

Escola de Tecnologias e Arquitetura
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Mestrado Integrado em Arquitetura

Tiago Filipe Pinheiro Batista

Trabalho de projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura

A MÚSICA DA ARQUITETURA: GRAMÁTICAS DE CONCEPÇÃO

Orientadora:
Professora Alexandra Paio, ISCTE-IUL

Coorientador:
Professor Sancho Oliveira, ISCTE-IUL

CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

Tutor: Professor Pedro Pinto, ISCTE-IUL

[Novembro, 2016]

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS **07**

PARTE I – VERTENTE TEÓRICA **08**
A MÚSICA DA ARQUITETURA: GRAMÁTICAS DE CONCEPÇÃO

I. ARQUITECTURA E MÚSICA: Conceitos e Analogias 21
II. CASOS DE ESTUDO 65
III. PROPOSTA DE INSTALAÇÃO 95
IV. REFLEXÕES FINAIS 119

PARTE II – VERTENTE PROJECTUAL **148**
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

I. ESTRATÉGIA DE GRUPO 155
II. PROPOSTA INDIVIDUAL 182

AGRADECIMENTOS

A todos os professores que acompanharam o meu percurso, especialmente: à professora Alexandra Paio, não só pela orientação neste último ano mas também pela forma confiante e aprazível como me ajudou em todo o meu percurso; ao professor Pedro Pinto pela incrível ajuda no desenvolvimento desde projeto final; e ao professor Sancho Oliveira pelo apoio na investigação final.

A toda a minha família, especialmente aos meus pais, Alda e António, à minha irmã Susete, ao meu sobrinho Luís e à minha avó Otília que são, sem dúvida, o grande pilar da minha vida. E, apesar de estarem longe, estiveram e estão sempre comigo.

Ao André, por esta incrível viagem que só agora começou. Um especial obrigado por tudo o que partilhas e ensinas, todos os dias.

A todos os meus amigos, especialmente: ao Eduardo. Sou um privilegiado por poder contar com a tua amizade e estima. A tua ajuda ao longo destes anos foi incrível e jamais irei esquecer. Sem dúvida que a nossa amizade irá perdurar; ao João, por estes anos em que tanto partilhámos. Desde os primeiros dias de faculdade até hoje. Seremos sempre os artistas, Rambo; à Ariana, pela constante presença e ajuda. És uma inspiração para mim; ao Nuno, pelas loucuras musicais nos "Copycats". A tua sabedoria é incrível; aos restantes "Copycats", Fred e Duarte; à Isadora que, mesmo estando longe, está sempre comigo; à Vera, à Filipa, à Cris, à Patrícia e à Susana por me inspirarem todos os dias.

Ao grupo de trabalho deste último ano, Soraia, Renata, Margarida e (novamente) João. Pelo o apoio académico e pela boa disposição. Ao Bruno Colaço, à Filipa Osório e ao Simão Costa por toda a ajuda que me deram nesta fase final.

E a todos os que contribuíram para o meu crescimento artístico enquanto Filipe Keil

"neste celebre fenómeno que é ser na imensidão de luzes que nos abraçam".

PARTE I

VERTENTE TEÓRICA

A MÚSICA DA ARQUITETURA:
GRAMÁTICAS DE CONCEPÇÃO

RESUMO

De que forma a Arquitetura e a Música se assemelham? Como é possível demonstrar essas semelhanças? Quais os desafios contemporâneos? A presente dissertação pretende responder, de forma breve, às questões colocadas. Começa por descrever uma análise critica, temporal e analógica entre as relações conceptuais e performativas da Música e da Arquitetura. Finaliza com uma proposta para uma instalação interativa que responda aos novos desafios contemporâneos da relação entre as duas áreas. Ou seja, proposta individual pretende sintetizar visualmente um conjunto de conceitos captados e referenciados criando uma instalação interativa que se molda no espaço de acordo com uma obra musical tocada em simultâneo por um músico. A música dá assim origem à forma.

A revolução digital está a introduzir novos desafios à arquitetura e à música. A integração de computação desde os anos 60, e em especial no século XXI, está a provocar uma transformação no ambiente construído. A migração da computação dedicada a softwares para ambientes físicos fortalece diretamente a arquitetura como um agente transformador de espaço e a música pode ter um papel especial na performance. O facto dos objetos agirem e comunicarem com a ajuda da computação potência uma arquitetura mais interativa. A arquitetura cinética apresenta-se como uma forma de responder eficazmente ao novo paradigma.

Palavras-chave: Performance, Cinética, Espaço, Som e Gramática.

ABSTRACT

How do Architecture and Music resemble? How can you demonstrate their similarities? What are the current challenges? The present dissertation aims to briefly answer these questions. It begins by providing a critical, temporal and analog analysis between conceptual and performative relations of Music and Architecture. It ends with a proposal for an interactive installation that responds to new contemporary challenges in the relationship between the two areas. That is, the individual proposal aims to synthesize a visually set of captured and referenced concepts creating an interactive installation that molds itself according to a musical piece played simultaneously by a musician. Thus, music rises form the form.

The digital revolution is introducing new challenges to architecture and music. The integration of computing since the 60s, and especially in the twenty-first century, is causing a transformation in the built environment. The migration of computing dedicated to software for physical environments directly strengthens the architecture as a transforming agent of space and music and can have a special role in performance. The fact that objects act and communicate with the help of a more interactive computing power a more interactive form of arquitectura. The kinetic architecture is presented as a way to respond effectively to the new paradigm.

