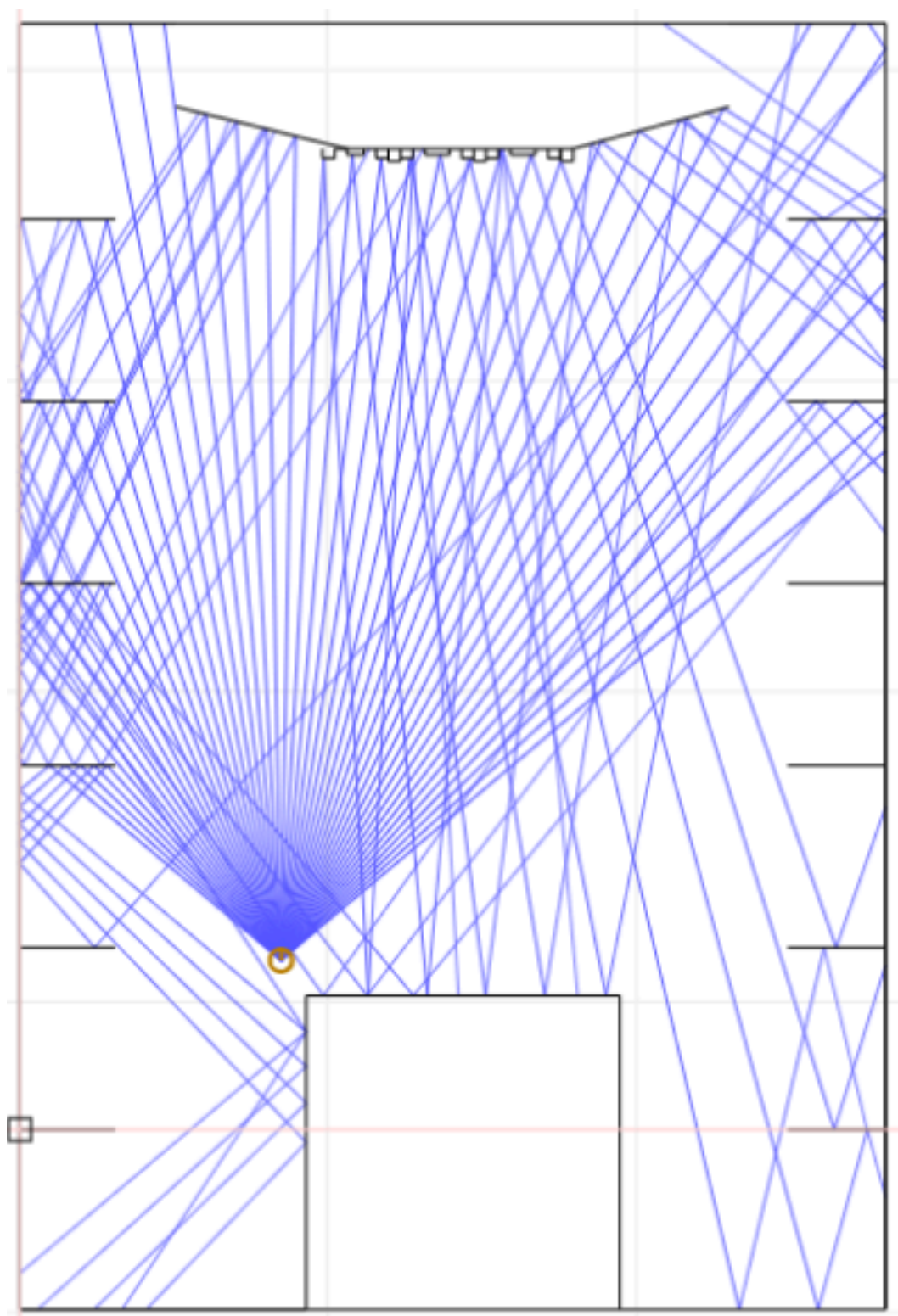


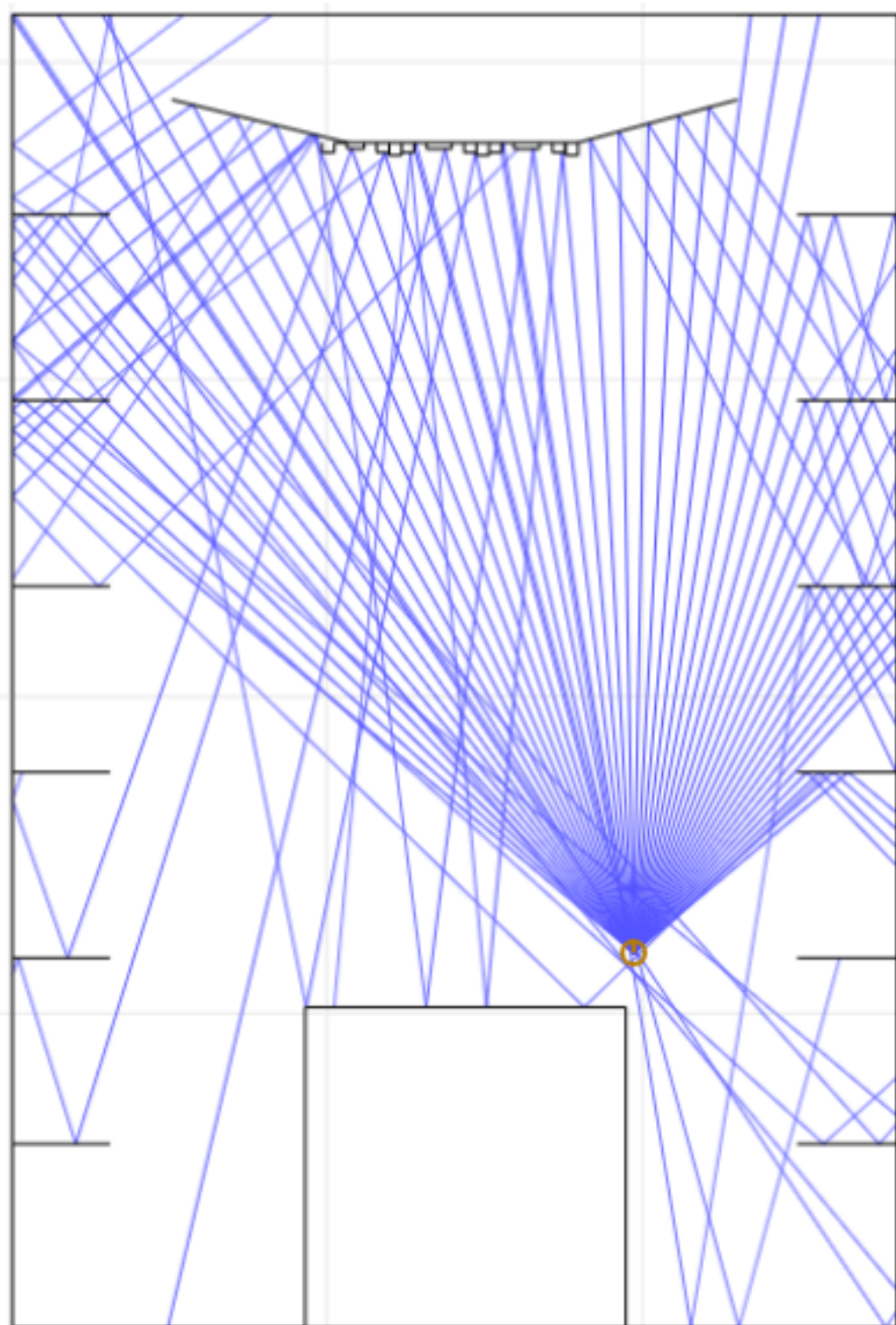






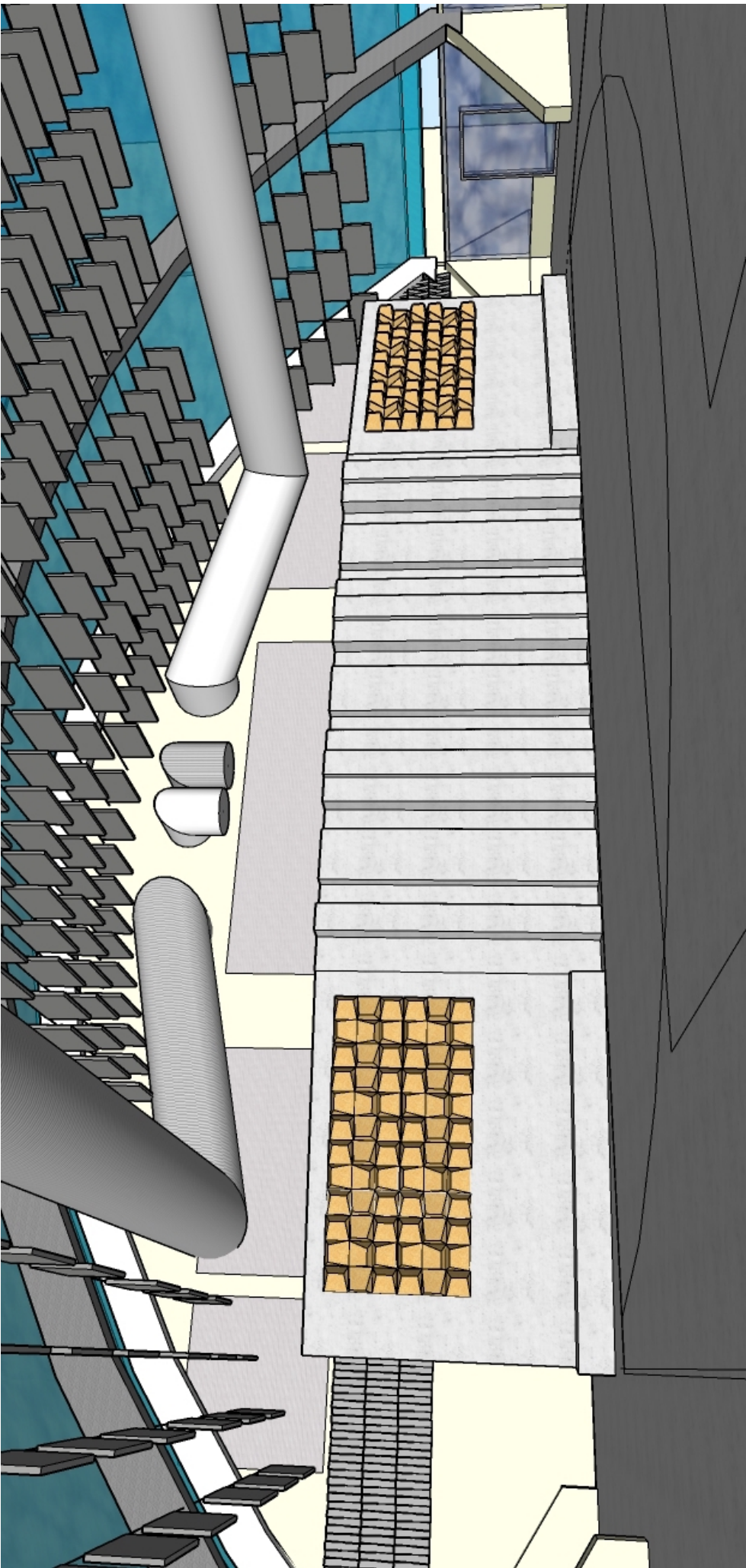


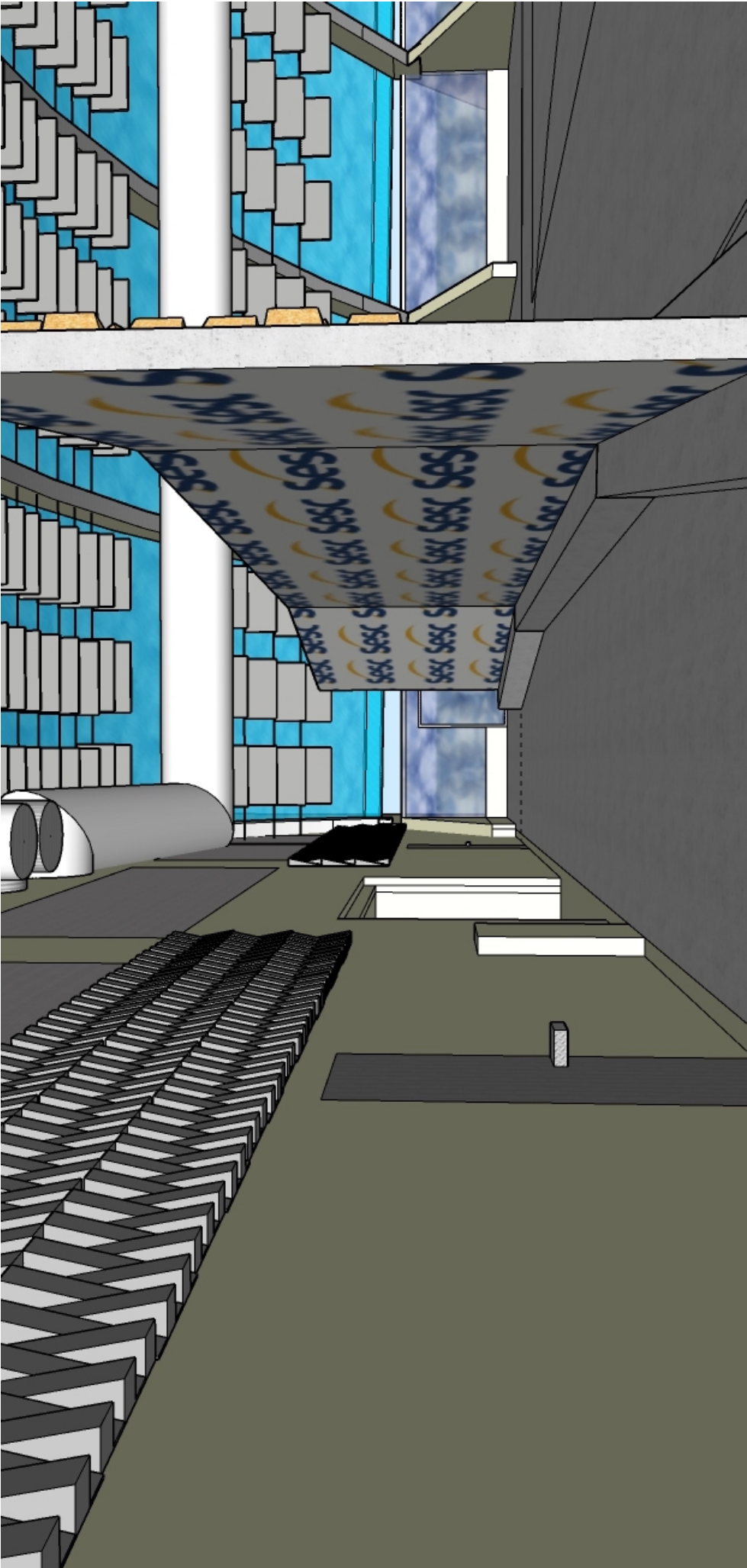




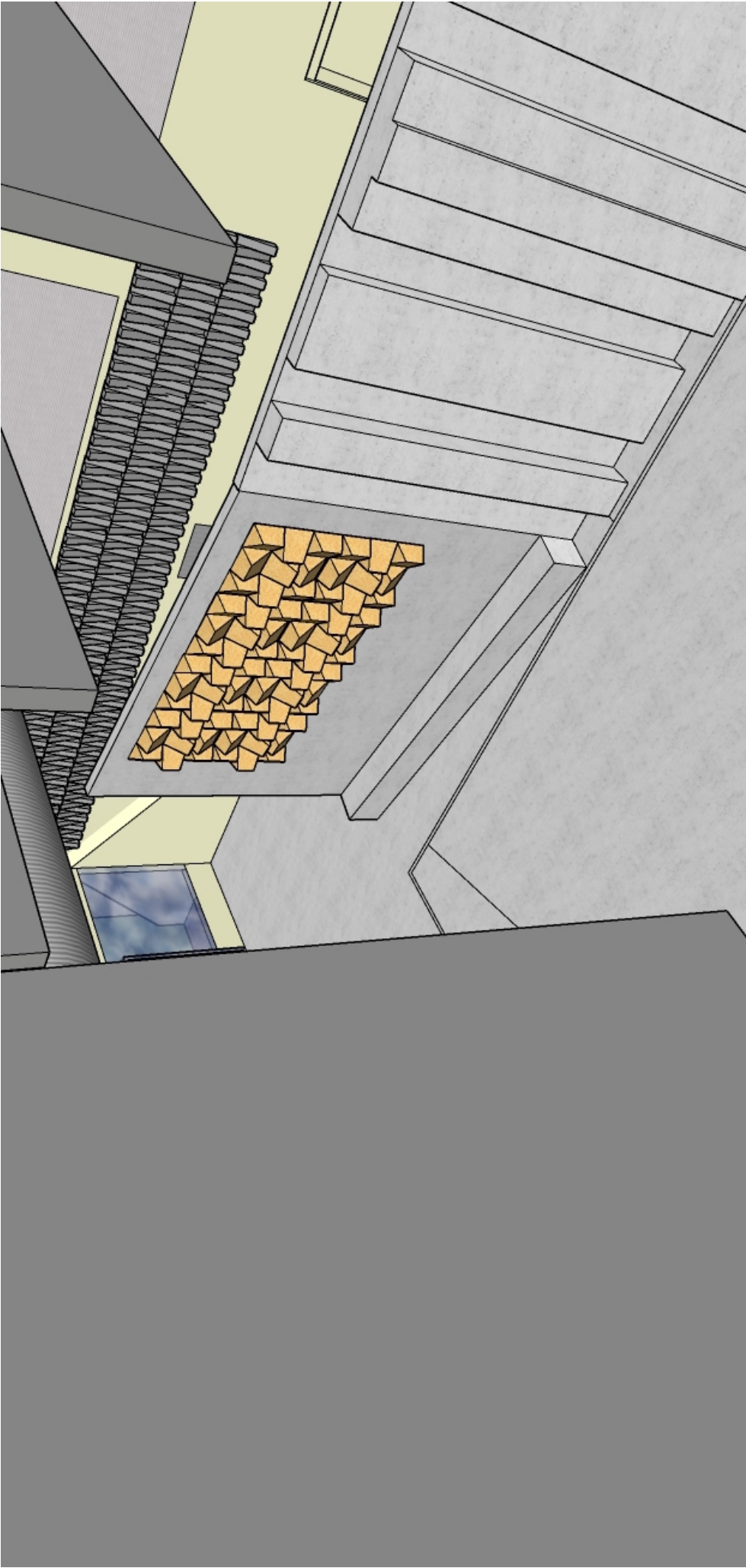
Parede Difusora

Espaço Arvoredo
Áudio&Acústica



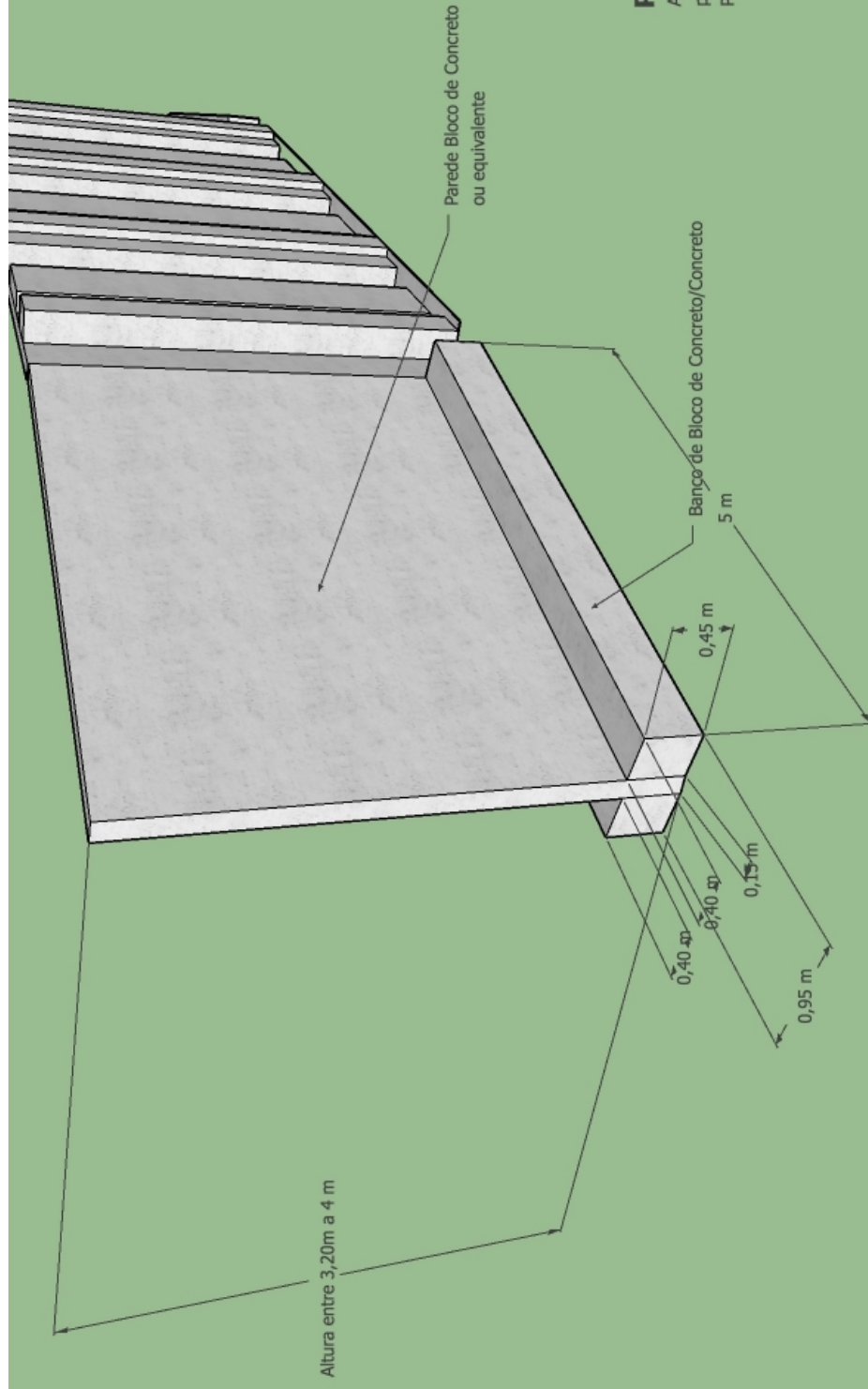


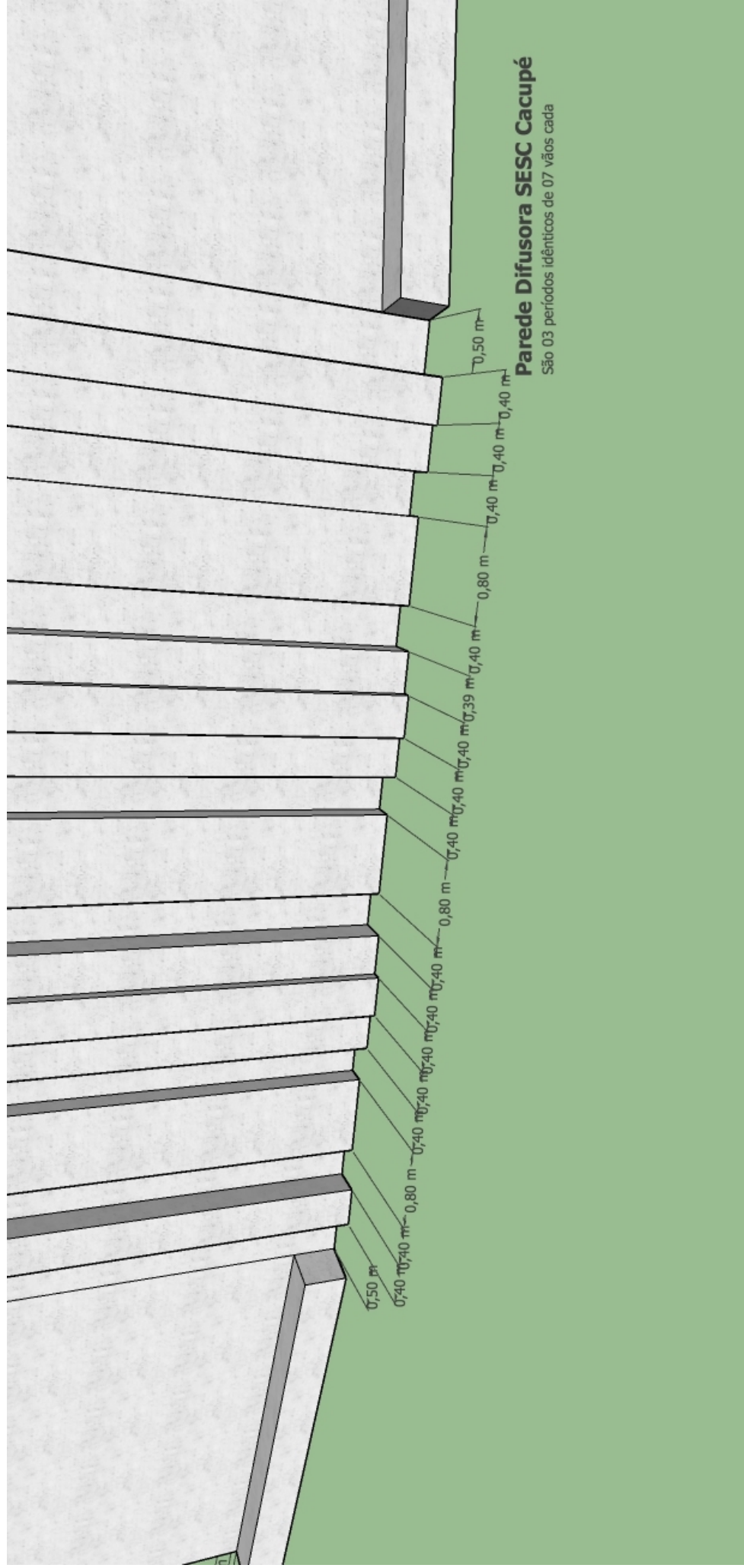


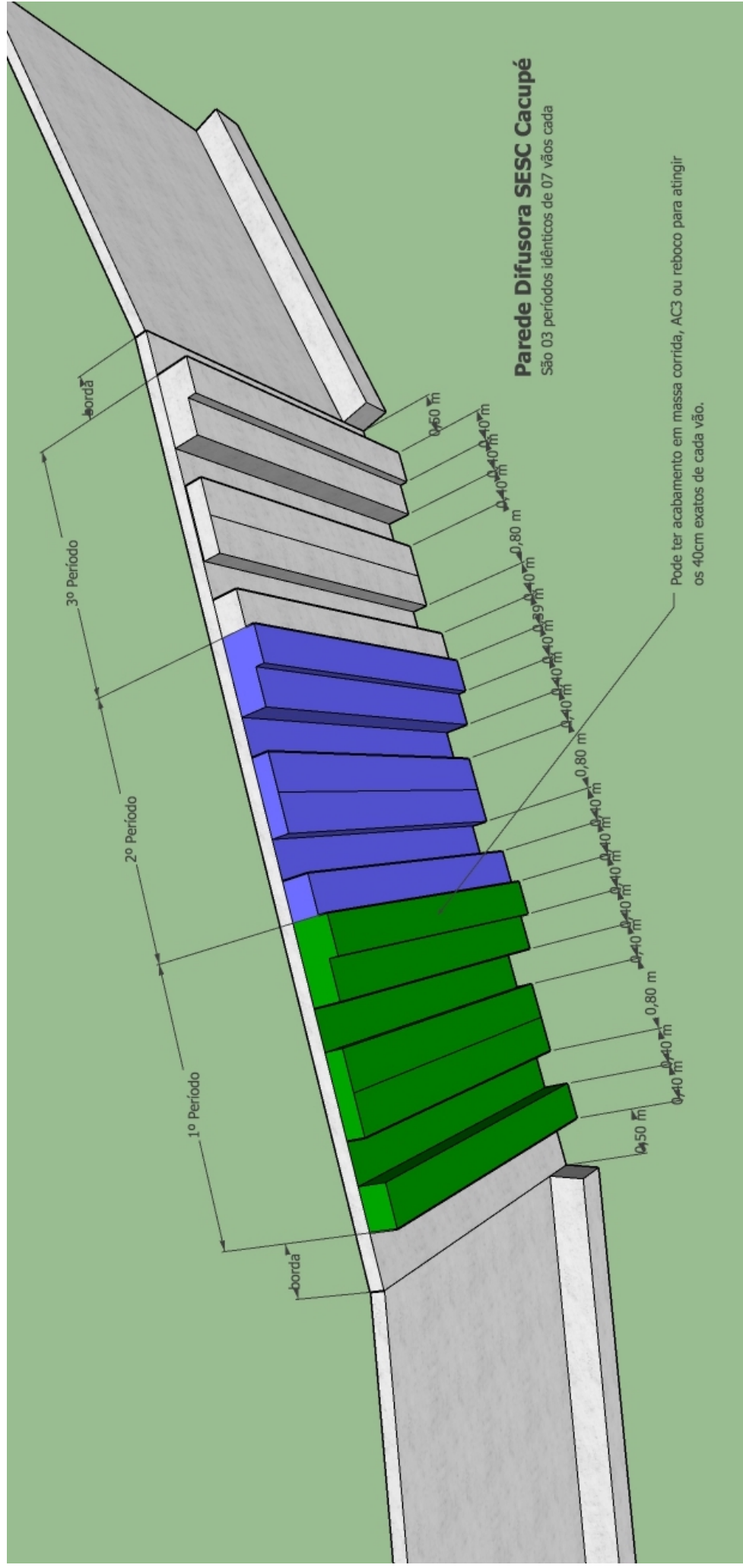


Parede Difusora SESC Cacupé

As duas extremidades desta
parede são simétricas
Possuem as mesmas dimensões







Difusor QRD

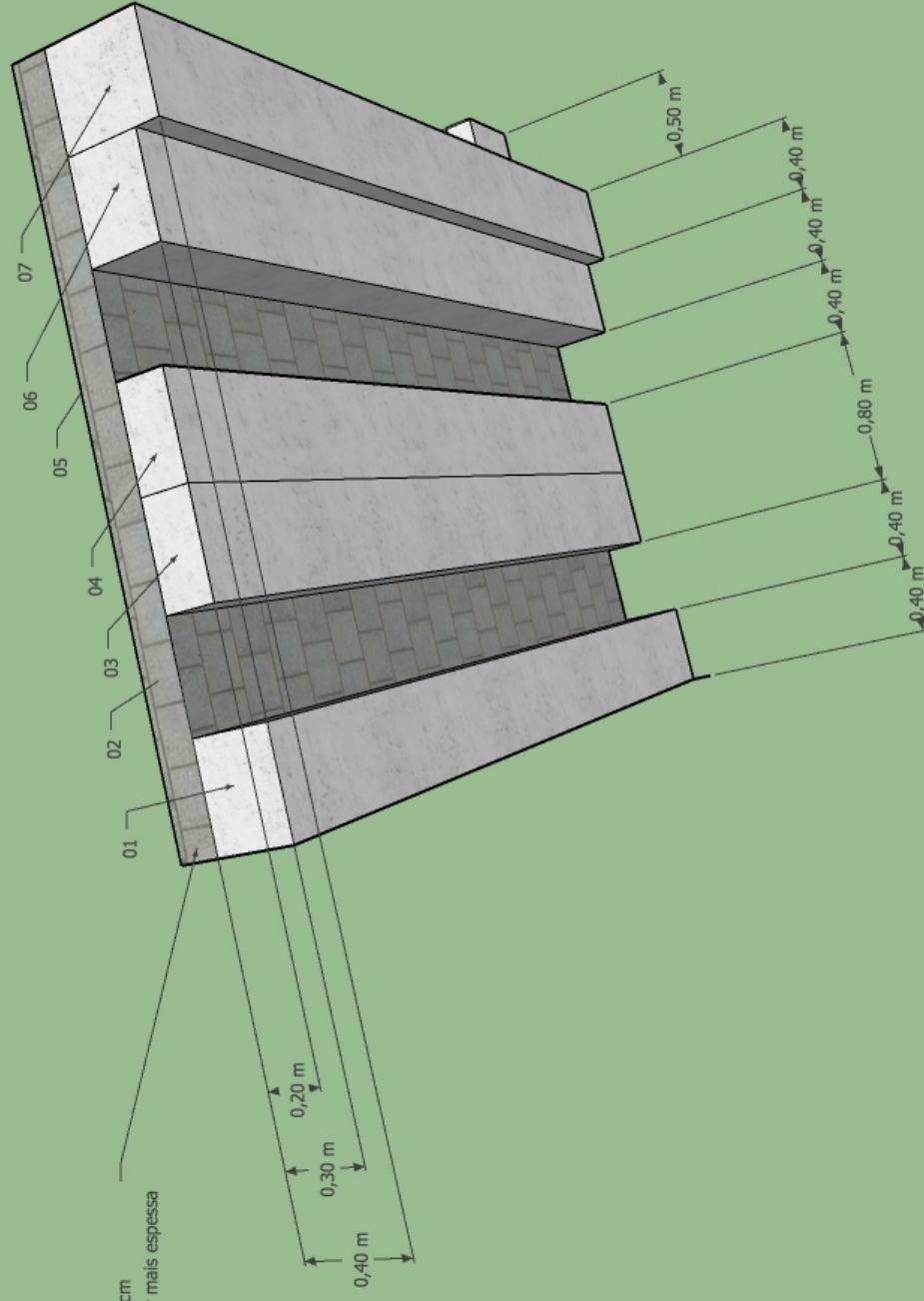
Detalhamento

Espaço Arvoredos
Áudio&Acústica