Keywords: Performance, Kinetics, Space, Sound and Lexic.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO **15**

OBJECTIVOS 18

METODOLOGIA 19

1. ARQUITECTURA E MÚSICA: CONCEITOS E ANALOGIAS

1.1. CONCEITOS ESTRUTURAIS E HISTÓRICOS **21**

1.1.1. Pensamento, linguagem e gramática 21

1.1.2. Música 25

1.1.3. Arquitetura 27

1.1.4. Relações históricas entre a música e a arquitetura 29

1.2. RELAÇÃO CONCEPTUAL **37**

1.2.1. Tratado de Vitrúvio 37

1.2.2. Tratado de Alberti 39

1.2.3. Desenho e Matemática 44

1.2.4. Gráfico e Diagrama 50

1.3. RELAÇÃO PERFORMATIVA **53**

1.3.1. Som e Imagem 53

1.3.2. Percepção 55

1.3.3. Homem como expressão: Corpo Humano 58
1.3.4. Espaço e Acústica 60

2. CASOS DE ESTUDO

2.1. RELAÇÃO CONCEPTUAL 65
2.1.1. Iánnis Xenákis 65
2.1.2. A Técnica Origami 72

2.2. RELAÇÃO PERFORMATIVA 83
2.2.1. Gordon Pask 90
2.2.2. Simão Costa

3. PROPOSTA DE INSTALAÇÃO 95
3.1. METODOLOGIA 95
3.2. ESTUDO PROGRAMÁTICO E SIMULAÇÃO DIGITAL 100
3.3. SISTEMA MECÂNICO E CINÉTICO 114

4. REFLEXÕES FINAIS 119
5. ÍNDICE DE IMAGENS 125
6. BIBLIOGRAFIA 130
7. ANEXOS 136

INTRODUÇÃO

Da necessidade de criação nasce a obra, processo de pensamento e de comunicação que se origina pelo engenho artístico. É destas premissas que surgem a Música e a Arquitetura. Áreas distintas estudadas pelo homem que permitem o desenvolvimento intelectual e artístico através da exploração dos sentidos e das percepções.

O arquiteto procura, desde sempre, entender ambas as disciplinas em toda a sua dimensão enquanto processos criativos com princípio, meio e fim, de forma a encontrar os seus pontos comuns e melhor compreender os fundamentos que as interligam.

O debate sobre estas ligações tem vindo a ser realizado ao longo dos séculos com o intuito de demonstrar os limites de intervenção e os fundamentos de união entre o som e o espaço. Ao tratar a temática da Música e a Arquitetura é indispensável abordar temas como a Imagem, a Percepção, o Corpo Humano, a Espacialidade e a Acústica.

Investigar ambas as disciplinas é procurar os instrumentos de representação que as unem na tentativa de encontrar pontos em comuns dentro dos processos individuais de representação de cada uma.

Essa representação é manifestada ao longo da história e é abordada de forma cronológica na presente dissertação.

O confronto entre as disciplinas encaminha a dissertação para a definição de dois tipos de relação: Relação Conceptual e Relação Performativa.

A Relação Conceptual é demonstrada tendo como ponto de partida os tratados de Vitrúvio e Alberti, bem como, da importância do Desenho, da Matemática, do Gráfico e do Diagrama. Estudar a organização da forma e a composição de um som através do Desenho é analisar as semelhanças entre ambos. Como apoio ao Desenho surgem o Gráfico e o Diagrama, ferramentas mais utilizadas na atualidade que servem de alternativa a processos convencionais.

A Relação Performativa relaciona-se com a imagem, com a reprodução do som e com a percepção dos mesmos. Os nossos sentidos recebem os sons e percepcionam um lugar dando uma noção interpretativa pessoal da envolvente na relação com a música e com o espaço, ligando a comunicação dos mesmos à expressão corporal e ao Homem. A acústica de um espaço tem uma importância preponderante na transmissão das percepções sonoras e, como consequência, tem influência na nossa consciência. Como referência apresentam-se Iánnis Xenákis e Gordon Pask. O primeiro relativo a uma relação conceptual arquitetura – música e o segundo com arquitetura – cibernética. Neste tópico, acrescenta-se a Técnica Origami onde a Matemática se liga à forma. A técnica origami é fundamentada pela obra *Folding Tecniques For Designers From Sheet To Form,* de Paul Jackson.

Para completar a relação performativa foi realizada uma entrevista ao músico e artista português Simão Costa. Trata-se de um músico empenhado na composição utilizando diversas fontes compositivas que não, apenas, o desenho convencional. Foge dos cânones fazendo uma mistura com outra artes com o objectivo de criar uma performance híbrida, onde há uma relação direta entre as qualidades da obra e o seu método de criação.

Todos os conceitos abordados servem de mote para a proposta final de uma instalação que auxilia, como ponto de partida, a conclusão. Desta forma, a instalação musical descritiva, na última parte desta investigação, surge como resultado de toda a pesquisa feita e da utilização dos casos de estudo como suporte de apoio.

É do constante debate sobre a Música e a Arquitetura, e os desafios contemporâneos às duas áreas disciplinares, que surge esta dissertação, procurando uma crítica através do estudo dos elementos estruturais de analogia, motivações históricas, exemplos práticos da sua aplicação e alguns casos de estudo que servem como mote para uma conclusão prática.

Como estrutura, a presente dissertação encontra-se dividida em três partes: Conceitos e Analogias; Casos de Estudo; e Proposta Individual.

Como registo de introdução ao trabalho, no presente momento são descritos os objetivos, apresentando as linhas de força em que se constitui a dissertação e a metodologia de foi utilizada para o seu desenvolvimento.

Esta dissertação segue as Normas APA.

OBJETIVOS

O objetivo desta dissertação é demonstrar temporalmente e analogicamente as relações conceptuais e performativas da música e da arquitetura, através: (1) Do estudo das bases estruturais de ambas as disciplinas, abordando temas como o Pensamento, a Linguagem, a Comunicação e a Ideia; (2) Da abordagem do termo Música, definindo a sua linguagem e as matrizes de composição; (3) Da abordagem do tema Arquitetura, definindo a origem, a linguagem e a representação; (4) Das relações presentes nos principais períodos da história; (5) Do estudo do Tratado de Vitrúvio; (6) Do estudo do Tratado de Alberti; (7) Da abordagem do Desenho e da Matemática, definindo os principais princípios de linguagem e de representação existentes na Arquitetura e na Música; (8) Da abordagem do Gráfico e do Diagrama, analisando os principais princípios e motivos de utilização; (9) Do estudo do Som e da Imagem, evidenciando o estudo da mensagem e do propósito artístico; (10) Da Percepção, estudando a sua utilização; (11) Do estudo do Corpo Humano como elemento comunicativo, explorando as diferentes formas de expressão de associam a Música à Arquitetura; (12) Do estudo do Espaço e da Acústica, expondo as principais definições e relações com o Espaço e o Som; (13) Da utilização de casos de estudo como evidência: Iánnis Xenákis e Gordon Pask; (14) A Técnica Origami; e (15) do conhecimento prático do músico Simão Costa. Os pontos indicados permitiram uma abordagem detalhada da obra e dos conceitos base de estruturação e utilização de ambas as disciplinas.

O objectivo final é o desenvolvimento de uma proposta de instalação que permite comprovar algumas das análises abordadas ao longo da dissertação.

METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta investigação divide-se nas seguintes fases:

(1) Contextualização

- Levantamento e leitura de bibliografia que integram a referenciação da dissertação;
- Escolha de casos de estudo de suporte à proposta individual;
- Entrevista ao músico Simão Costa;

(2) Instalação Experimental da Relação Música e Arquitetura

- Simulação em maqueta da proposta individual;
- Simulação 3D da proposta individual;
- Desenvolvimento de Gramática através do programa Grasshopper e Rhino;
- Simulação prática da relação entre um instrumento musical e simulação 3D;
- Recolha e tratamento de dados;
- Reflexões finais;

1. ARQUITETURA E MÚSICA: CONCEITOS E ANALOGIAS

1.1. CONCEITOS ESTRUTURAIS E HISTÓRICOS

1.1.1. Pensamento, linguagem e gramática

A música e a arquitetura são resultado do pensamento humano como ferramenta de criação no tempo e no espaço, respectivamente. Surgem da necessidade de comunicação e de expressão humana seguindo uma linguagem própria que evolui com o intuito de melhor expressar a lógica de raciocínio. É associada à linguagem e à comunicação que se desenvolvem as gramáticas necessárias para responder ao impulso do homem na criação musical e arquitectónica (Roque, 2008).

"Qualquer coisa que esteja presente à mente, seja ela de natureza similar a frases verbais, a imagens, a diagramas de relações de quaisquer espécies, a reações ou a sentimentos, isso deve ser considerado como pensamento" (Santaella, 2001, p. 55).

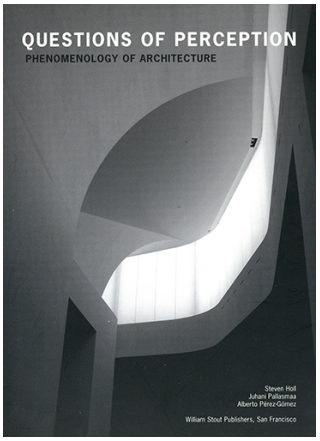
É através da capacidade de evolução do pensamento que se compõem os primeiros modelos teóricos de compreensão do mundo e das percepções (Roque, 2008). O pensamento organiza a rede propulsora da criação artística e é através do mesmo que surge o discurso de análise de uma obra de arte. A

obra surge do seu criador e da gramática utilizada. A gramática é determinada pela estrutura mental do artista e a sua personalidade criativa, manifestando-se no processo adotado (Roque, 2008). Os universos da música e da arquitetura têm regras de pensamento próprias, existindo contudo algumas formas de processamento que se assemelham. A Matemática, por exemplo, surge como elo de ligação mais evidente entre as duas áreas pois as noções de estrutura e de geometria estão presentes em ambas (Roque, 2008).

"(...) a linguagem é muito mais do que um simples meio de expressão do pensamento; constitui de facto um elemento maior na formação do pensamento" (figura 01) (Hall, 1986, p. 12).

A linguagem é utilizada como processo individual de criação de uma obra de arte e segue um conjunto de normas que advêm de diferentes processos de pensamento que regem todo o seu funcionamento. A linguagem não é estática, evolui tendo em conta a época e as circunstâncias evolutivas inerentes à espécie humana (Roque, 2008).

Como consequência da análise dos processos de comunicação, foram defendidas, ao longo das últimas décadas, duas formas de pensamento: (1) a visão estruturalista[1], defende a linguagem que se baseia em cânones; e (2) a visão serial, defende a individualidade da linguagem sem o recurso à repetição ou a uma estrutura pré-definida, utilizando os elementos existentes de forma livre. Assim, enquanto a visão estruturalista se baseia em regras



01 - Steve Hall (1947), é um arquiteto dos U.S.A. que lançou a obra *Questões de Percepção*. Uma das obras mais importantes no estudo da percepção humana e da experiência da percepção na arquitetura.
(fonte: http://www.stevenholl.com/books/47)

[1] Visão ou Teoria Estruturalista foi criada na década de 50, devido aos primeiros princípios sociais e filósofos da Teoria das Relações Humanas.

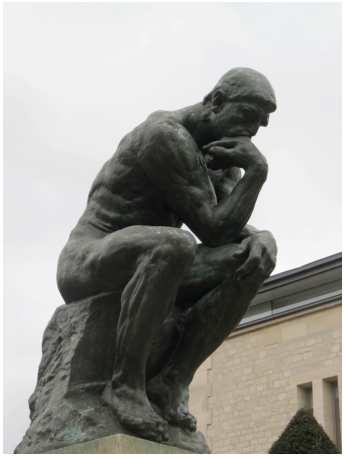
anteriormente estabelecidas, a visão serial[2] procura a individualidade dos elementos e a sua exploração própria (Roque, 2008).

É a partir destes princípios básicos que se desenvolve o pensamento e o sistema de assimilação permitindo uma estruturação de uma ideia que é resposta ás circunstâncias de uma época (figura 02) (Roque, 2008).

O antropólogo alemão Edward Sapir[3] (1929, p. 69) considerava, nas suas obras, que *"É uma perfeita ilusão imaginar que a adaptação dos indivíduos ao real se pode fazer sem a utilização fundamental da linguagem e que a linguagem não passa de um meio acessório para a solução dos problemas mais específicos da comunicação ou da reflecção"*.