Parede de pelo menos 15cm de espessura

- 01: 30cm
02: 00cm
03: 20cm
04: 20cm
05: 00cm
06: 30cm
07: 40cm

Parede de 15cm
mas pode ser mais espessa



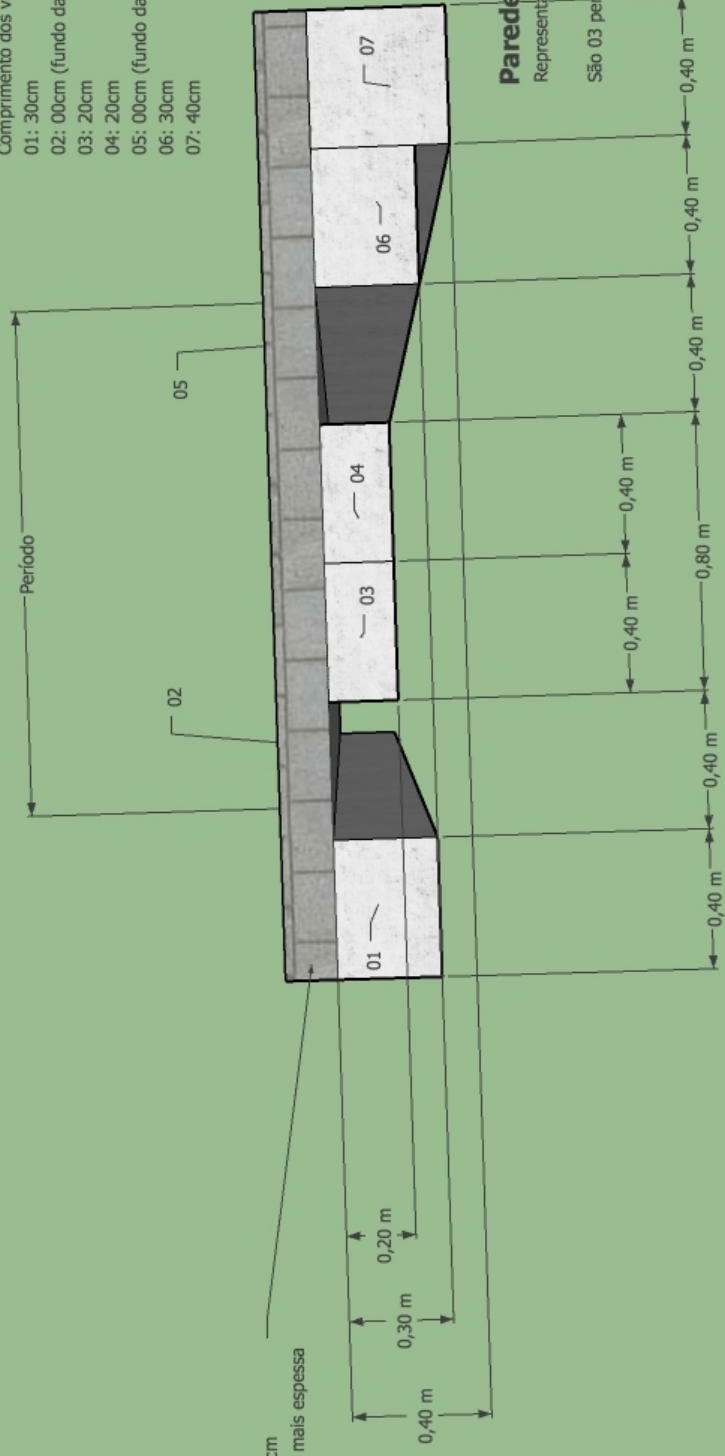
Parede Difusora SESC Cacupé

Representação de 01 período

São 03 períodos idênticos de 07 vãos cada

Parede de pelo menos 15cm de espessura
Comprimento dos vãos até alcançar a parede

01: 30cm
02: 00cm (fundo da parede)
03: 20cm
04: 20cm
05: 00cm (fundo da parede)
06: 30cm
07: 40cm



Parede de 15cm
mas pode ser mais espessa

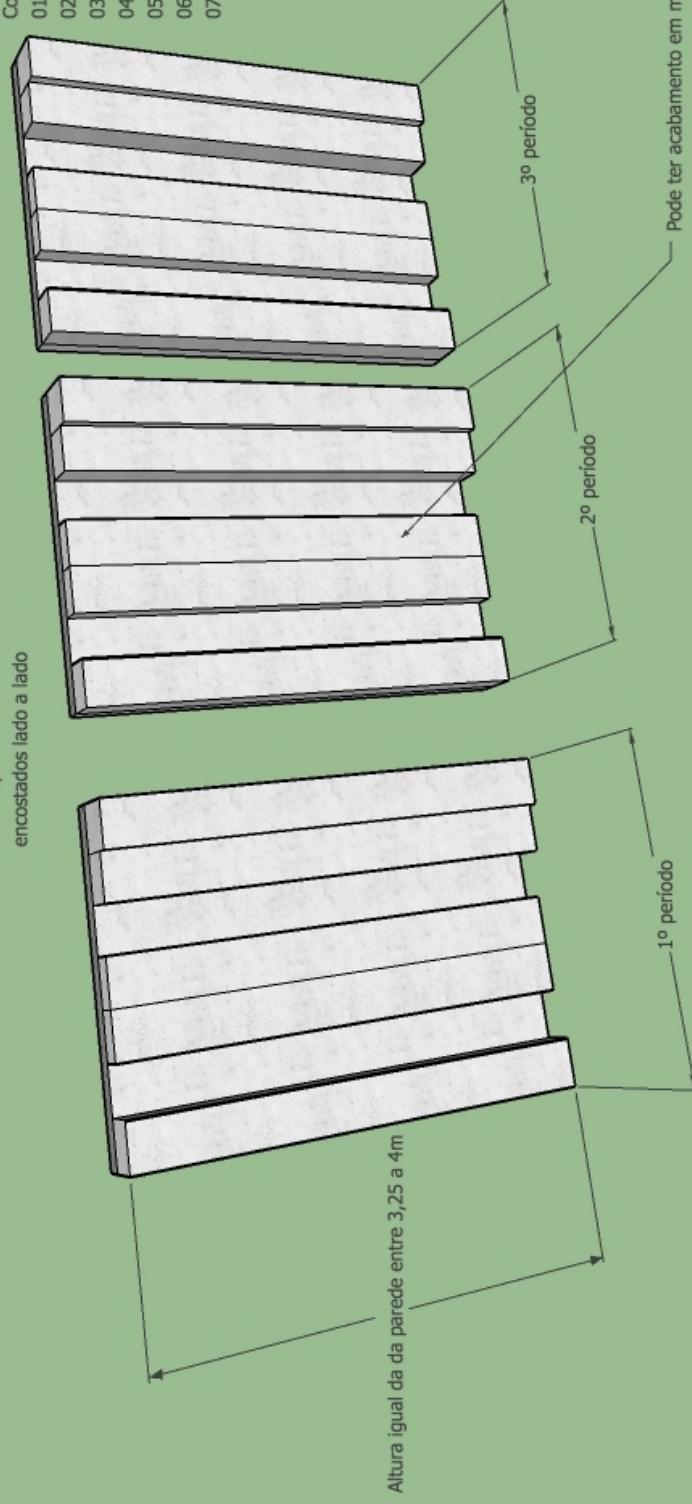
Parede Difusora SESC Cacupé
Representação de 01 período