A ideia é a representação do pensamento elaborado. Ela surge construída por informações que definem uma mensagem como sequência de signos elementares. É um forte impulso para a criação artística pois o criador detém, seguindo uma base elaborada, as informações iniciais necessárias para comunicar o seu propósito artístico (Roque, 2008). Como afirma Hanslick (1994, p. 34):

"Toda a actividade artística consiste, porém, em individualizar ideias gerais, na transformação do indefinido em algo de definido, do genérico em algo de particular".



02 - *O Pensador* (1902). Obra do escultor Francês Auguste Rodin. (fonte: https://artelocalizada.wordpress.com/tag/o-pensador/)

[2] Método que surgiu na década de 20, proveniente da permutação e da matemática pelo compositor Austríaco Schoenberg (1877-1951).

[3] Edward Sapir (1884-1939), foi considerado uma das figuras mais importantes da antropologia no estudo da Linguagem. (fonte: http://www.nap.edu/read/5737/chapter/1)

Todas as ideias estimulam uma gramática que dá significado a uma obra. As ideias moldam as características do objecto idealizado, transformando o mesmo em algo definido e representativo do exercício de pensamento produzido previamente (figura 03).

Como refere o Arq. C. J. (*apud* Roque, 2008, p. 27): *"A arte representa-se por símbolos, ou seja por uma comunicação de ideias"*.

A comunicação das ideias é feita seguindo os instrumentos de representação regentes em cada área disciplinar. Na arquitetura, o projetista desenha a ideia do espaço, na música, o artista escreve e compõe através das notas, ou seja, desenha a ideia do som.

Podemos, desta forma, atestar que as bases de processo de criação são idênticas na Música e na Arquitetura.



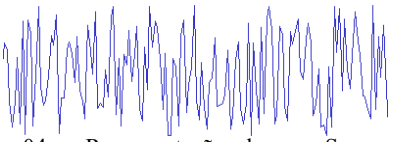
03 - *Femme Assise Accoudée* (1939), é uma obra do artista Pablo Picasso. O artista procurou nas suas obras a desconstrução das percepções e das ideias através do Cubismo.
(fonte: http://duzettdistrict.com.br/a-grande-exposicao-de-pablo-picasso-em-sp/)

1.1.2. Música

A música surgiu genuinamente do som, do som produzido pelo homem e pela natureza (figura 04). A partir destes surgiram os primeiros vocábulos das gramáticas musicais, como: o ritmo[4]; a altura[5] e a intensidade[6]. Os primeiros elementos fomentaram a criação de experiências musicais que, de acordo com épocas primitivas, tinham utilizações mais práticas retratando os primeiros traços criativos no seu uso em atos de culto, como por exemplo: primeiras manifestações religiosas.

A linguagem musical é abstracta, utiliza determinados elementos matemáticos como suporte de criação para representar uma intensão sonora pretendida visto que a referência musical não é material (Roque, 2008). A pauta é um exemplo de elemento básico e inicial de representação gráfica da música. É representada por segmentos horizontais e neles surgem elementos geométricos que sugerem a repetição, a simetria, a sequência, entre outros (figura 05).

O compositor não utiliza a Matemática como inspiração, apenas utiliza essa linguagem funcional como representação. Assim, os elementos utilizados sugerem uma representação geométrica e matemática como representação do seu valor e posição sonora (Roque, 2008).



04 - Representação de um Som através de um espectro sonoro. Um espectro representa a evolução da intensidade de um som no tempo. (fonte: http://www.cochlea.eu/po/som/representacao-do-som)



05 – *Lacrimosa* de Mozart (1761). Exemplo de Pauta utilizada e aperfeiçoada desde a idade Média. (fonte: http://imslp.org/wiki/Requiem_in_D_minor,_K.626_Mozart,_Wolfgang_Amadeus)

[4] Ritmo - Sucessão dos tempos de uma frase musical. (fonte: http://www.conceito.de/ritmo)
[5] Altura - Recepção do ouvido humano da frequência fundamental de um som que é grave ou agudo. (fonte: http://www.descomplicandoamusica.com/altura-do-som/)
[6] Intensidade - Volume de um som. (fonte: http://www.conceito.de/volume)

Os elementos matemáticos e geométricos utilizados na música são o alfabeto para o compositor mas a sua leitura, tal como na escrita, não é sempre igual. Uma composição musical idêntica tocada em diferentes ocasiões, em diferentes tempos históricos ou em diferentes ambientes vai ter sempre variações sonoras pois depende do contexto. A acústica, é outro ponto basilar para o tipo de interpretação sonora que um ouvinte tem. Um mesmo som em acústicas diferentes vai ter características diferentes para o ouvinte. Segundo Stockhausen (*apud* Roque, 2008, p. 26):

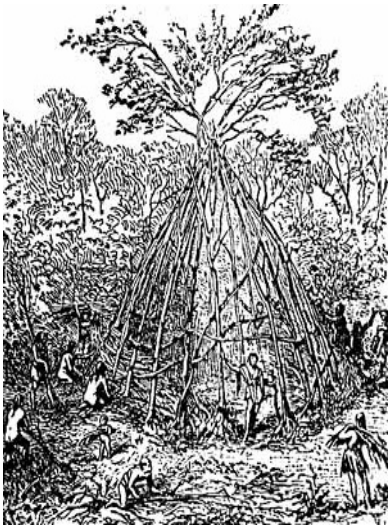
"Compor socorrendo-se de uma fórmula emergente de procuras mentais, supramentais, inteligentes, intuitivas, ponderadas, imaginadas, outra coisa não é, de facto, do que criação".