São 03 períodos idênticos de 07 vãos cada

Parede de pelo menos 15cm de espessura
Comprimento dos vãos até alcançar a parede

01:	30cm
02:	00cm (fundo da parede)
03:	20cm
04:	20cm
05:	00cm (fundo da parede)
06:	30cm
07:	40cm

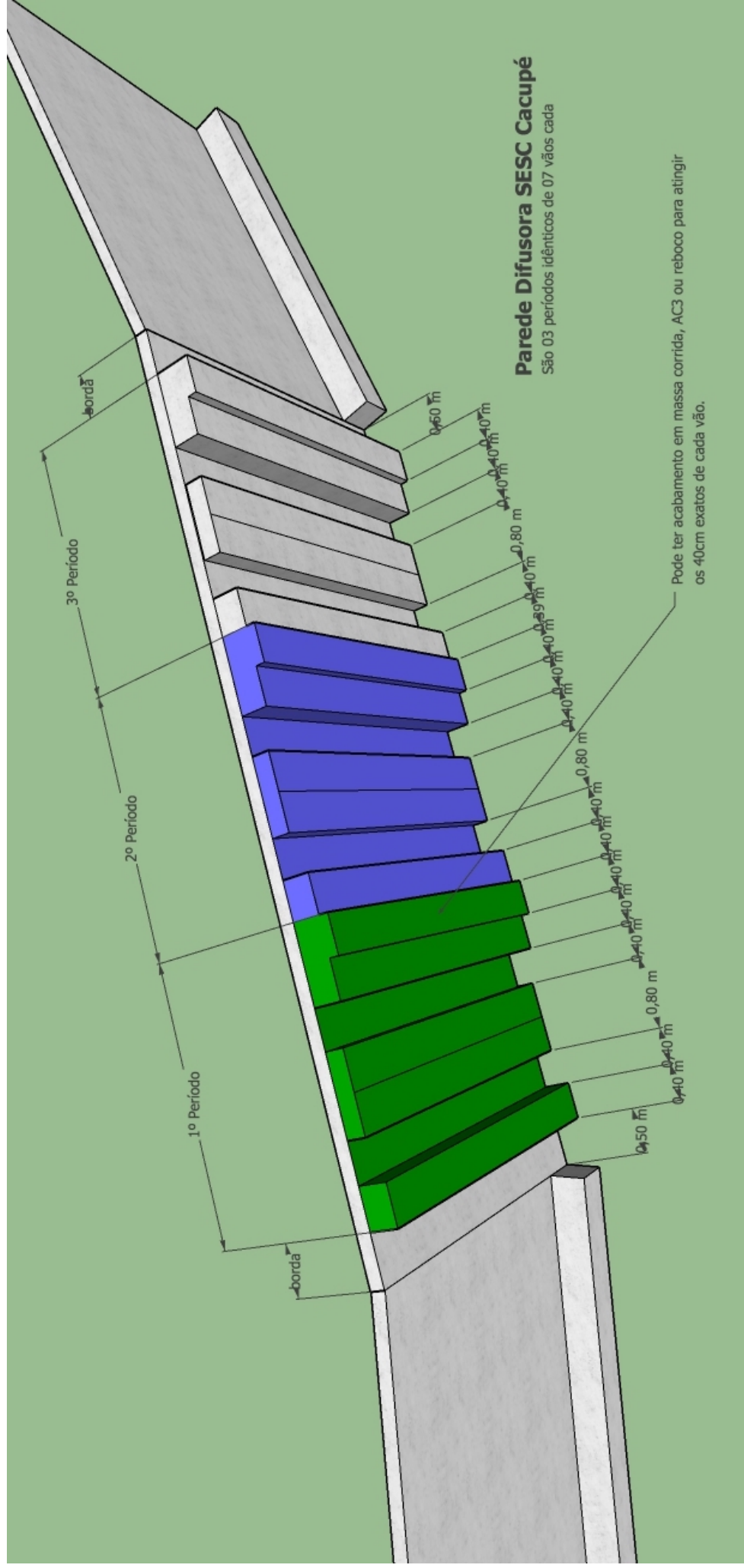
São 03 períodos idênticos de 07 vãos cada
encostados lado a lado



Parede Difusora SESC Cacupé

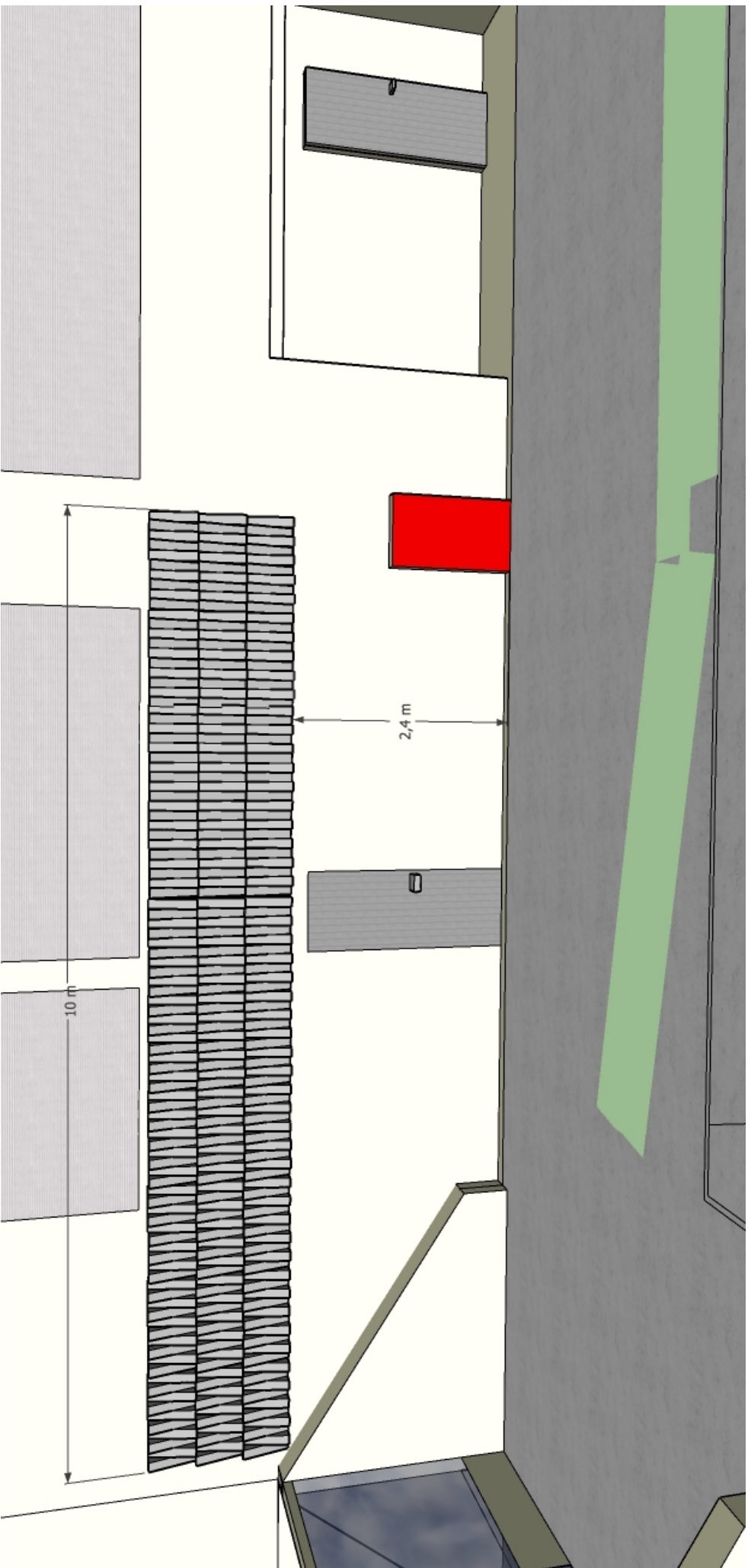
Pode ter acabamento em massa corrida, AC3 ou reboco para atingir os 40cm exatos de cada vão.