A composição, segundo Arnold Schönberg (1959), é constituída por harmonia, contraponto e teoria da forma: a harmonia diz respeito aos acordes[7] e às posições melódicas utilizadas; o contraponto representa a ligação vocal com a harmonia musical; teoria da forma representa toda a disposição estrutural de uma composição. A teoria da forma surge como conjunto de harmonias organizados de acordo com o aspecto pretendido pelo artista, tendo cada som as suas características próprias. O som pode ter diversas frequências, o que indica ser um som musical ou não (ruído) e é um transporte mental de significados (Roque, 2008). O ouvinte interpreta, através do sistema auditivo, a mensagem sonora expressa pelo artista não necessitando ter conhecimentos de leitura musical dos elementos representados pelo compositor.

[7] Acorde – Quanto duas ou mais notas são tocadas simultaneamente.
(fonte: http://www.descomplicandoamusica.com/acorde/)

1.1.3. Arquitetura

A arquitetura surgiu genuinamente da necessidade de exploração do espaço, da construção prática do abrigo como elemento primórdio de proteção humana (figura 06). A partir daí desenvolveram-se as primeiras casas e povoações. Mais tarde, a Arquitetura surgiu como área de exploração conceptual no estudo do espaço (Roque, 2008).



06 - *O primeiro edifício* de Viollet-le-Duc (1875). Estudos de habitação primitiva.
(fonte: http://repositorio.ulusiada.pt/bitstream/11067/457/1/ral_3_13.pdf)

Tal como na música, a arquitetura é representativa de uma época visto que responde a um sistema de pensamento associado ao contexto político, social, económico, cultural e tecnológico. Segundo Roque (2008) a sua linguagem pode ser comunicada de duas formas: (1) através da matemática, com equações analíticas que descrevem os elementos utilizados; (2) ou desenho, representando uma imagem geométrica descritiva.

Matematicamente a Arquitetura é representada numa dimensão espácio-temporal. Trata-se de uma descrição seguindo uma sequência lógica de pensamento onde integra determinados valores incitando ao planeamento dimensional.

Roque (2008) afirma, também, que tanto na música como na arquitetura existem semelhanças entre as noções de tempo e de espaço: horizontalidade e verticalidade; posição; forma e cor. Estes elementos podem ter uma ligação captada pela nossa visão como podem estruturar as composições que ouvimos.

Nesta acepção, é possível dizer que é por meio do risco geométrico e/ou Matemático que a Arquitetura e a Música se encontram pois ambas passam pela mesma dimensão espácio-temporal. Por outras palavras, é através deste tipo de semelhança representativa e comunicativa de uma ideia que se associa a relação entre a Arquitetura e a Música. Independentemente do objeto ser uma composição musical ou uma forma espacial, as noções de estruturação são idênticas.

Segundo Umberto Eco[8] (1977, p. 261),

"Nenhuma ciência pode hoje considerar as estruturas do seu corpo como reduzidas a uma disposição qualquer de partes quaisquer. Só será estruturada a disposição que obedeça a duas condições: é preciso que ela seja um sistema regido por coesão interna; é preciso que tal coesão, inacessível à observação de uns sistema isolado, se revele no estudo das transformações, graças às quais encontramos propriedades similares em sistemas aparentemente diferentes".

[8] Umberto Eco (1932-2016) foi um escritor e filosofo Italiano. Foi também professor e diretor da Escola Superior de Ciências Humanas na Universidade de Bolonha.

1.1.4. Relações históricas entre a música e a arquitetura

Para melhor entender a relação entre a música e a arquitetura é pertinente fazer uma breve descrição histórica ao longo da analogia estrutural entre alguns conceitos abordados.

As duas áreas disciplinares acompanham-se desde a relação primitiva do homem com o espaço e com o som. Contudo, é a partir do período Grego que surgem as primeiras comparações notórias (figura 07).



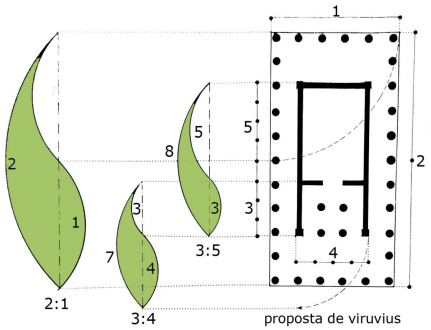
07 - Antigo vaso representando uma lição de Música. Período Grego. (fonte: http://www.slmusicmagazine.com/a-musica-grega/)

Neste período a arquitetura e a música relacionavam-se fortemente com a importância dos números. Com o aparecimento de Pitágoras surgem as primeiras proporções harmónicas sobre os intervalos consonantes[9]. Através de proporções matemáticas determinam-se relações numéricas entre sons (Rodrigues, 1999). O sistema criado por Pitágoras[10] é ainda hoje utilizado na escrita musical. Pitágoras considerava que a música e a aritmética eram disciplinas complementares dando grande importância aos números como elemento base do universo. A filosofia Pitagórica teve grande influência na arquitetura pois permitiu realizar uma teoria estática que relacionava a música e a arquitetura através das proporções harmónicas (Rabelo, 2007). Essas proporções foram utilizadas na arquitetura dos templos fazendo analogia à harmonia, equilíbrio e perfeição (Coelho, 2009).

[9] Intervalos que se baseiam na repetição e no uso de sons harmônicos, ou seja, sons agradáveis ao ouvido humano. (fonte: http://dineisantos.blogspot.pt/2012/09/intervalos-consonantes-e-dissonantes.html)

[10] Pitágoras (c. 570 – c. 495 a.C). Um dos maiores filósofos e matemáticos Europeus. Foi responsável pelo ensinamento de vários conhecimentos aprofundados ao longo de décadas pelo próprio nas suas peregrinações em busca de sabedoria. (fonte: http://www.prof2000.pt/users/paulap/pitagoras.html)

No período Romano, Vitrúvio [11] no tratado "Os dez livros de Arquitectura" faz um ensaio de vários conhecimentos, como: Geometria, Aritmética, História, Música e Astrologia. Vitrúvio defende a importância das proporções canónicas da Matemática e das proporções harmónicas da Música para a arquitetura e o trabalho do arquiteto (figura 08). Nesta época, segundo Coelho (2009) a música tinha uma melodia única, apenas estava ligada à métrica do canto.