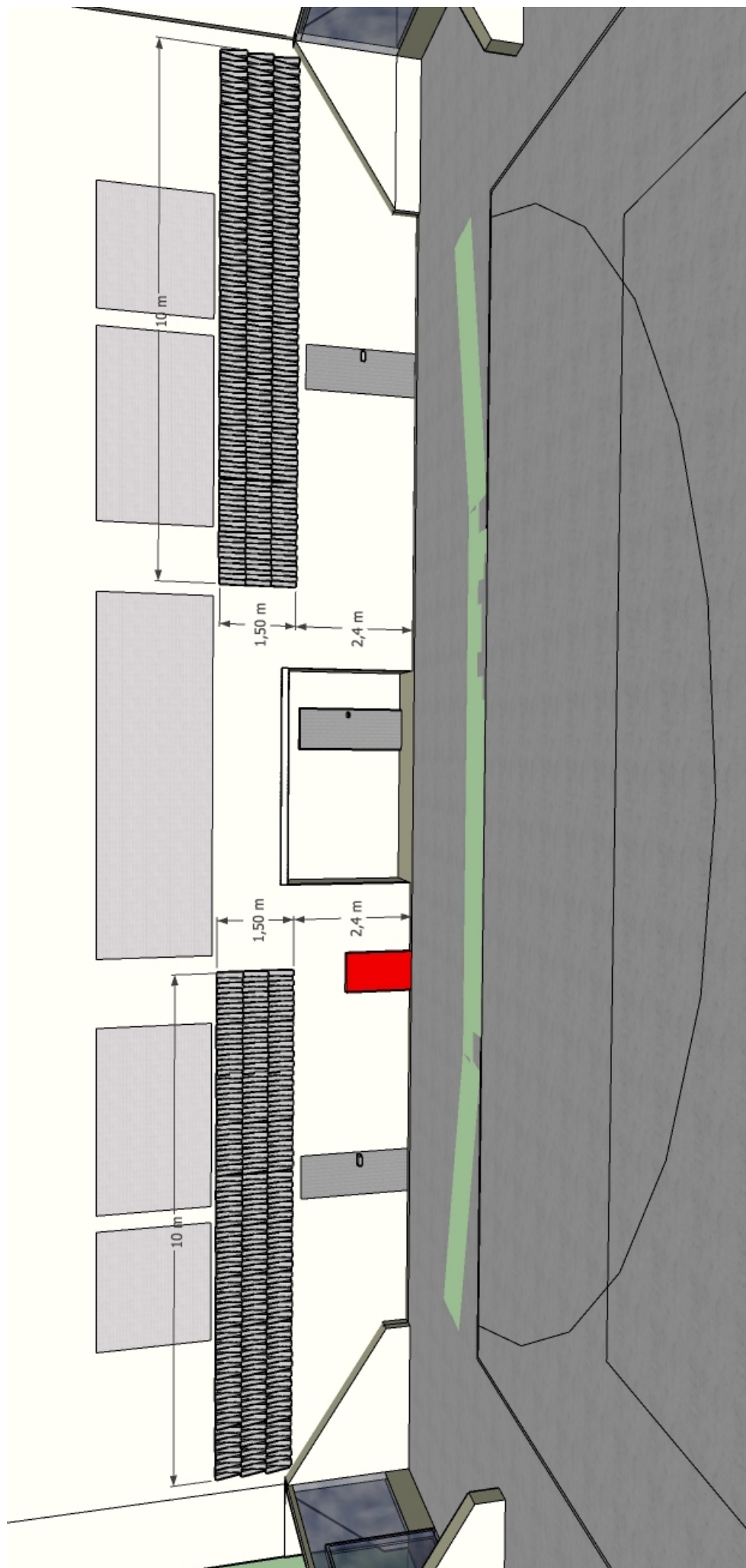
1º período = 2º período = 3º período

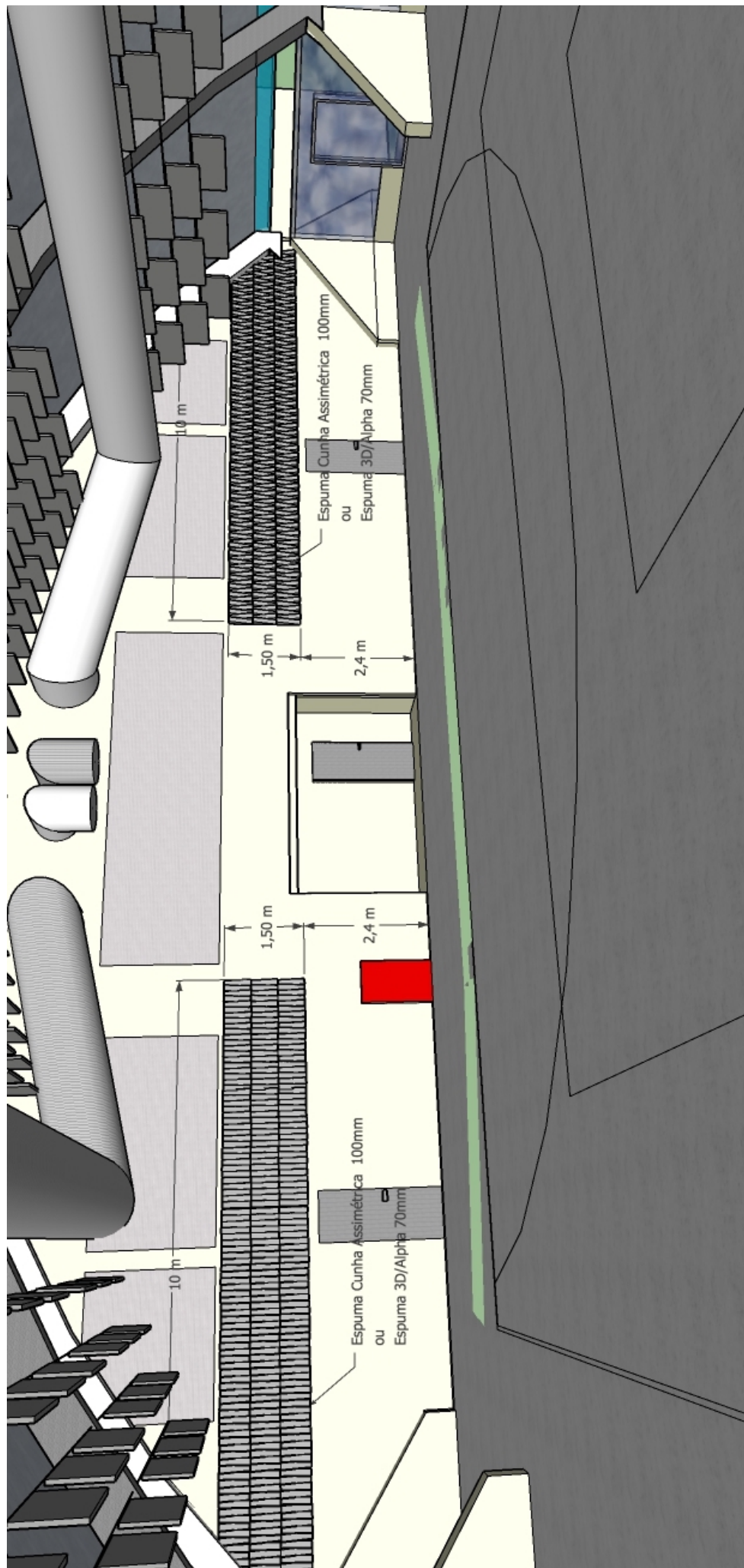


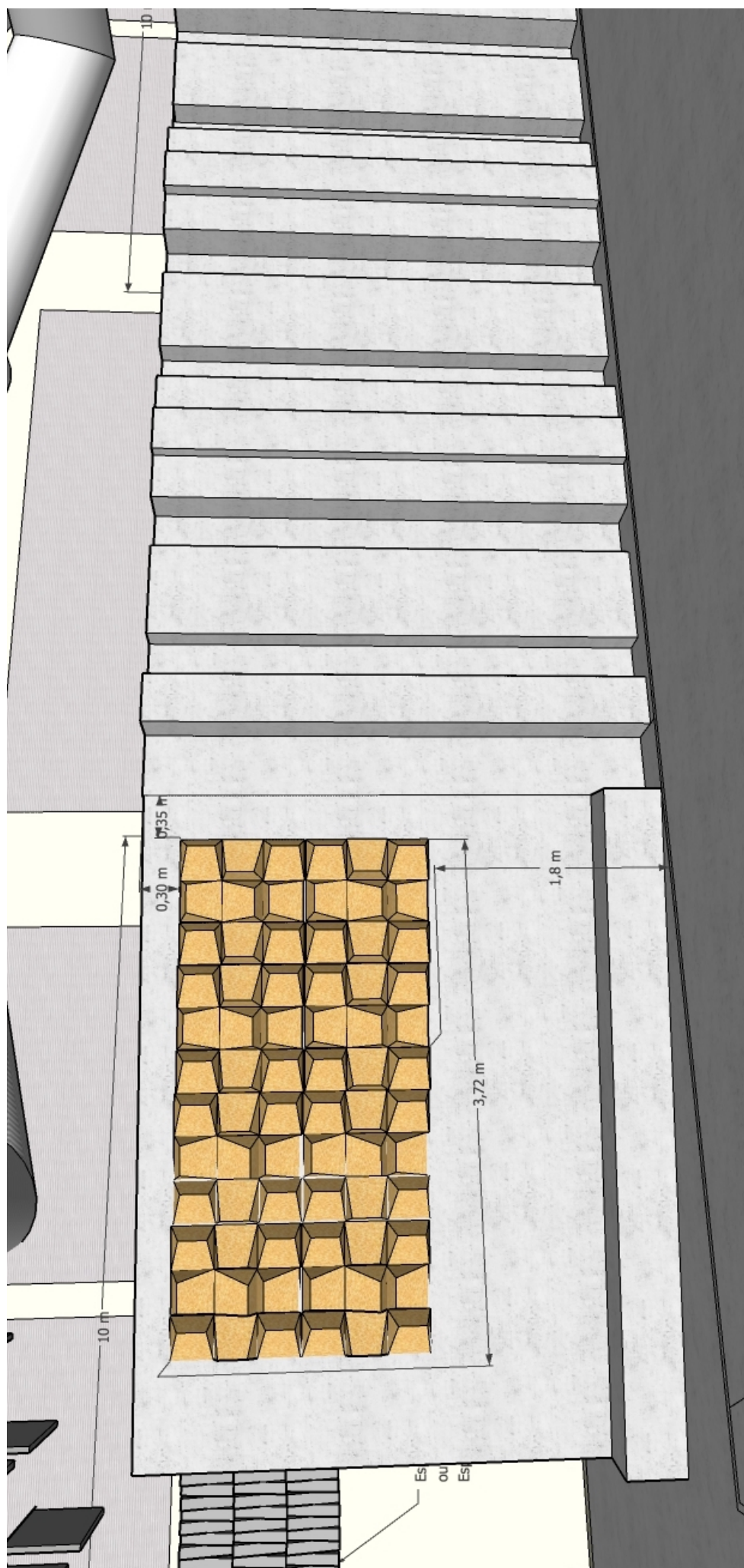
Absorção Acústica

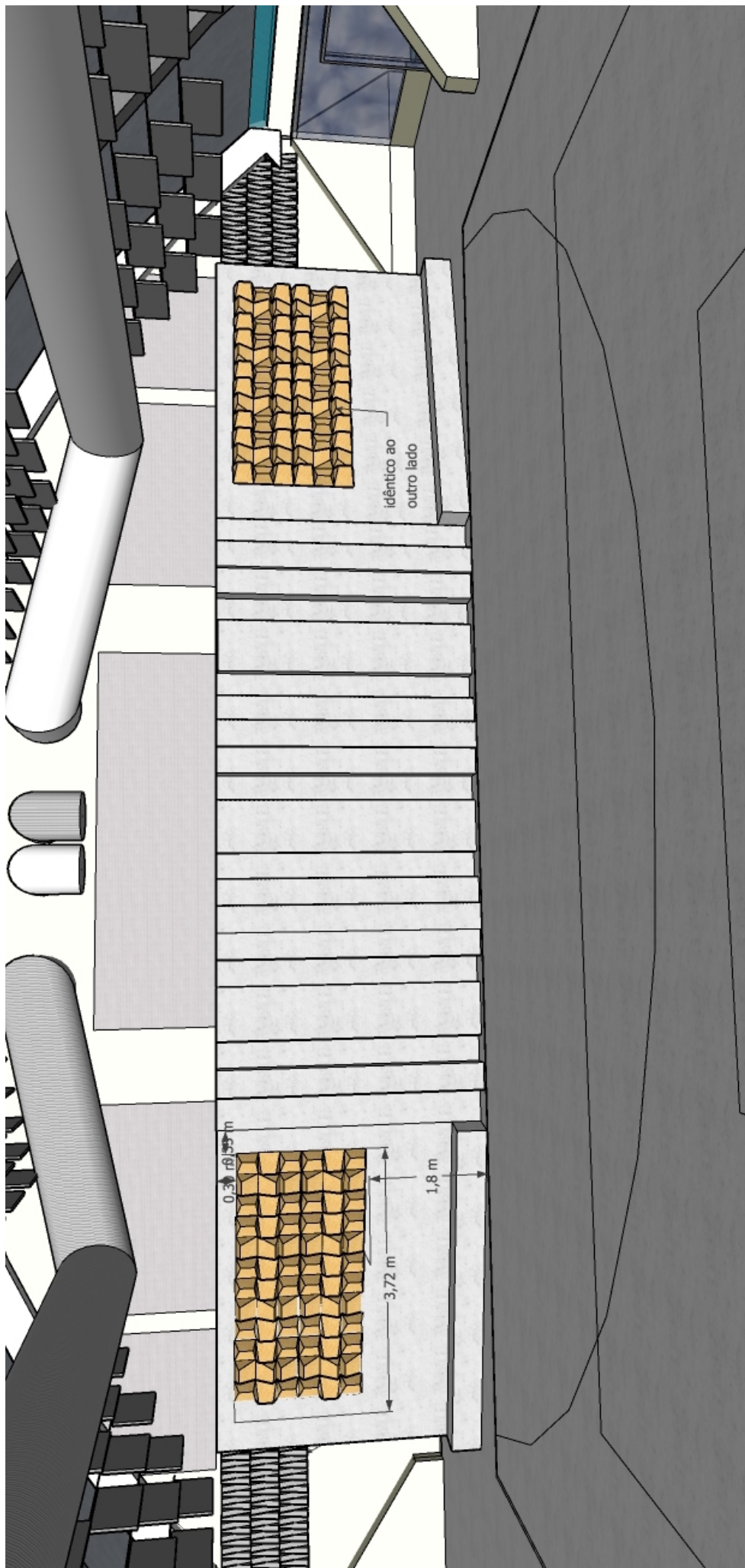
Espaço Arvoredó
Áudio&Acústica

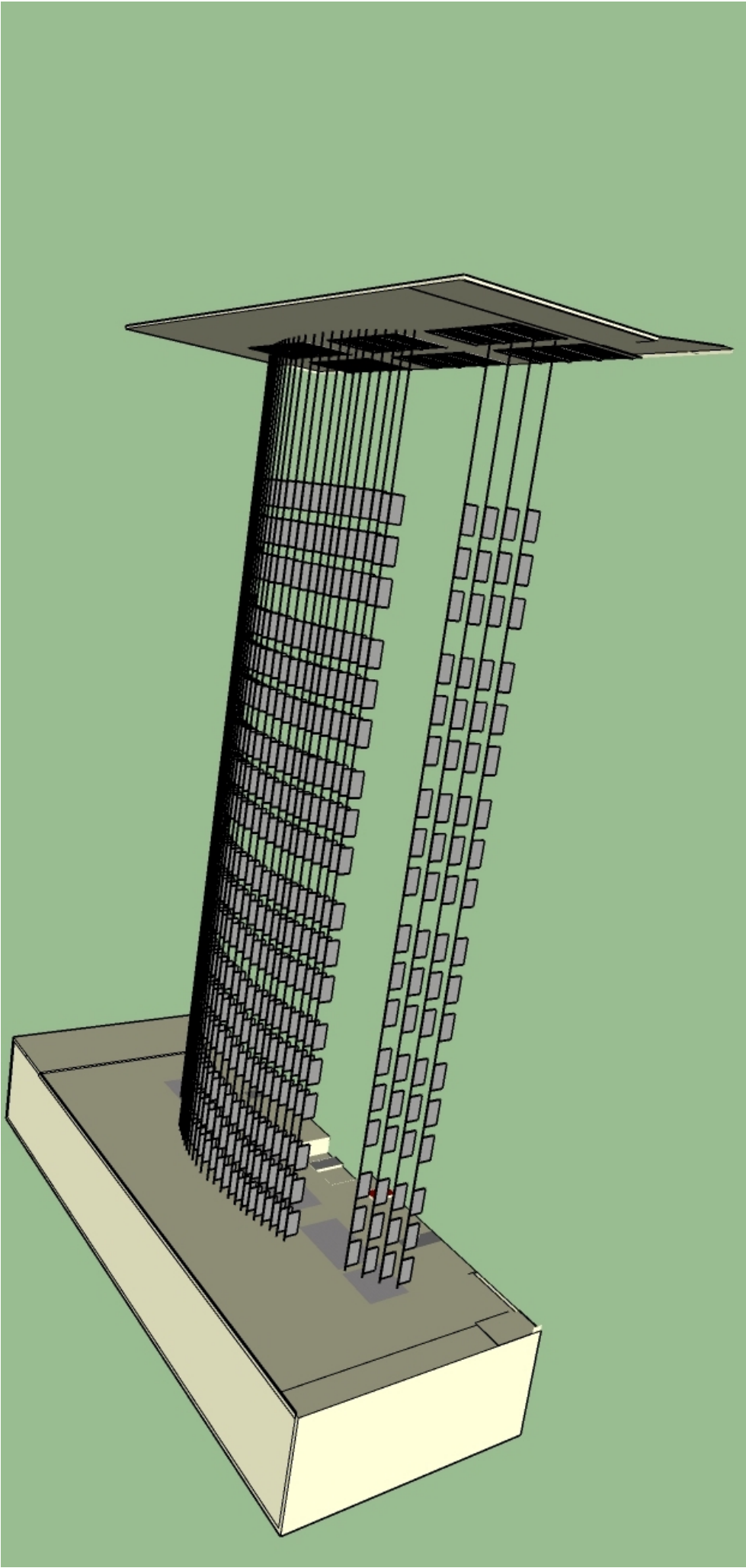


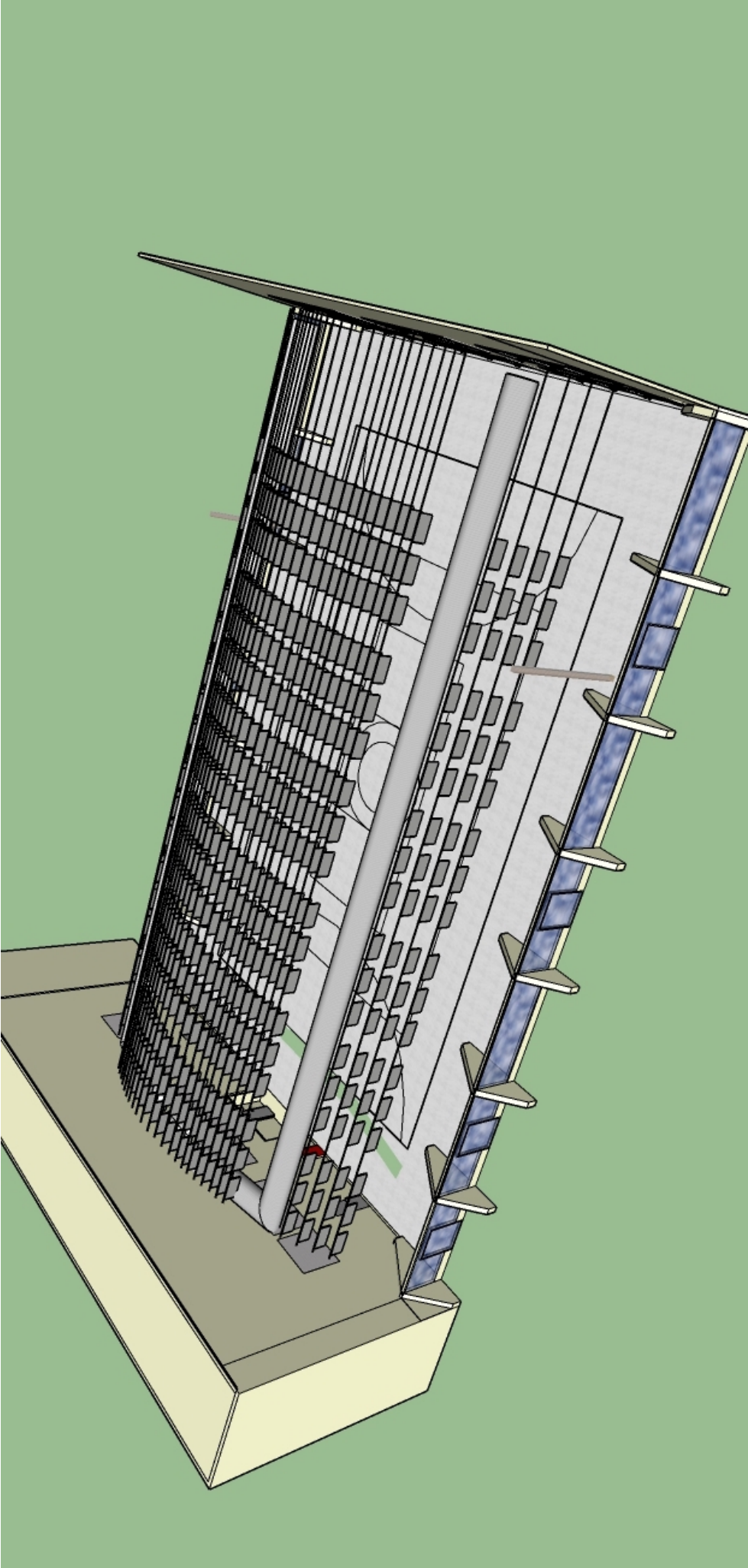


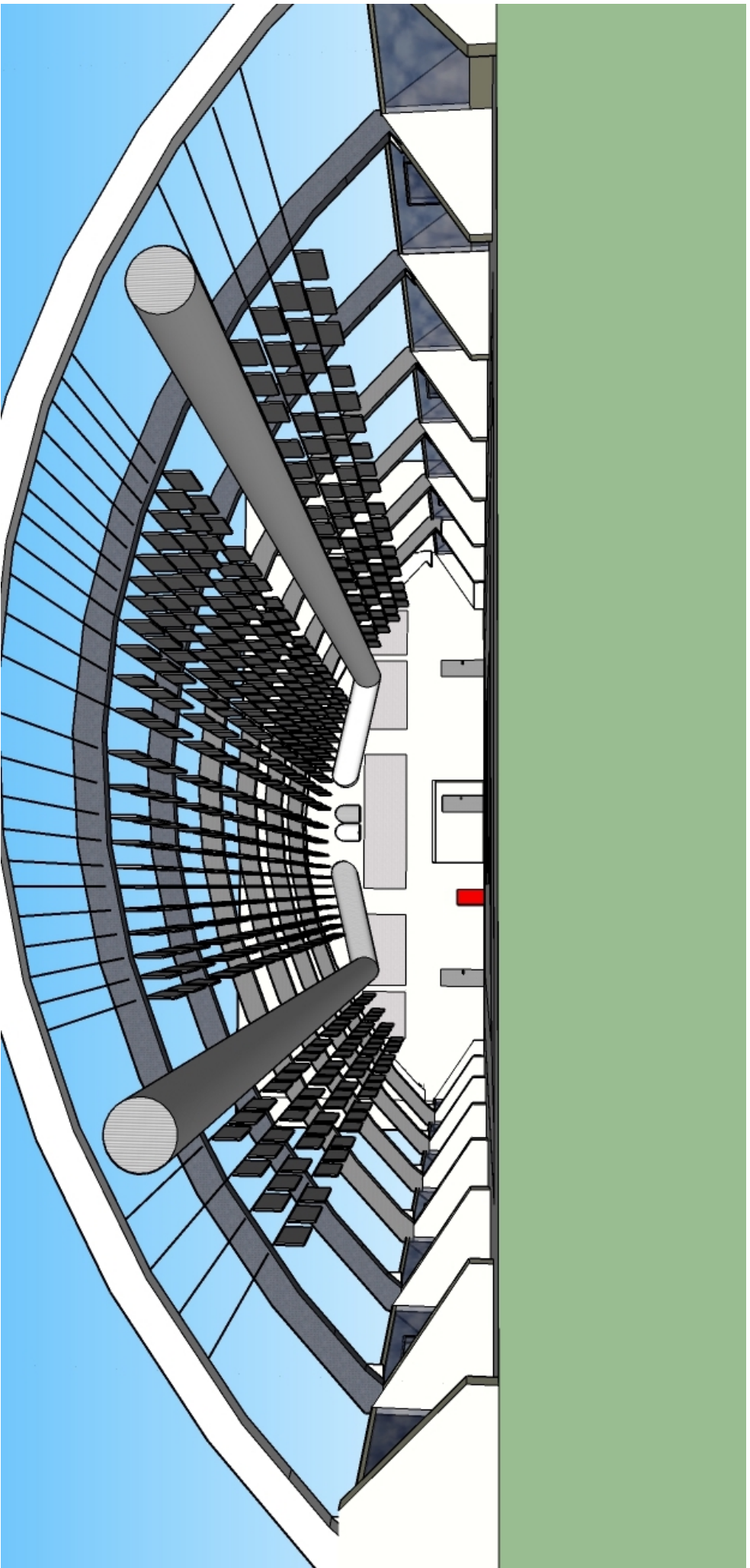


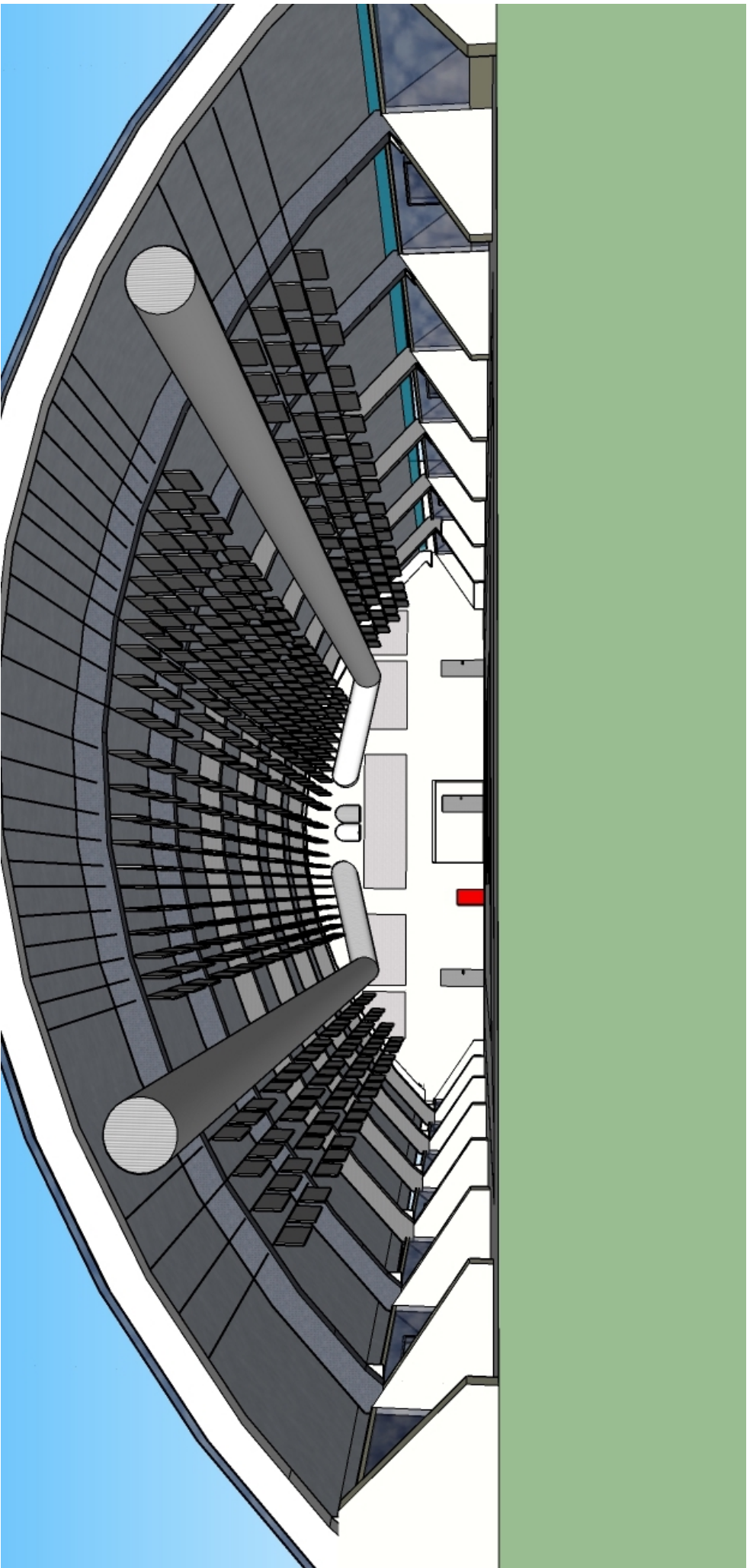






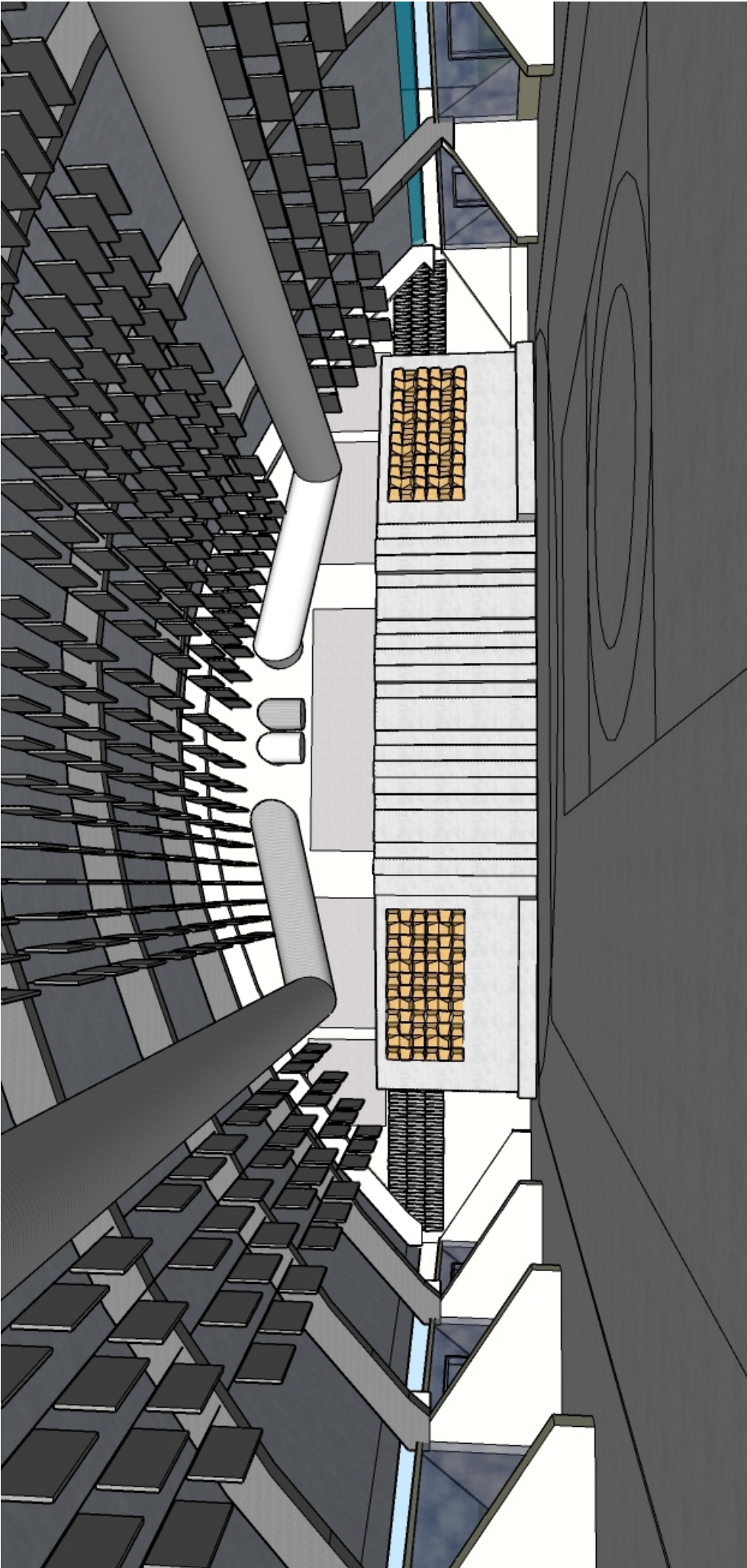


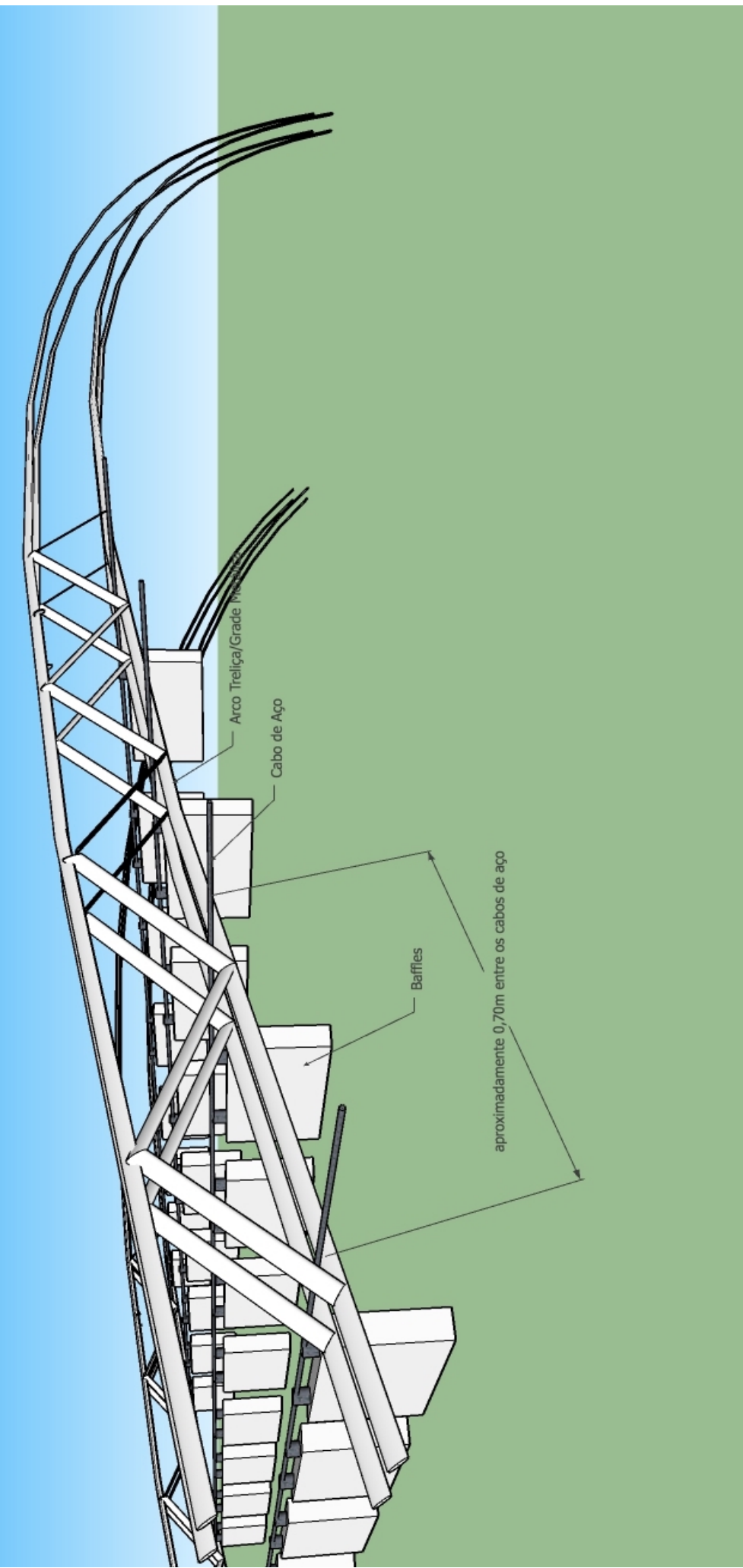


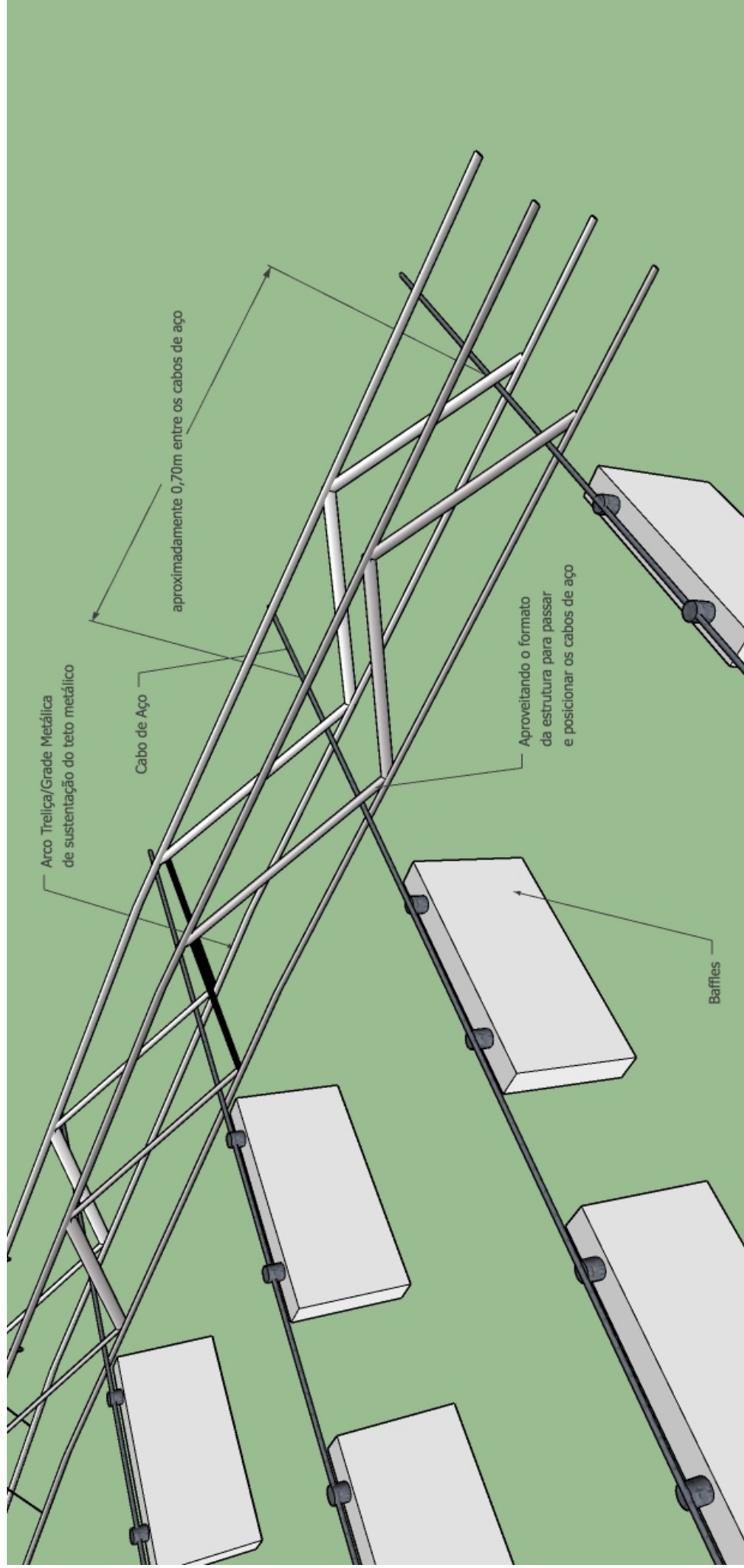


Detalhamento Baffles

Espaço Arvoredó
Áudio&Acústica







Fixação dos Baffles

Espaço Arvoredó
Áudio&Acústica

IMPORTANTE

Este estudo/análise não envolve nenhuma dimensionamento de projeto estrutural, construções de alvenaria ou elétrica e é estritamente focado no comportamento sonoro e sua atenuação.

Na sequência são apresentadas sugestões de materiais e formas de fixação e/o instalações comumente utilizadas.

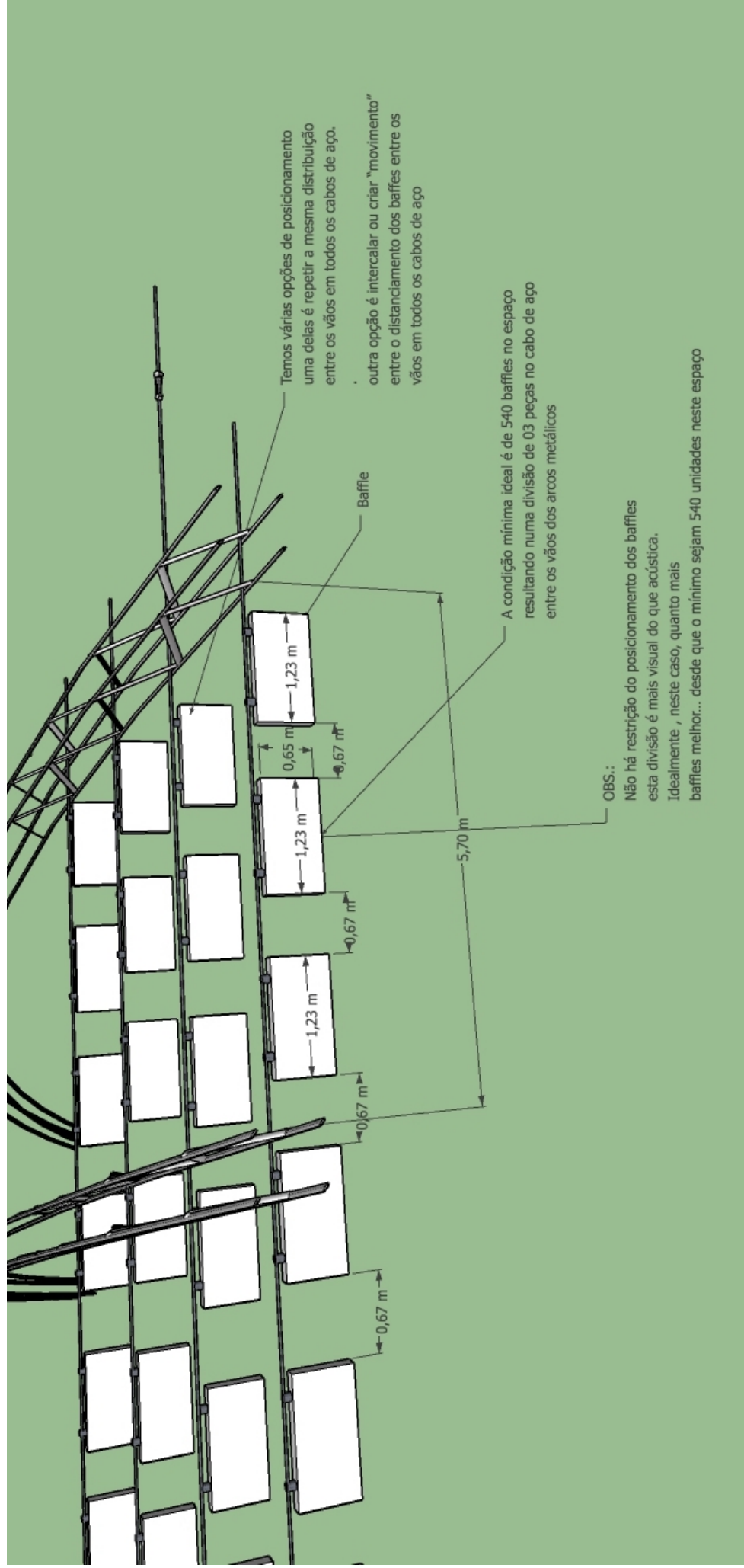
No caso dos BAFFLES vale citar novamente que sugiro que os cabos passem pelo arco de sustentação do telhado, evitando a necessidade de uma sobre tensão sobre o cabo para mantê-lo esticado por um vão de mais de 40m.

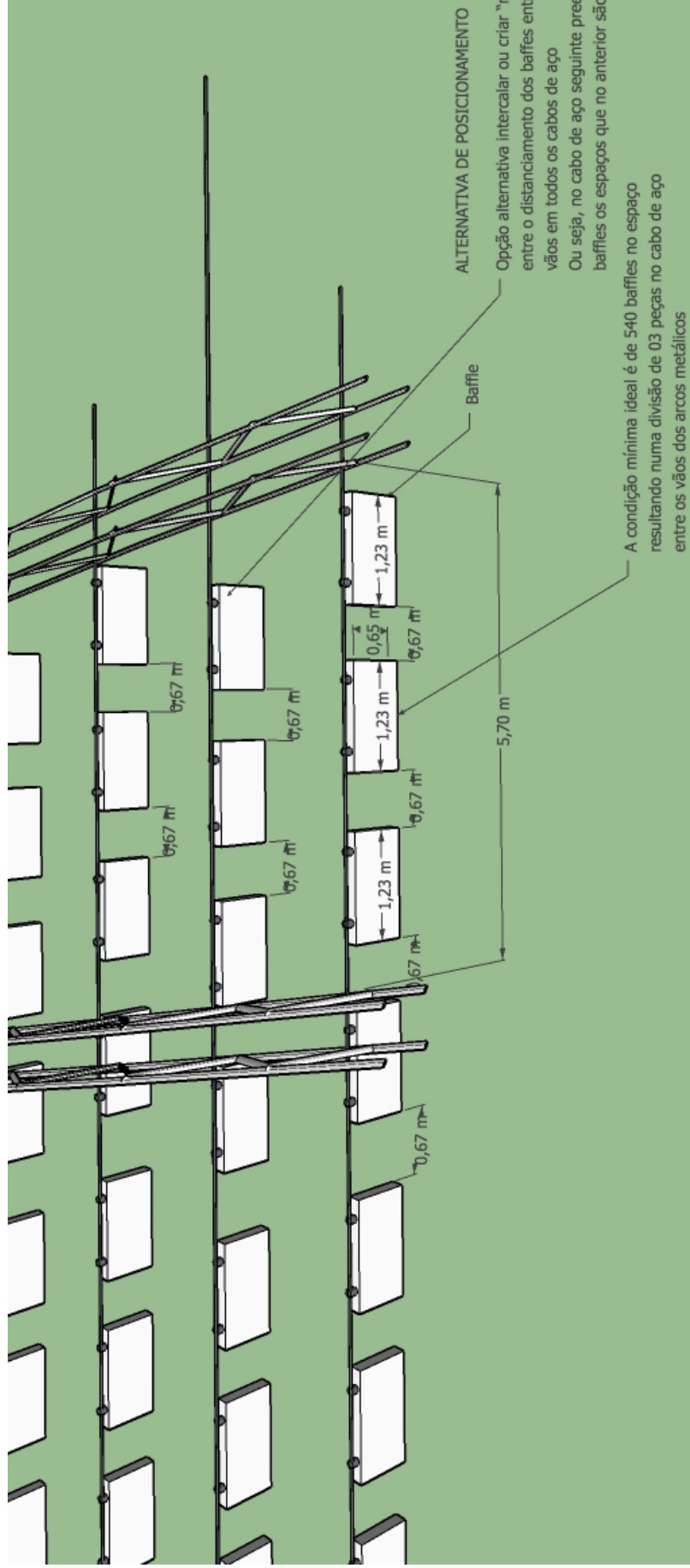
Passando pelos arcos reduzimos o tamanho dos vãos livres e desta forma amenizamos significativamente a tensão nos cabos de aço.

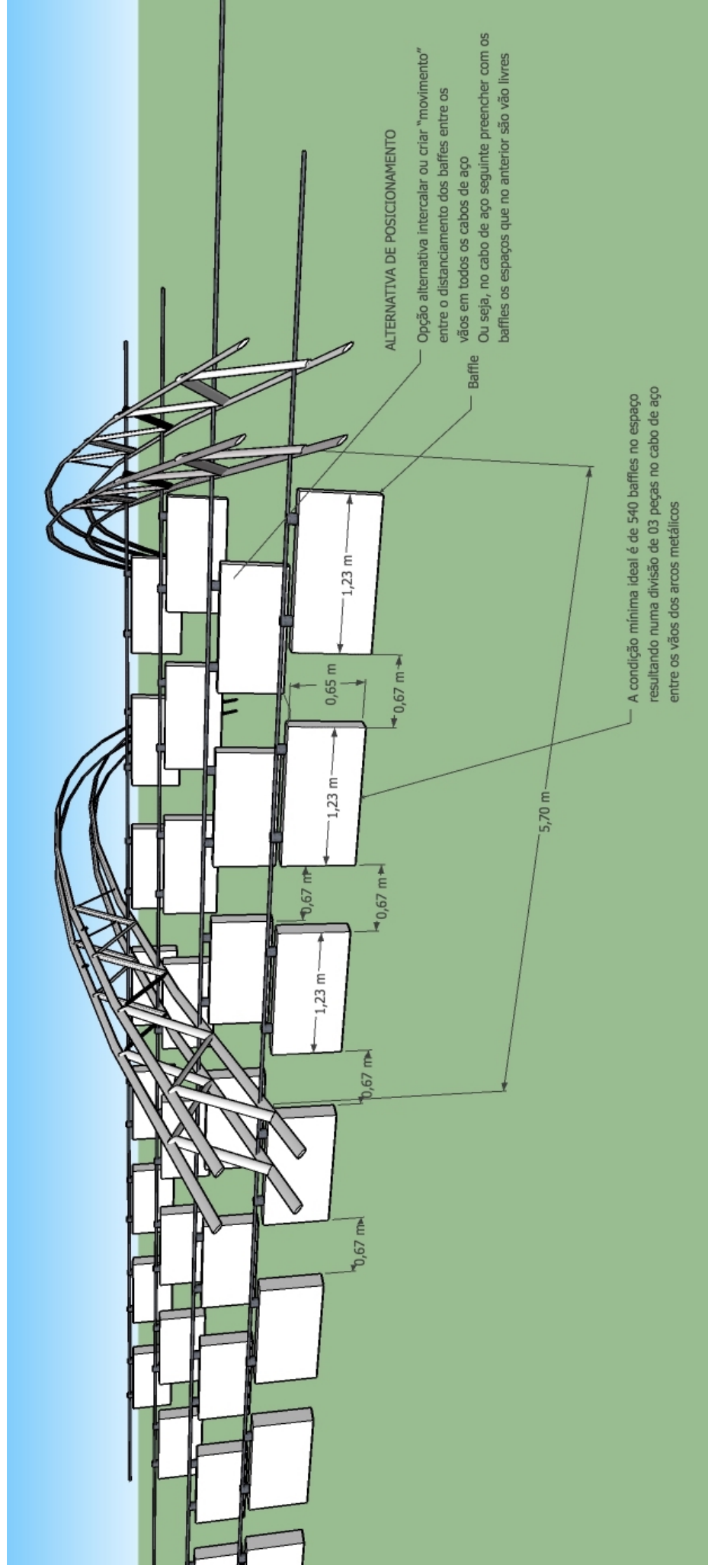
Caso prefiram, os cabos podem ser estaiados na estrutura do teto para diminuir ainda mais a tensão de esticamento.

Os dados de peso dos baffles e dos cabos de aço estão descritos no projeto e são valores relativamente baixos. Realmente a maior atenção deve ser dada a tensão para esticar os cabos fixados nas duas paredes opostas.

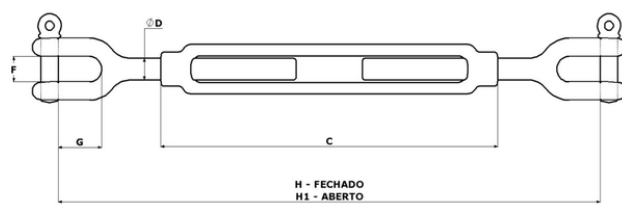
Por isso qualquer construção ou montagem estrutural sugerida neste estudo deve ser analisada e acompanhada pelo engenheiro(a) civil, eletricitista ou arquiteto(a) responsável de confiança do estabelecimento.