08 - Desenho de templo por Vitrúvio comparado a proporções musicais. (fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/tag/vitruvius/)

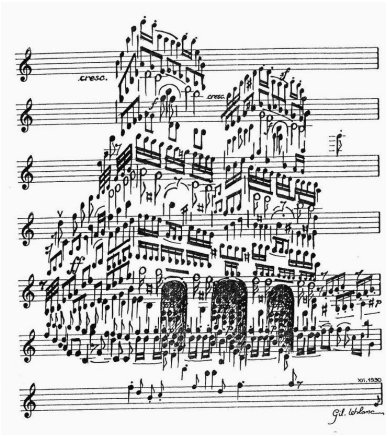
No período Paleocristão, a música surge como sistema Filosofo-Musical ligada diretamente ao ritual cristão. Surgiram os salmos acapela, monocórdicos sem ritmo ou medida, priorizando a simplicidade. A música ficou assim direcionada para a liturgia, entoada num espaço com o propósito de enfatizar a ligação transcendente entre o crente e o divino. Santo Agostinho[12] e Boécio[13] são responsáveis pela translação das ideias Pitagóricas do mundo pagão para o mundo cristão (Coelho, 2009).

O período Românico ficou marcado pela criação da pauta, comum nos dias de hoje, e da construção musical. Neste período, há um grande paralelismo entre a música e arquitetura ao explorar a horizontalidade e a falta de ornamentação. O principal objectivo era obter a máxima

[11] Vitrúvio (c. 90 - c. 20 A.C.). Arquiteto e Engenheiro romano que desenvolveu várias áreas de saber na procura de apresentar novas regras ideais de beleza para o homem clássico (Melo, 2013).
[12] Santo Agostinho (354 d.C. – c. 430 d.C.). Bispo de Hipona e professor catedrático. Procurou a razão e a compreensão do ser humano através da filosofia (Silva, 2008).
[13] Boécio (480-524 d.C.). Tradutor, filosofo e intermediário da cultura e filosofia greco-romana-medieval. Fez revisão e analise de vários conhecimentos do pensamento grego para a cultura cristã (Sangalli, 2014).

simplicidade. O estudo da acústica foi importante para construção dos templos (Coelho, 2009).

Como oposição ao Românico o Gótico é mais elaborado. A construção vertical, é a tentativa de aproximar o crente do céu, a procura do lugar transcendente. É neste período que surge a polifonia[14]. As linhas melodias passam a ser mais elaboradas, produzidas e, tal como na Arquitetura, passam a ser compostas de forma mais vertical (figura 09) (Coelho, 2009).



09 - Representação da verticalidade musical associada à arquitetura Gótica. (fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/)

O Renascimento trouxe à arte a valorização da natureza. A cor e a sombra surgem como elementos importantes de ligação ao essencial para o Homem. Vitrúvio e Pitágoras foram redescobertos pelos arquitetos da época e, através dos seus estudos, foi iniciada a procura do conhecimento do passado e da ligação entre as diferentes áreas criativas. Há um enorme desenvolvimento matemático com a estruturação de uma ordem natural. A arquitetura surge como ciência quase exata. Toda a construção era elaborada através das relações matemáticas, na procura da harmonia formal. O estudo das proporções alargou-se até no estudo das proporções do homem. Na música, o estudo das proporções harmónicas pretendeu evidenciar a beleza e a simetria do mundo. O arquiteto Andréa Paládio[15] considerava que o som e o espaço deviam de estar ligados e em consonância com o universo através do mesmo sistema harmónico. O

[14] Polifonia – Quando dois ou mais sons se interligam criando uma determinada harmonia. (fonte: http://conceito.de/polifonia)

[15] Andrea Palladio (1508-1580) foi um arquiteto Italiano, com obras de grande notoriedade, que utilizou as suas reflexões, baseadas em Vitrúvio e Pitágoras, sobre a importância da proporção e da razão nas obras arquitetônicas. (Duarte, 2009).

carácter monumental assume assim uma grande importância nas composições musicais enaltecendo o espírito da época. A harmónica e a proporção fizeram parte da linguagem da música e da arquitetura da época (Coelho, 2009).

Na progressiva transição para o Barroco, a ornamentação excessiva foi evadindo a arquitetura e a música. Neste período, houve liberdade no movimento, na geometria das formas e convecções. A harmonia perdeu importância e a exploração da ornamentação de outras áreas permitiu uma maior liberdade criativa, com a intenção de despertar os vários sentidos do espectador. A música seguiu as tendências da época. O dramatismo chegou às composições com o surgimento da Ópera (figura 10). Tal como na arquitetura, a música utilizou a intensidade de expressão e o excesso de elementos compositivos: linhas melódicas quebradas dando ideia de movimento, amplitude de escala, etc (Coelho, 2009).

O Classicismo procurou a origem, influenciado pela cultura Grega e Romana. O pensamento racional voltou a tomar lugar quebrando o excesso presente no Barroco. A arquitetura, assim como a música, depurou o seu estilo valorizando o equilíbrio e importância da forma. A composição dispensou qualquer tipo de efeitos triviais. Ambas áreas disciplinares procuraram o ritmo harmónico, simétrica e rigor geométrico (Coelho, 2009).

O Romantismo inspirou-se na Idade Média. Ao contrário de outros estilos, o Romantismo valoriza a emoção acima da razão, sendo notório nas obras da época. Os princípios de ordem, simetria e harmonia foram assim



10 - Capa da ópera Giulio Cesare (1685), de Haendel, compositor notável da época Barroca.
(fonte: http://imslp.org/wiki/Giulio_Cesare_in_Egitto,_HWV_17_Handel,_George_Frideric)

rejeitados dando valor a princípios relativos ao espírito. Na música as composições eram feitas de extremos, onde o movimento e a liberdade de composição eram valorizados na tentativa de realçar o sentimento expresso pelo artista. Na arquitetura os valores impressos são idênticos à música da época: a liberdade e o movimento como forma pura de ligação à emoção (Coelho, 2009).