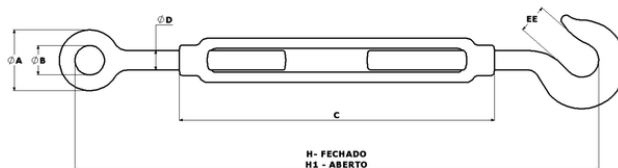




INFOS: <https://coforja.com.br>



Referência	Diâmetro da Rosca (D)	Tamanho da Caixa (C)	F	G	H	H1	Carga de Trabalho	Peso Unitário
	pol	mm	mm	mm	mm	mm	t	kg
IESTM-06/MMPP/G	1/4"	110	9	20	120	200	0,14	0,09
IESTM-08/MMPP/G	5/16"	100	12	22	154	236	0,22	0,15
IESTM-10/MMPP/G	3/8"	125	12	21	180	269	0,34	0,26
IESTM-13/MMPP/G	1/2"	125	14	21	200	278	0,48	0,40
IESTM-16/MMPP/G	5/8"	170	20	39	270	386	0,90	0,90



Referência	Diâmetro da Rosca (D)	A	B	Tamanho da Caixa (C)	EE	H	H1	Carga de Trabalho	Peso Unitário
	pol	mm	mm	pol	mm	mm	mm	t	kg
EST-1306/OG/G	1/2"	37	17	6"	21	233	345	0,32	0,52
EST-1608/OG/G	5/8"	50	22	8"	25	325	476	0,63	1,06
EST-1612/OG/G	5/8"	50	22	12"	25	410	661	0,63	1,42
EST-1908/OG/G	3/4"	59	27	8"	29	334	483	1,00	1,64
EST-1912/OG/G	3/4"	59	27	12"	29	434	674	1,00	2,04
EST-2212/OG/G	7/8"	71	33	12"	39	460	695	1,25	3,52
EST-2512/OG/G	1"	77	34	12"	39	473	684	1,80	6,98
EST-3212/OG/G	1 1/4"	103	46	12"	37	495	706	2,00	12,00



INFOS: <http://www.cabosdeacocablemax.com.br>

BITOLA		TABELA DE PESO				TABELA IPS				TABELA EIPS			
DIÂMETROS		PESO EM Kg POR METRO LINEAR				CARGAS DE RUPTURAS - RESISTÊNCIA 1770 N/mm² (IPS) em Kgf				CARGAS DE RUPTURAS - RESISTÊNCIA 1960 N/mm² (EIPS) em Kgf			
Polegadas	Milímetros	6x7		6x25 e 6x41		6x7		6x25 e 6x41		6x7		6x25 e 6x41	
Pol.	mm	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI
1/16"	1,59	0,012	0,013			151	163			167	181		
5/64"	1,99	0,014	0,015			236	255			261	283		
3/32"	2,38	0,019	0,021			340	367			376	407		
1/8"	3,18	0,034	0,037			604	653			669	723		
5/32"	3,97	0,054	0,061			944	1.021			1.045	1.130		
3/16"	4,76	0,078	0,086	0,088	0,097	1.359	1.469	1.351	1.457	1.505	1.627	1.496	1.613
1/4"	6,35	0,140	0,154	0,156	0,172	2.416	2.613	2.402	2.591	2.676	2.893	2.659	2.869
5/16"	7,94	0,221	0,244	0,244	0,268	3.778	4.085	3.755	4.051	4.183	4.523	4.158	4.486
3/8"	9,53	0,310	0,341	0,350	0,390	5.442	5.885	5.409	5.836	6.026	6.517	5.990	6.462
7/16"	11,10	0,430	0,473	0,480	0,520	7.383	7.983	7.339	7.917	8.176	8.840	8.126	8.767
1/2"	12,70	0,570	0,627	0,630	0,680	9.665	10.451	9.607	10.364	10.702	11.573	10.638	11.476
9/16"	14,30	0,710	0,781	0,790	0,880	12.254	13.250	12.180	13.139	13.569	14.672	13.487	14.550
5/8"	15,90	0,880	0,968	0,980	1,070	15.149	16.381	15.058	16.244	16.775	18.139	16.674	17.988
3/4"	19,10	1,250	1,380	1,410	1,550	21.860	23.638	21.729	23.441	24.207	26.176	24.061	25.957
7/8"	22,20	1,710	1,880	1,920	2,110	29.532	31.934	29.354	31.667	32.702	35.362	32.505	35.066
1"	25,40	2,230	2,450	2,500	2,750	38.660	41.804	38.427	41.454	42.810	46.291	42.552	45.904
1.1/8"	28,60			3,170	3,480			48.719	52.557			53.949	58.199
1.1/4"	31,80			3,910	4,300			60.231	64.977			66.697	71.951
1.3/8"	34,90			4,730	5,210			72.547	78.262			80.334	86.664
1.1/2"	38,00			5,630	6,190			86.007	92.783			95.239	102.743
1.5/8"	41,30												
1.3/4"	44,50												
1.7/8"	47,60												
2"	50,80												
2.1/8"	54,00												
2.1/4"	57,20												

Fonte: NBR ISO 2408:2008 / ABNT NBR 6327

AF: alma de fibra | AFA: alma de fibra artificial | AA: alma aço | AACI: alma aço de cabo independente | Composições: **Filler**, **Seale**, **Warrington**

Torções: **TRD**: torção regular à direita | **TRE**: torção regular à esquerda | **TLD**: torção lang à direita | **TLE**: torção lang à esquerda | **NROT**: não rotativo

APLICAÇÕES X FATOR DE SEGURANÇA

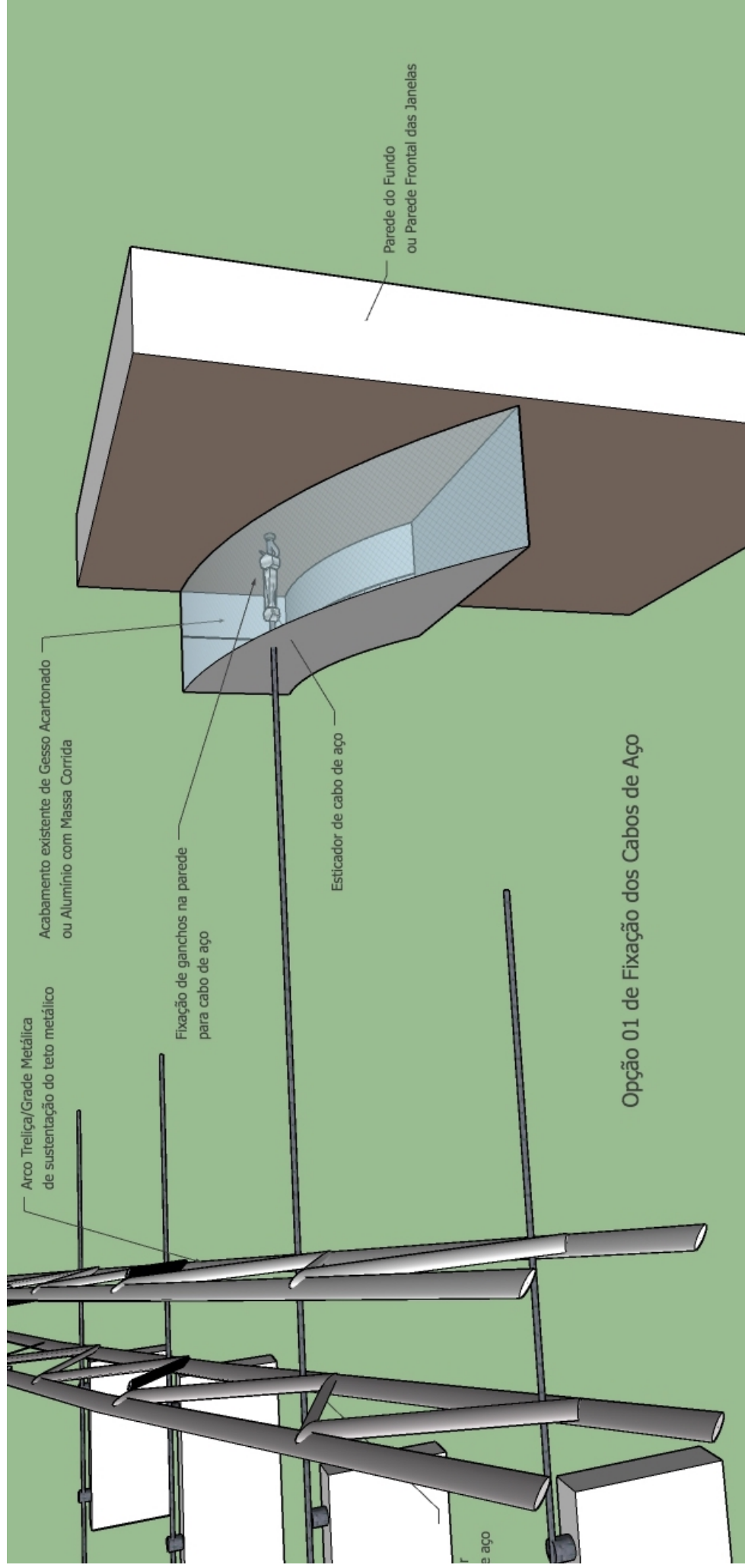
Aplicações	Fator de Segurança
Cabos estáticos	3 a 4
Cabo para tração no sentido horizontal	4 a 5
Guinchos, guindastes, escavadeiras	5
Pontes rolantes	6 a 8
Talhas elétricas e outras	7
Guindastes estacionários	6 a 8
Laços	5 a 6
Elevadores de obra	8 a 10
Elevadores de passageiro	12

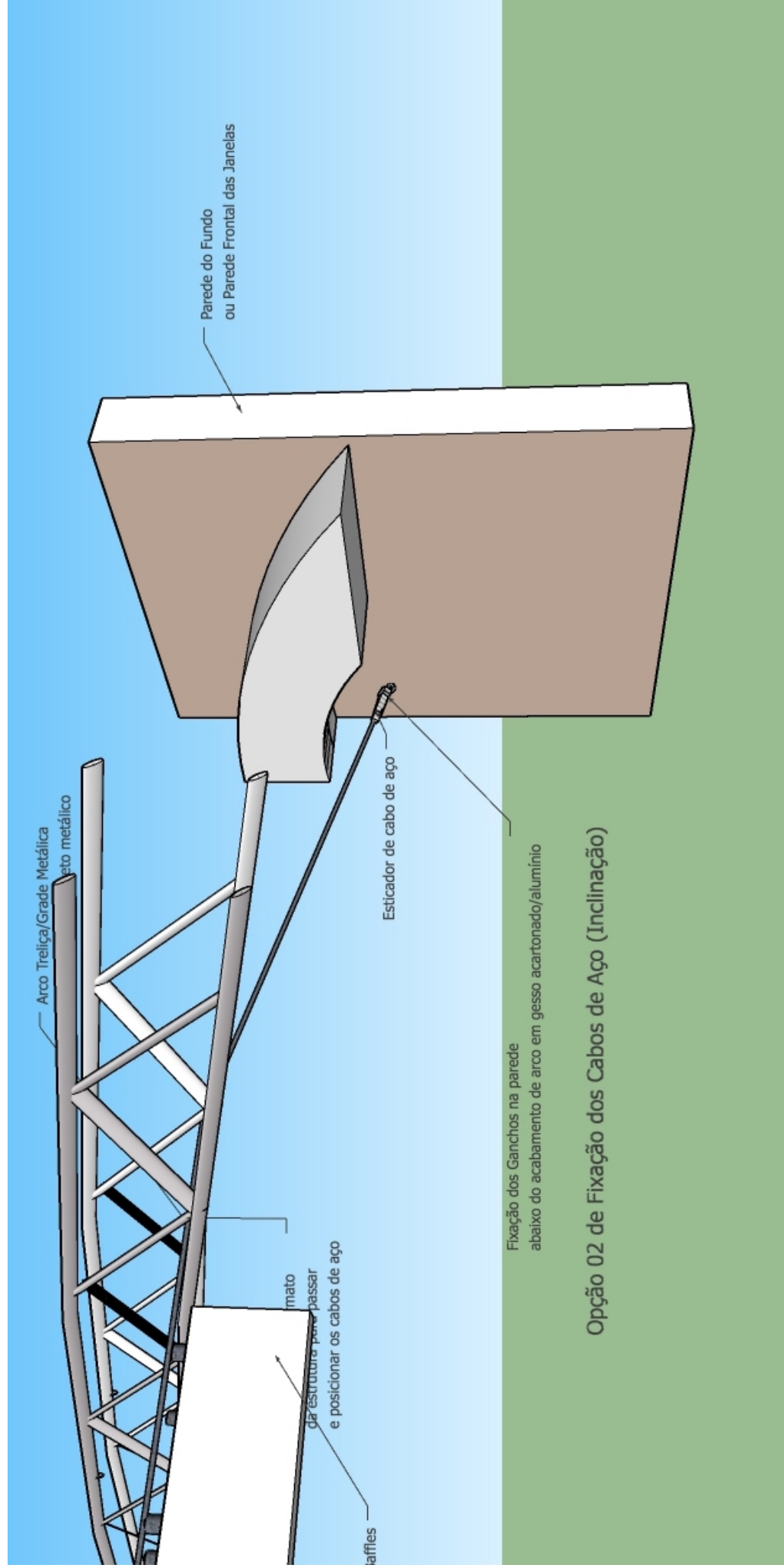
Carga de trabalho é a massa máxima que o cabo está autorizado a sustentar. A carga de trabalho de um cabo de uso geral, especialmente quando ele é movimentado, não deve, via de regra, exceder à um quinto (1/5) da carga de ruptura mínima efetiva do mesmo. O fator ou índice de segurança é a relação entre a carga de ruptura mínima efetiva do cabo e a carga aplicada. Um fator de segurança adequado garante: segurança na operação, evitando rupturas; duração do cabo e, conseqüentemente, economia.

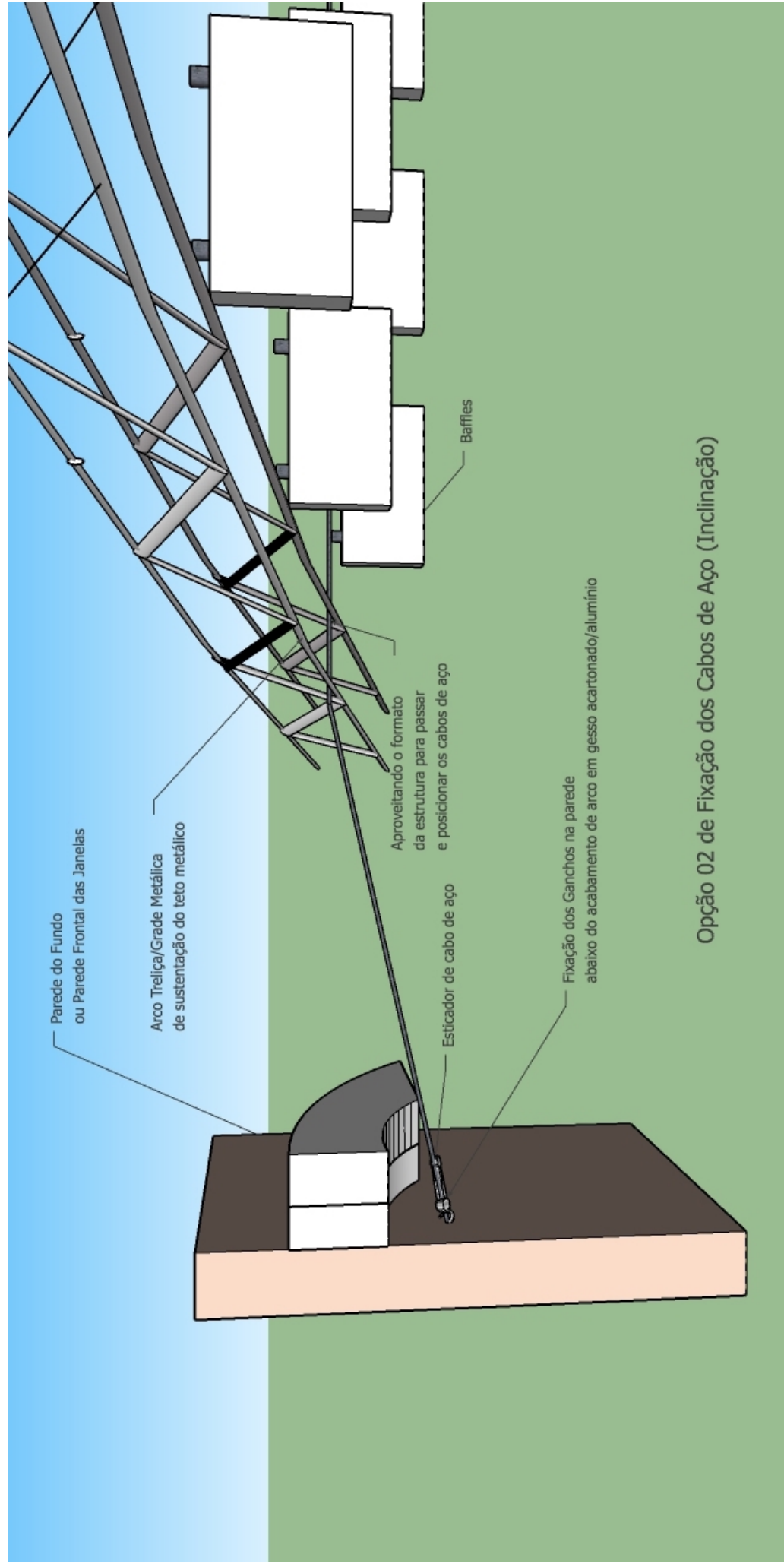
[Voltar ao início](#) 

TOLERÂNCIA NO DIÂMETRO

Norma	Ø Cabo de Aço		Tolerância (%)
NBR ISO 2408	Ø mm	2 ≤ d < 4	(0 a +8)
		4 ≤ d < 6	(0 a +7)
		6 ≤ d < 8	(0 a +6)
		≥ 8	(0 a +5)
API SPEC 9A	Ø mm		(-1 a +4)
	Ø Pol.		(0 a +5)

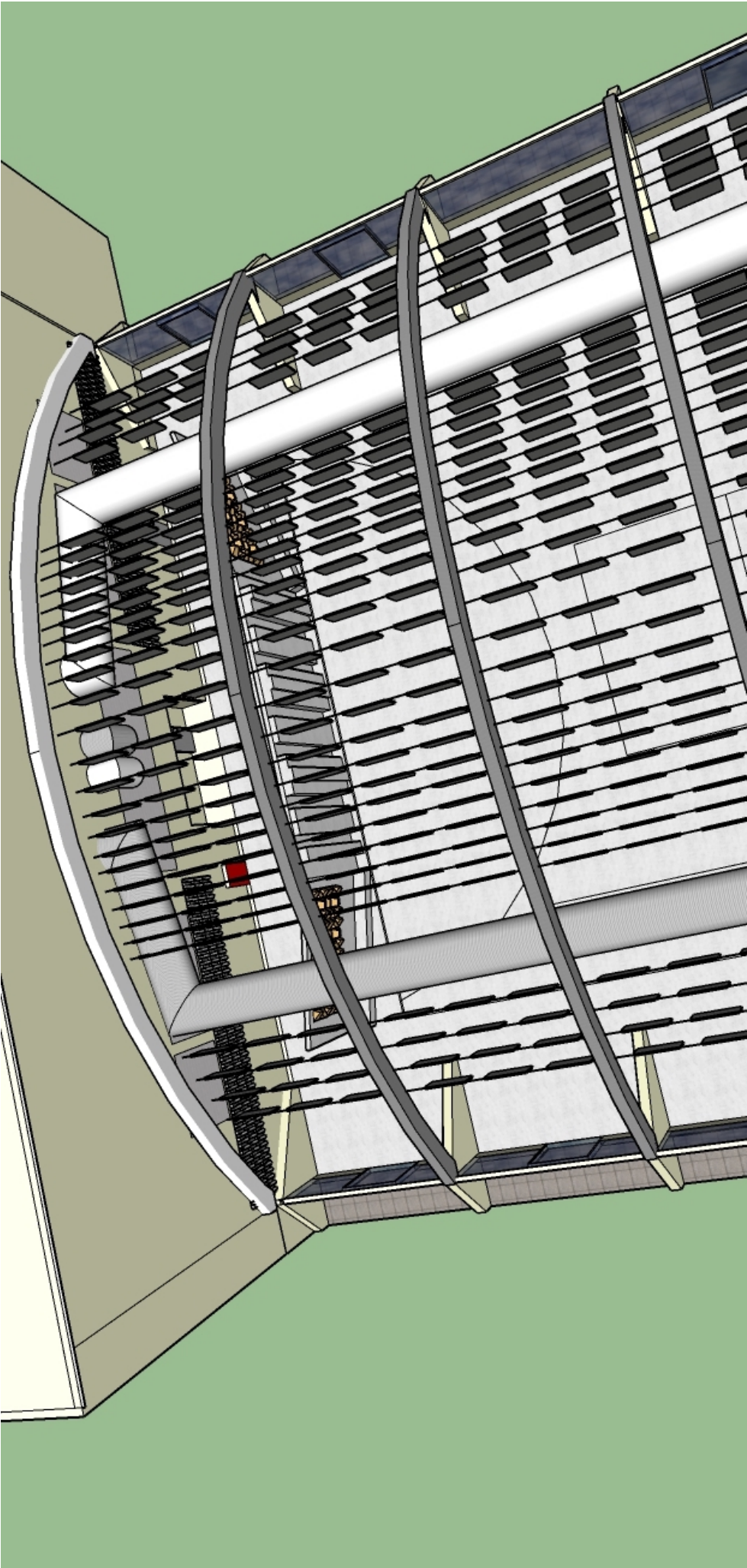


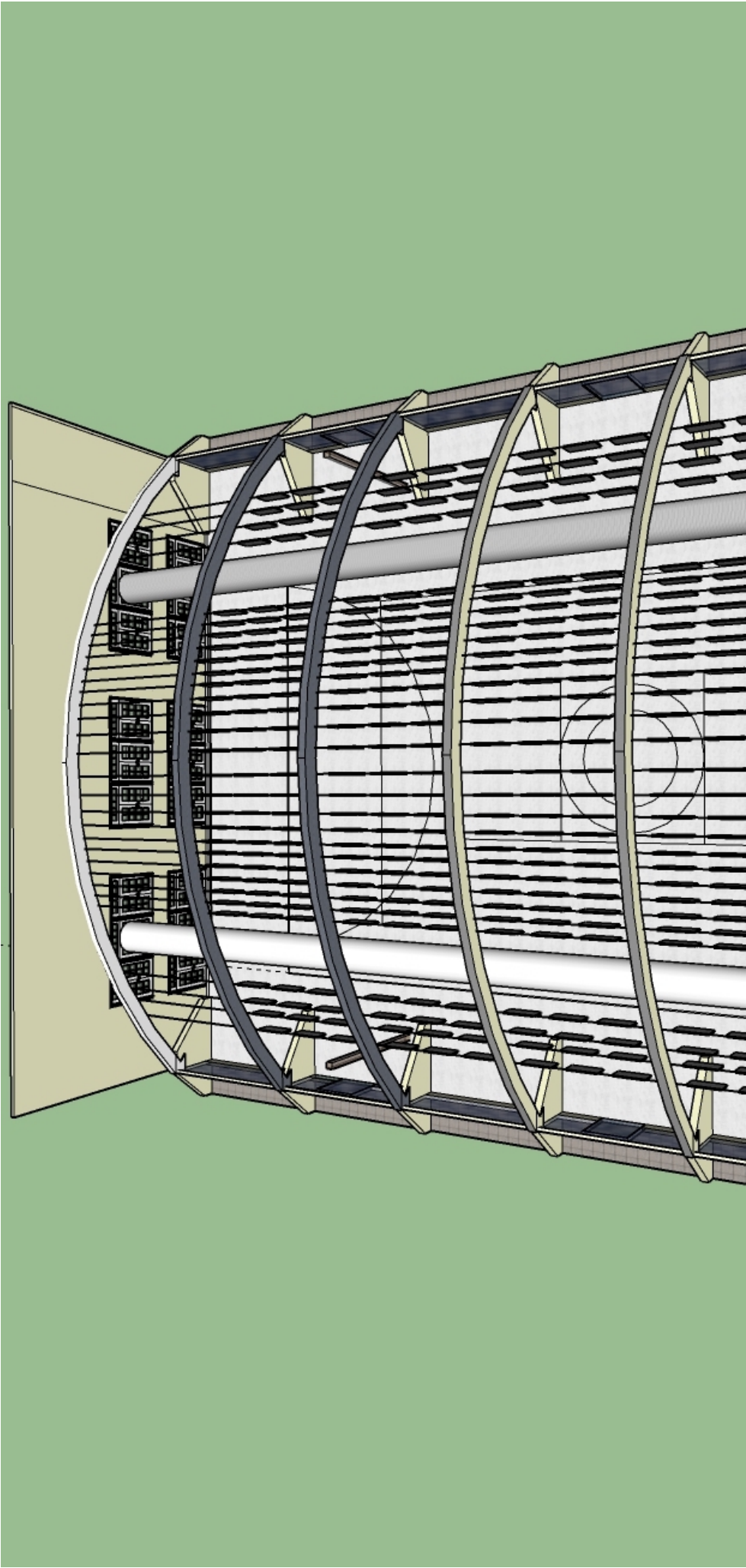


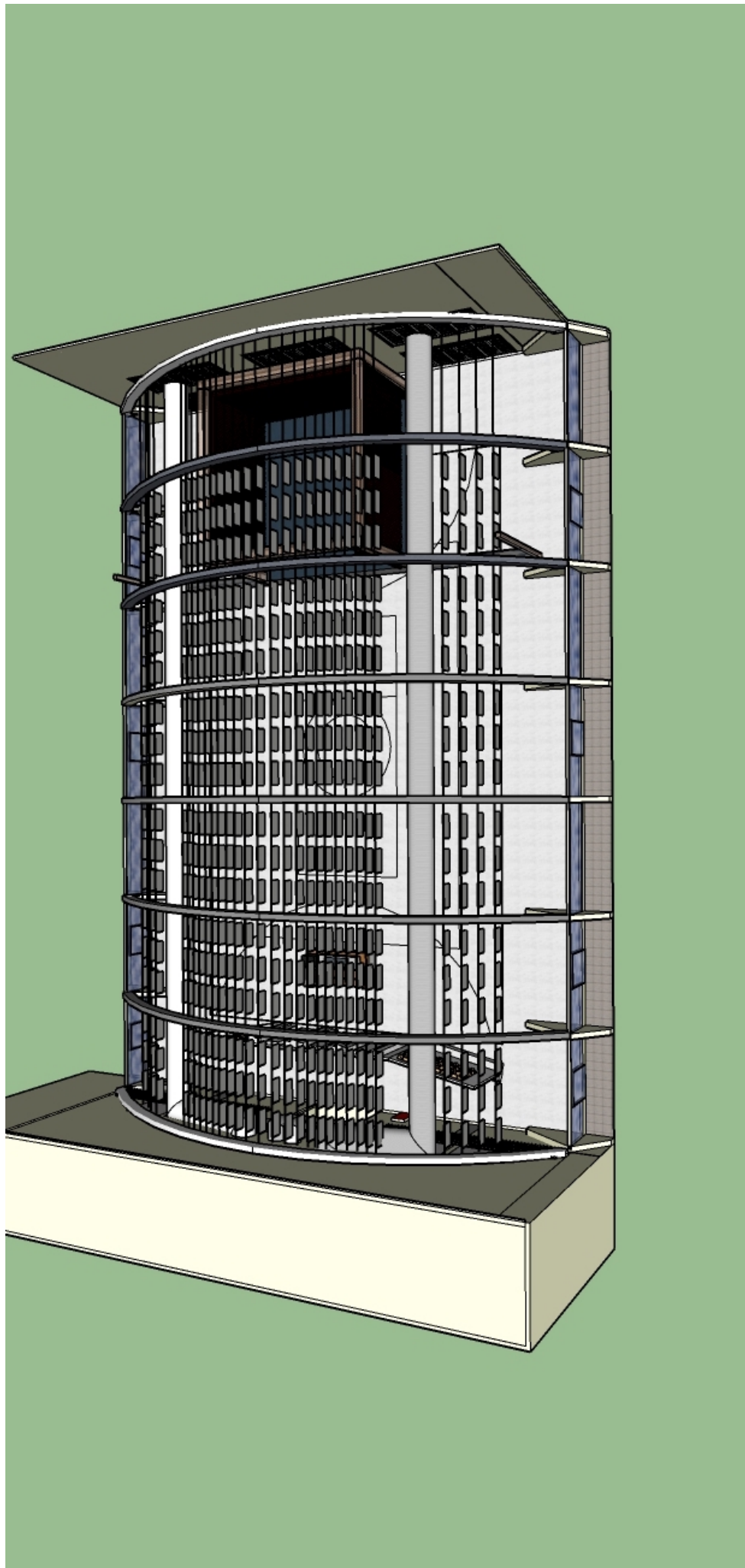


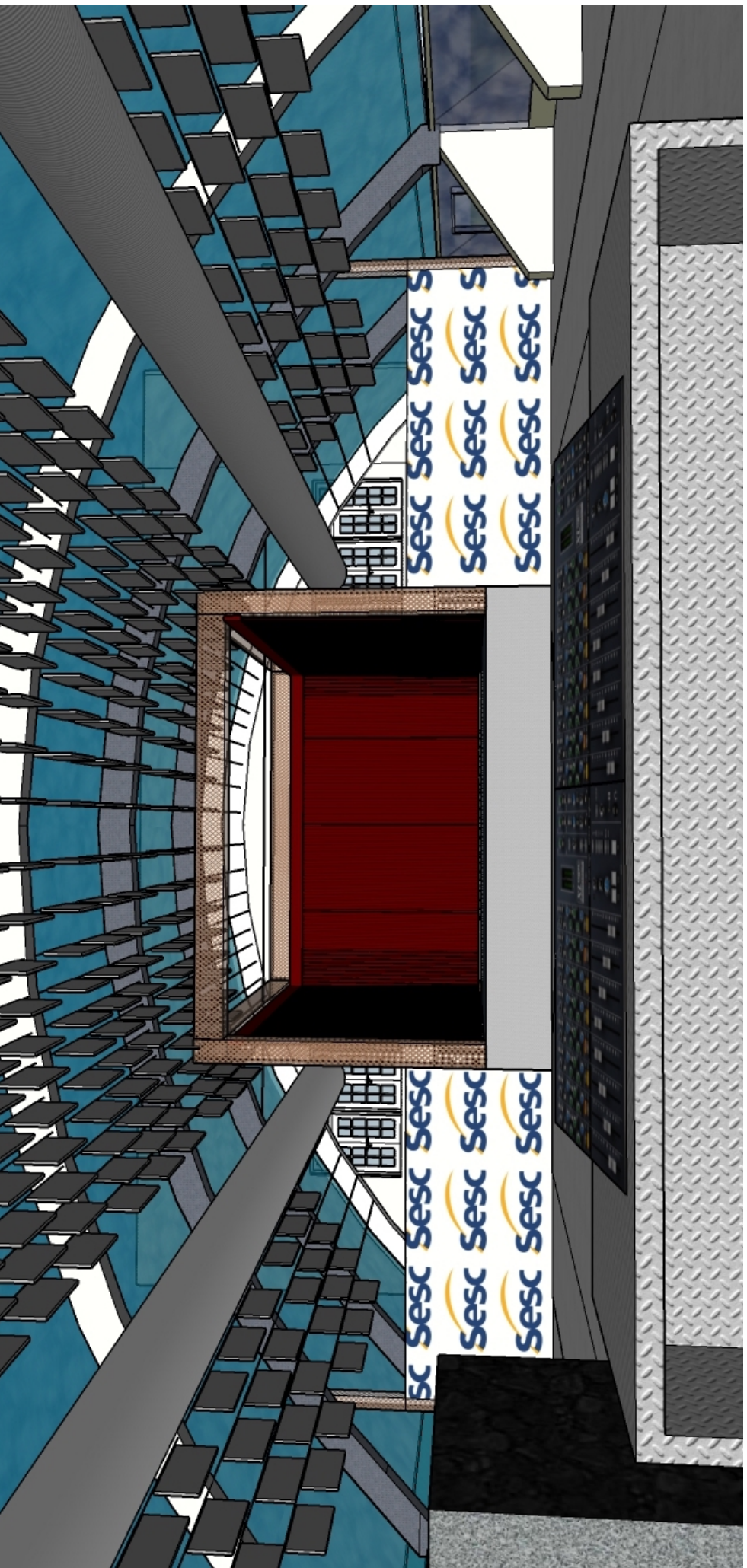
Imagens

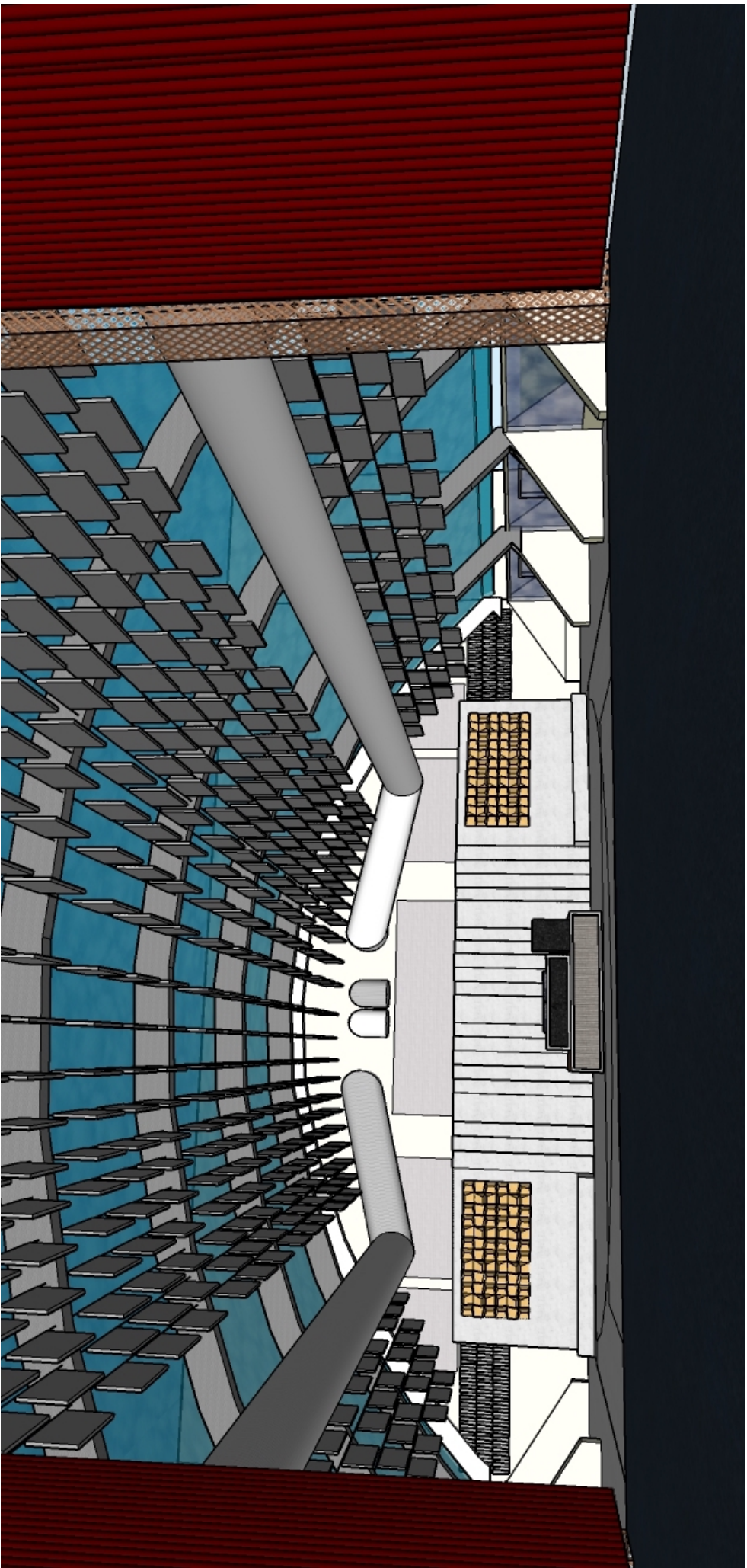
Espaço Arvoredo
Áudio&Acústica

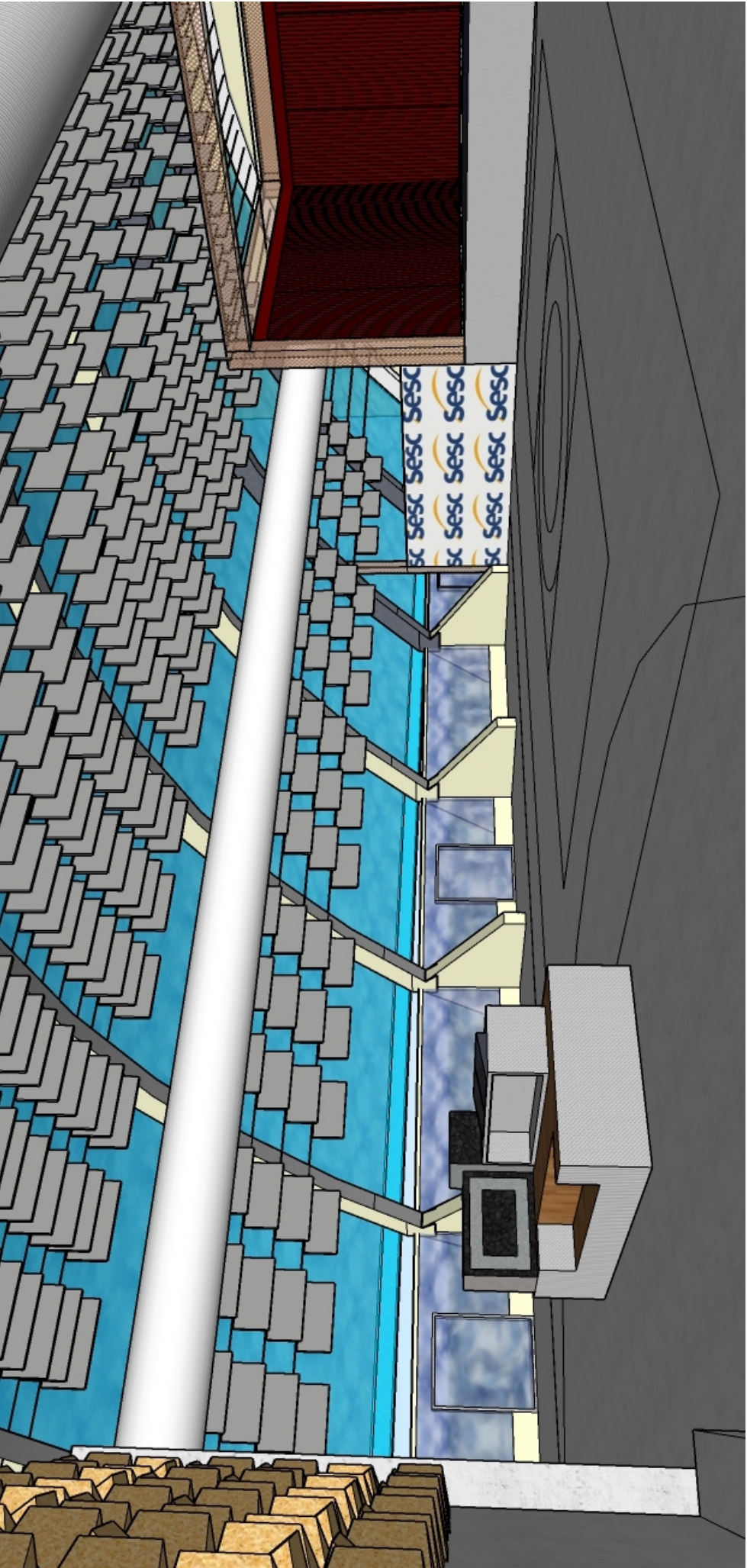












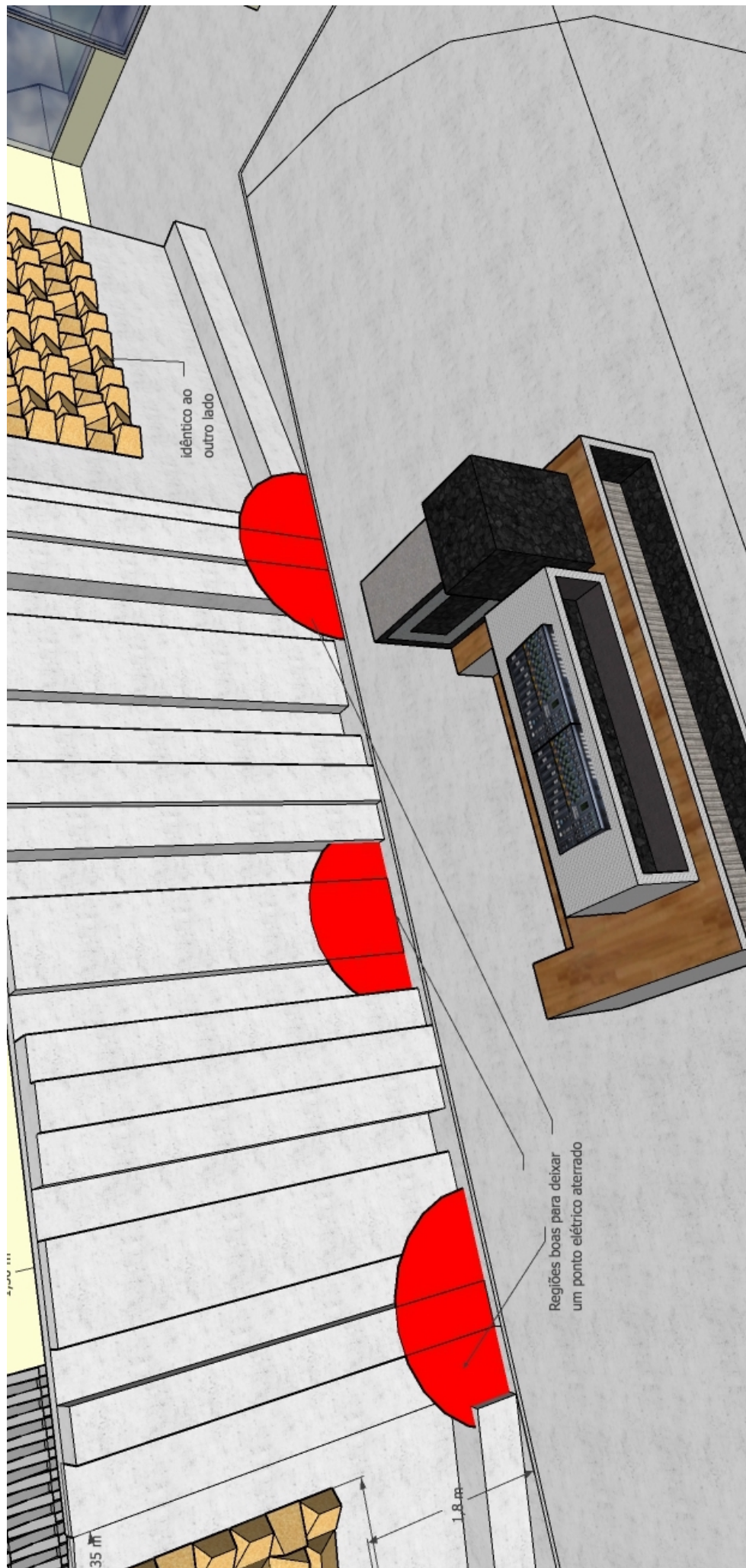
Dicas Elétricas

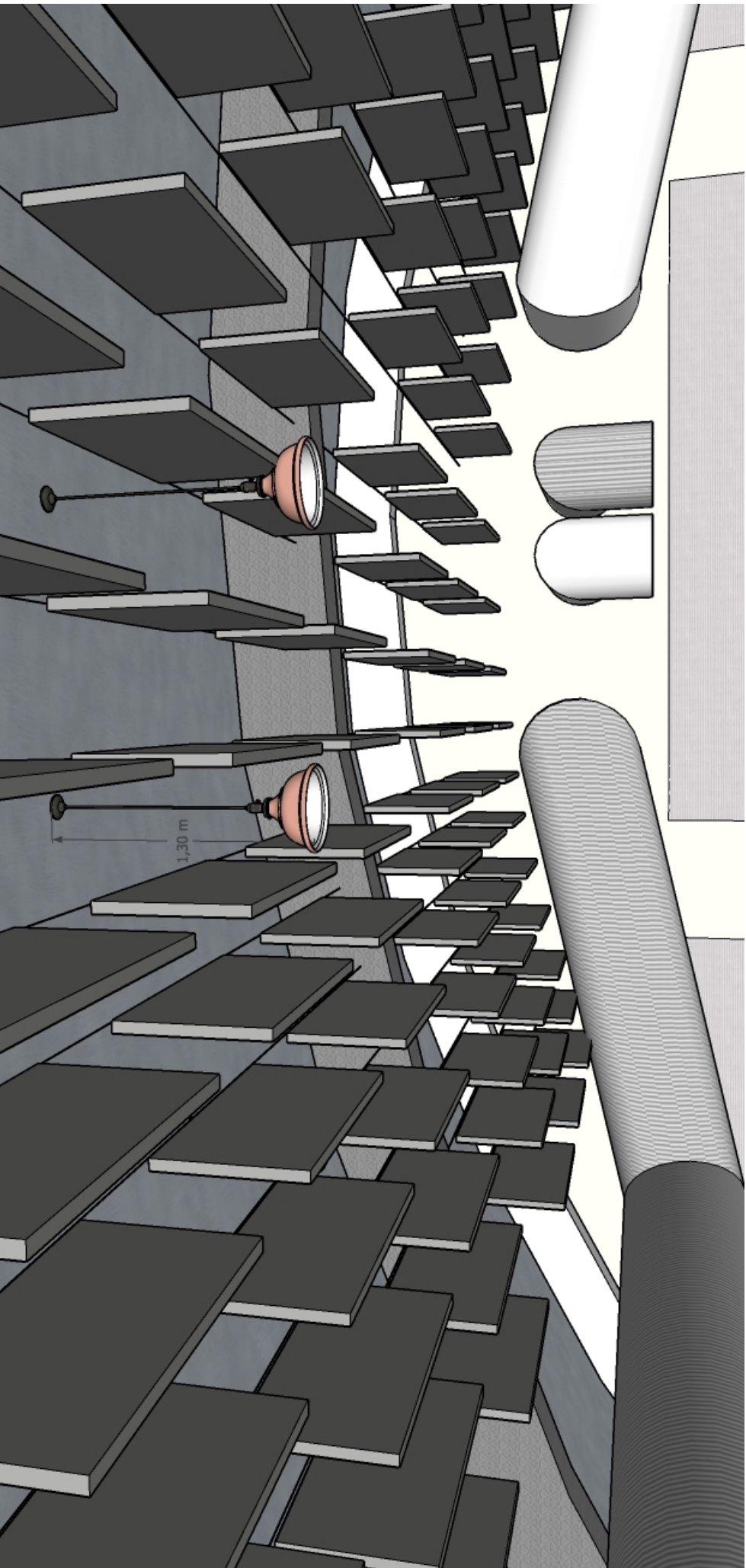
Espaço Arvoredos
Áudio&Acústica

Dicas básicas de ligações elétricas

Segue em sequencia sugestões de instalações elétricas para estúdios de gravação, salas de audiófilos, casas de shows e espaços musicais, mas gostaria de ressaltar que estas são apenas recomendações básicas.

Recomenda-se encaminhar tais sugestões a um engenheiro eletricista para avaliação e aprovação antes da implementação, a fim de garantir a segurança e a eficácia das instalações, evitando interferências de rádio, ruídos elétricos e riscos de choque.





Sugestões para instalação

Para evitar ruídos nas gravações evite ligar os equipamentos do estúdio e instrumentos amplificados na mesma rede do AR Condicionado e na rede da residência. Pois chuveiros e eletrodomésticos como microondas, liquidificadores e semelhantes induzem muito ruído na rede. E mesmo com este cuidado é imprescindível o aterramento das tomadas, não só pela segurança mas também para garantir o funcionamento dos microfones, interfaces, pré-amplificadores e todos os hardwares associados sem ruído durante as gravações.

Tomadas Elétricas

A grande maioria dos equipamentos do estúdio, entre eles: computador, interface de gravação, mesa de som, monitores ativos de áudio, pré-amplificadores e outros hardwares interligados deve ser conectados de preferência na mesma tomada.

Ou seja, pode-se usar um filtro de linha profissional com várias tomadas e ligá-lo num transformador ou direto na rede 220V.

Desta forma você vai reduzir muito a chance de humming noise (ruído elétrico constante) durante as gravações.

Iluminação

Dê preferência para trilhos de iluminação ou pendentess com lâmpadas de LED ou Incandescentes, evite lâmpadas Fluorescentes e luminárias de embutir por causas dos ruídos elétricos induzidos e ruídos de vibração além da diminuição da eficiência de isolamento acústico.

Ar Condicionado

Opte pelo modelo SPLIT, sendo que a condensadora deve preferencialmente fixada sobre um platô de concreto desacoplado do piso do estúdio. Evite a fixação nas paredes do entorno do estúdio para evitar a transmissão de vibração.

O furo do ar condicionado Split não vai influenciar significativamente no isolamento acústico da sala.

Maiores informações seguem as Normas Básicas:

DOCUMENTOS APLICÁVEIS

ABNT NBR 5361/1998 – Disjuntores de baixa tensão;

ABNT NBR 5410/2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

ABNT NBR 5598/2003 - Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP — Requisitos;

ABNT NBR 6147/2000 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo

ABNT NBR 6150/1980 – Eletrodutos de PVC rígido – Especificação;

ABNT NBR 6524/1998 – Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas

ABNT NBR 14136/2002 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – padronização;

Instrução Normativa no 1, de 19 de janeiro de 2010 - Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de serviços ou obras pela Administração Pública Federal Direta.

Instalações de baixa tensão

Interruptores, tomadas e acessórios

Os interruptores serão para a utilização de 01, 02 ou 03 seções simples, para montagem modular, em caixa 4x2” e utilização em parede de gesso cartonado, corrente de funcionamento 10A/250V, fabricadas em material termo plástico auto extingüível, em poliamida 6.6, ou melhor, com contatos em latão, terminais de ligação embutidos e estar de acordo com a norma NBR6147 - NEMA 1516 e ter certificação conforme portarias 82 de 13/06/2001 e 136 de 04/10/2001 do INMETRO.

As tomadas em módulos simples e/ou duplos, corrente de funcionamento 10A e 20A conforme apresentado no croqui. Montagem em caixa 4x2”, para gesso cartonado e/ou em caixa condutele de alumínio. Todas fabricadas em material termo plástico auto extingüível, em poliamida 6.6, ou melhor, com contatos em latão, terminais de ligação embutidos e estar de acordo com a norma NBR6147 - NEMA 1516 e ter certificação conforme portarias 82 de 13/06/2001 e 136 de 04/10/2001 do INMETRO. Devem atender as determinações da ABNT NBR 14136, de 2002 e Resolução Conmetro no 11, de 20 de dezembro de 2006.

Condutores

Utilizar cabo flexível tipo Pirastic, classe de isolamento 750V e seção transversal de 1,5 mm² para circuitos de iluminação, seção transversal de 2,5 mm² para circuitos de tomadas e seção transversal de 4,0 mm² para o circuito alimentador .

Deverá ser obedecido o seguinte código de cores:

- **Fases - na cor preta;**
- **Neutro - na cor azul claro;**
- **Retornos - na cor vermelha, amarela e/ou branca;**
- **Terra - na cor verde e/ou verde com tarja amarela.**

Eletrodutos e acessórios

As dimensões internas dos eletrodutos e respectivos acessórios de ligação devem permitir instalar e retirar facilmente os condutores ou cabos após a instalação dos eletrodutos e acessórios. Para isso, a norma de instalação e a NBR 5410/2004, determinam que a taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não seja superior a:

- 53% no caso de um condutor ou cabo;
- 31% no caso de dois condutores ou cabos;
- 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos.

Eletrodutos de PVC rígido, fabricados conforme NBR 6150/1980, anti chama, de diâmetro I de 3/4".

A suspensão do eletroduto de PVC rígido será através de tirante rosqueado de Ø 3/8" e cantoneira "ZZ", com porcas, arruelas lisas e de pressão, fixadas na laje de concreto com parafuso e bucha de nylon S-8.

No perfil metálica os eletrodutos serão de ferro galvanizado, fabricados conforme NBR 5598/2003, de diâmetro de 3/4".

Fixação através de abraçadeira do tipo "D", com chaveta, em aço zincado, diâmetro 3/4", presa ao perfil por meio de parafuso e porca 3/8".

Dicas de Aterramento

A ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO SISTEMA DE ÁUDIO/VÍDEO.

Jorge Knirsch

A **energia elétrica** e a sua instalação, que alimenta os equipamentos de áudio e vídeo é o **segundo fator mais importante** (em torno de um terço), **após a acústica**, em uma reprodução sonora. A redução da sujeira da energia elétrica, ou seja dos harmônicos (%THD), melhora muito a audição principalmente o palco sonoro.

- A pequena regra geral universal vale aqui também: **menos é mais**, ou seja, em caso de dúvida e falta de conhecimento do que fazer com a energia elétrica, é melhor não fazer nada, não acrescentar nada à rede elétrica, pois o risco de se aumentar o conteúdo harmônico da energia elétrica é muito maior do que reduzi-lo, sem um conhecimento detalhado da situação. Em seguida, colocamos um guia prático, em ordem simples e econômica, para ser seguido na otimização de instalações elétricas.