O século XX representa uma amálgama de estilos na criação musical e arquitectónica. Na arquitetura surge a Arte Nova que renegava todos os princípios académicos neoclássicos e neobarrocos dando uma grande importância à verticalidade e linearidade das formas com conotação fluída e graciosa. O material utilizado na construção torna-se o principal foco da arquitetura.

No final do século XX, na música a tonalidade perde importância dando valor ao serialismo. Como consequência, dá-se um forte paralelismo entre a arquitetura desconstrutivista[16] e a música serialista (figura 11) (Roque, 2008).

[16] Movimento critico que elabora reflexão sobre ideais arquitetônicos pré-estabelecidos de forma e função.



11 - Arquitetura descontrutivista. *Museu Judaico* em Berlim, de Libeskind (1989), baseado na partitura de Moses und Aron de Shoenberg (1932).
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/01/11/serialismo-musical-e-desconstrutivismo-arquitetonico/)

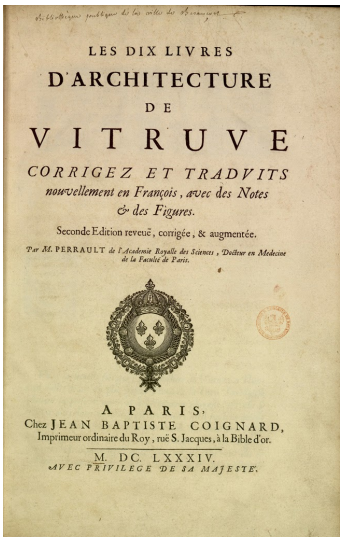
A música e a arquitetura procuram novos valores dando importância à liberdade compositiva seguindo diversas estruturas de criação. As partituras puderam dar lugar a esquemas e novas formas de escrita musical foram abordadas. A arquitetura caracteriza-se pela diversidade de movimentos e pela desconstrução de valores preconcebidos, não havendo um caminho único para atingir um objectivo artístico pretendido (Coelho, 2009).

Com base nesta breve descrição histórica é possível apontar dois tipos de relação entre a música e arquitetura: (1) relação conceptual e (2) relação performativa. Os tipos e conceitos associados, são o mote para o aprofundamento de alguns exemplos de relações pertinentes na evolução musical e arquitectónica.

1.2. RELAÇÃO CONCEPTUAL

1.2.1. Tratado de Vitrúvio

O Tratado de Vitrúvio (27 a 16 a. C.) *De Arquitectura* foi o primeiro documento que teve como base uma reflexão sobre conhecimentos em diversas ciências e artes (figura 12). Surge como exemplo de estudo na relação interdisciplinar que dominou toda a época Romana. Vitrúvio considerava que o arquiteto deveria dominar diversas áreas de estudo para conseguir melhores resultados nas suas obras. Entre elas a Geometria, História, Matemática, Música, Astronomia e até Medicina.


LES DIX LIVRES
D'ARCHITECTURE
DE
VITRUVE
CORRIGEZ ET TRADVITS
nouvellement en François, avec des Notes
& des Figures.
Seconde Edition reveuë, corrigée, & augmentée.
Par M. PERRAULT *de l'Academie Royalle des Sciences, Docteur en Medecine de la Faculté de Paris.*
A PARIS,
Chez JEAN BAPTISTE COIGNARD,
Imprimeur ordinaire du Roy, ruë S. Jacques, à la Bible d'or.
M. DC. LXXXIV.
AVEC PRIVILEGE DE SA MAJESTE.

12 - Obra *De Arquitectura* de Marcus Vitruvius Pollio. (27 a 16 a. C.).
(fonte: http://digi.ub.uniheidelberg.de/diglit/vitruvius1807bd1)

"A ciência do arquiteto é ornada de muitas disciplinas e de vários saberes, estando a sua dinâmica presente em todas as obras oriundas das restantes artes. Nasce da prática e da teoria. A prática consiste na preparação contínua e exercitada da experiência, a qual se consegue manualmente a partir da matéria, qualquer que seja a obra de estilo cuja execução se pretende. Por sua vez, a teoria é aquilo que pode demonstrar e explicar as coisas trabalhadas proporcionalmente ao engenho e à racionalidade" (Maciel, 2007, p. 146).

Vitrúvio descreve uma ligação profunda entre a forma e o conteúdo, dando grande relevância ao lado experimental e conceptual da realidade. Segundo Maciel (2007) a sua reflexão desenvolve uma dialética que permite, através da busca de conhecimento na Antiguidade, renovar a linguagem utilizada nas diversas artes, inclusive na relação entre a Arquitetura e a Música.

Vitrúvio demonstra, também, a importância das proporções existentes na obra arquitectónica recorrendo aos estudos de Pitágoras na relação musical e arquitectónica.

"A música, o arquitecto deveria compreendê-la de tal modo que detenha os conhecimentos teóricos, canônicos e matemáticos, bem como 'afinar' balistas, catapultas e scorpiones no justo tom" (Rua, 1998, p. 8).

O tratado, dividido em dez livros, aborda ainda a preocupação da relação do comportamento sonoro nos espaços arquitectónicos, ligando a acústica com as propriedades espaciais.

O corpo humano surge como referência arquitectónica de forma a entender a harmonia entre as dimensões utilizadas. Esta referência foi utilizada em diversas construções Romanas como o exemplo do Arco do Triunfo de Constantino (Lima, 2014).

1.2.2. Tratado de Alberti

O Tratado de Alberti (1485) *De Re Aedificatoria* é um dos exemplos mais pertinentes de ligação conceptual entre as duas disciplinas visto que o seu conteúdo é explorado até dias de hoje. Aberti desenvolveu uma análise crítica ao tratado de Vitrúvio acrescentando bases sólidas de concepção artística. Alberti, como um dos mais importantes escritores humanistas da era clássica, dedicou-se ao estudo de diversas artes desenvolvendo ensaios de consolidação de conhecimentos. Estudou Matemática, Geometria, Astrologia, Música, entre muitas outras áreas. Foi poeta, pintor, escultor e arquiteto. O discurso Albertiano assentava na tentativa de descoberta dos valores substanciais de cada arte. Definiu algumas regras relacionadas com os acontecimentos do seu tempo tentando transmitir um maior rigor nos procedimentos básicos de execução. A matriz da razão compositiva implícita numa obra de arte era fundamental para um discurso teórico (Pacheco, 2005). Segundo Pacheco (2005, p. 96):

"Arte é criar qualquer coisa a partir da razão".