- **A utilização de uma fiação dedicada e exclusiva**, saindo do quadro geral elétrico de entrada do estabelecimento para os equipamentos de áudio e vídeo é **recomendável**, pelo fato de reduzir um pouco a contaminação de harmônicos no sistema de áudio/vídeo a ser alimentado.
- Como disjuntores e fusíveis são componentes de proteção utilizados em série com a rede elétrica, os que tiverem menor impedância, ou seja os fusíveis, deverão ser empregados nas aplicações de alimentação elétrica para áudio e vídeo. Portanto, **em todos os circuitos destinados ao áudio e vídeo** deveremos **dar preferência ao emprego de fusíveis**. Isto é muito pertinente, principalmente em estúdios. A razão para isto é que os elementos interruptores nos fusíveis, normalmente chamados de elos-fusíveis, possuem impedâncias menores do que a soma da bobina de curto-circuito e das resistências dos bimetais dos disjuntores.
- **A fiação dedicada** para a alimentação dos equipamentos **deverá empregar fios sólidos**, também chamados de fios rígidos, para a fiação das fases e do neutro e fiação flexível para o aterramento. Os fios sólidos, em comparação com os cabos flexíveis de mesma bitola, apresentam um aumento maior da impedância em altas frequências, devido ao efeito *Skin*, também chamado de efeito pelicular. Esta característica dos fios sólidos corrobora na redução do fluxo dos harmônicos pela rede elétrica.
- Os **contatos elétricos realizados por pressão** dos elementos apresentam resistências mais baixas do que os contatos soldados. Portanto, nas emendas da fiação elétrica da rede, é recomendável se evitar soldas com estanho/chumbo.
- É importante **melhorar o aterramento do neutro da nossa rede elétrica**, pela razão de ser preponderantemente uma rede elétrica aérea e, por isto, com aterramento do neutro insuficiente!. A confecção de uma malha de aterramento na superfície do estabelecimento é muito recomendada, para abaixar a impedância do neutro, o que colabora com a estabilidade da tensão elétrica e reduz o ruído drasticamente.
- **O aterramento do terra deverá ser feito conforme a norma NBR5410 em TT, por dentro do aterramento do neutro**, para aumentar a segurança e reduzir o ruído. No quadro geral de entrada, principalmente de estúdios, onde estão o neutro e o terra, poderemos montar um sistema que permita transformar o aterramento TT em TN, quando o estúdio não estiver sendo usado, com objetivo do aumento de segurança.
- Recomendamos **que seja evitado o uso de transformadores, filtros de linha, estabilizadores de tensão, nobreaks, ferrites** envolvendo cabos de força, pelo fato de serem os maiores introdutores de harmônicos na rede elétrica.
- Quando necessário, **o melhor é usarmos somente extensões neutras e minimalistas**, evite filtros de linha com componentes em série.
- Recomendamos **alimentar seus equipamentos do sistema de áudio e vídeo com uma tensão nominal** na tomada **menor do que a tensão nominal indicada nos aparelhos** para evitar a possibilidade de uma redução da vida útil, quando não, uma eventual queima prematura.
- As **tomadas** de alimentação dos aparelhos devem estar **polarizadas corretamente**, com a fase, o neutro e o terra nas posições corretas.
- **Para a filtragem, finalmente, o ideal é utilizarmos condicionadores de energia com todos os componentes em paralelo.**

Dicas de como fazer aterramento eficiente

Antes de iniciar o procedimento, você deve estar atento as exigências da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e nas Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR).

Dentre várias normas, atente-se as especificações da NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão. Quando não for especificado o tipo de aterramento necessário, opte por utilizar o **sistema TT** sempre que possível. Caso não seja tente o sistema TN-S e, em último caso, o **sistema TNC**.

Alguns cálculos, como o de dimensionamento de um **aterramento**, muitas vezes são considerados um assunto para ser resolvidos por um engenheiros eletricista. Fatores como quantidade de hastes, valor da resistividade do solo influenciam o valor da resistência na hora do aterramento elétrico.

Aqui vão algumas dicas, mas caso ainda haja dúvidas, procure um engenheiro da área para estar solucionando e, quando necessário, estar fazendo um projeto para você apenas executar. Neste projeto o engenheiro lhe dará onde instalar as hastes, a distância, a quantidade e a lista de material.

1ª dica

Na hora de escolher hastes de aterramento, procure optar por hastes de 2,5m, pois estas conseguem diminuir o risco de atingir dutos subterrâneos na hora de sua instalação.

As hastes são feitas de aço e revestida de cobre com comprimentos de 1,5 a 4,0m. analise bem sua instalação e veja qual comprimento melhor de adapta ao seu projeto.

2ª dica

O valor da resistência medida para um aterramento ideal, deve ser abaixo de 5 Ω (ohms). Porém, em caso de fábricas, por exemplo, é aceitado até 10 Ω .

A umidade da umidade do solo e outras químicas ajudam a influencia no valor desta resistência.

É necessário inserir hastes a tal ponto de a resistência ser igual ou inferior a 5 Ω . Caso você se depare com esse tipo de situação, verifique qual das opções é mais indicada: o agrupamento de barras em paralelo (com a regra do polígono) ou o tratamento do solo.

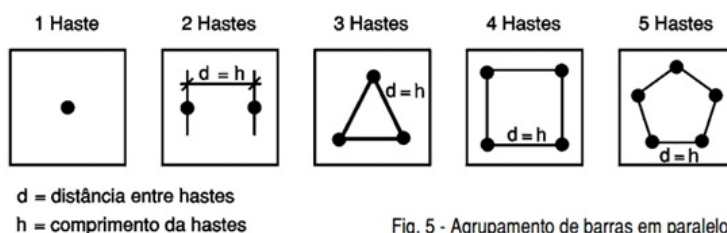


Fig. 5 - Agrupamento de barras em paralelo.

Fonte: aterramento elétrico – Alexandre Capelli

3ª dica

O eletrodo de cobre que você havia selecionado na 1ª dica, deverá ser enterrado no solo deixando cerca de 10 cm para fora. Lembrando que os sistemas de eletrodos mais utilizados são: hastes, chapas, cabos e malhas, em que qualquer um deles são sempre feitos de cobre.

4ª dica

Em seguida, conecta-se um cabo ao eletrodo de cobre que será levado até o quadro central. Esse cabo deve ser ligado a barra de terra, de tal forma a distribuir os fios, colocando um em cada eletroduto. Em outras palavras, cada circuito deve possuir o seu fio terra que será, então, conectado as tomadas.

5ª dica

Na hora de colocar o fio terra, a bitola dele deve acompanhar a bitola do fio fase, regra válida até cabos de 16mm². A partir disso, a bitola do fio terra pode apresentar a metade da dimensão do fio fase.

Como padrão, utilize para as cores do fio terra verde e/ou amarelo.

6ª dica

Após a instalação de seu fio terra, substitua as tomadas antigas, de dois polos, pelas de 3 polos, ligando-a no terceiro fio da tomada.

O uso do fio terra é de extrema importância, mas vale lembrar que só ele não garante a nossa segurança contra correntes elétricas.

Então, para se ter um sistema de aterramento elétrico eficiente e seguro se faz necessário a instalação de um **Dispositivo Diferencial Residual (DR)**.

Análise de Áudio&Acústica

Adequação Acústica

Espaço Arvoredo SESC Cacupé

Cliente:
Localização:
Engenheiro Mec:
Contatos:
e-Mail:

SESC SC
Florianópolis
Renato Pimentel
(48) 991113909 (whatsapp)
themagicplace@hotmail.com