A beleza e a procura de compreensão da natureza são os pontos primordiais na obra de Alberti, considerando que a beleza, tal como na natureza, é inerente aos corpos e às formas (Pacheco, 2005). A criação deveria procurar a simplicidade, só através desta seria possível existir uma visão mais límpida das estruturas desenvolvidas e das suas harmonias,

existindo assim, nas suas obras, a procura de uma filosofia pura. Qualquer tipo de ornamento com noção de acréscimo não poderia existir pois a beleza residia no essencial e harmónico.

"A música é geometria transportada ao mundo dos sons, e as mesmas harmonias que são audíveis na música formarão a geometria do prédio" (Coli, 1983, p. 163).

Alberti defendeu a conexão entre disciplinas tendo em atenção a importância da relação entre a teoria das proporções e os intervalos musicais. A métrica, o ritmo, a harmonia e a composição deviam de ser consolidados de formas semelhantes entre as duas áreas. A relação que ele desenvolve entre a música e a arquitetura é a aplicação de princípios harmónicos e de composição musical nas regras de proporção arquitectónica. A música dos números podia ser usada como harmonia das proporções. Alberti relacionou ainda a importância da matemática como elo de ligação e construção entre estas duas disciplinas.

Como resultado da sistematização gramatical surge a obra *De Re Aedificatoria* considerando o rigor e princípios éticos como ponto fulcral do prazer estético. Alberti procurava também o uso de proporções não só belas mas "convenientes à obra como um todo" (*apud* Pacheco, 2005, p. 97), definindo assim uma linguagem óbvia de entendimento de uma obra. Alberti procurou utilizar semelhantes bases de composição, pensando o

edifício como um todo onde todos os seus elementos fizessem parte da mesma matriz.

No tratado de *De Re Aedificatoria* (1485), Alberti realizou uma análise detalhada de tratados medievais, entre os quais o tratado de música de Boécio, analisando referências matemáticas (figura 13). Partindo desse princípio fez uma analogia entre as duas áreas para retirar os princípios ordenadores que entrassem em consonância. Defendeu que o arquiteto deveria alcançar uma conexão correta entre os elementos primordiais de harmonia: números, proporção e posição – *Concinnitas* (Lima, 2014).

Através de diferentes tipos de planos Alberti conseguia relacionar intervalos musicais com módulos variados que poderiam ser utilizados em altura, comprimento e largura. Como exemplo, a fachada de um edifício podia ser trabalhada de acordo com uma proporção musical de 2:1 (uma oitava), ou seja, através de um quadrado que podia ser dividido em diversas frações ou podia ser repetido, dando origem a um grande número de possibilidades espaciais. A *Basílica de Santa Sabina* em Roma é um forte exemplo de relação proporcional de monodia cristã que seguiu um trecho musical de *Alleluja Dies* (figura 14). Seguem-se também os exemplos da Basílica Românica de Santa Maria Madalena (figura 15) e da Catedral de Notre Dame (figura 16).


I DIECI LIBRI
DI ARCHITETTURA
DI
LEON BATTISTA ALBERTI
TRADOTTI IN ITALIANO
DA COSIMO BARTOLI
NUOVA EDIZIONE
DILIGENTEMENTE CORRETTA E CONFRONTATA COLL'ORIGINALE LATINO,
ED ARRICCHITA DI MOLTE RARI RICAVATE DALLA MISURA MEDESIME ASSEGNATE DALL'AUTORE.
IN ROMA MDCCLXXXIV.
NELLA STAMPERIA DI GIOVANNI ZEMPEL PRESSO MONTE GIORDANO
CON LICENZA DE' SUPERIORI.

13 - Obra *De Re Aedificatoria*, de Alberti (1485).
(fonte: https://italianrenaissance1.wikispaces.com/Architecture+Early)



14 - *Basílica de Santa Sabina*, Roma (422).
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/01/05/leon-battista-alberti/)



15 - A *Basílica Românica de Santa Maria Madalena* em Vézelay, França. Segue uma referência de um trecho de *Te Deum*.
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/10/05/leon-battista-alberti/)







16 - A *Catedral de Notre Dame* de inspirou-se num trecho de *Fuions de ci.*
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/10/05/leon-battista-alberti/)

1.2.3. Desenho e Matemática

O desenho faz a representação figurativa do processo de pensamento do arquiteto manifestando maior ligação entre a forma e o autor, assim a ideia é moldada através dos movimentos da sua mão. Desenhar catalisa a atenção para o objecto desenhado, dando maior importância à sua forma e *"é uma expressão artística aplicada através da manipulação de contrastes"* (Roque, 2008, p.23).

Desenhar representa um ato livre e interativo com o objecto, isto é, o desenho é uma intensão estética mas no ponto de vista estrutural pode não ser representativo. O desenhador atribui ao desenho um significado simbólico e abstracto da obra desenhada pois o desenho pode não confinar ao objecto uma organização que o estruture (Roque, 2008).

O desenho surge como processo intelectual, um pensamento gráfico, que pode ter uma noção estética ou informativa e que regista sempre informações no sentido de comunicação de ideias.

"Quando é necessário operar à velocidade do pensamento, com objectivo de dar rápida resposta […], o desenho tem-se afirmado como o meio ideal para, através de esbocetos desenhados rapidamente, possibilitar a criação e exatos quadros mentais de projectos. […] Nestes casos, a imagem é normalmente a forma de incorporar a máxima informação do objecto" (Jorge Spencer *apud* Roque, 2008, p. 29).

O desenho é o instrumento do pensamento arquitectónico, organizando todo o processo de criação e transformando o objecto imaginado num sujeito figurativo que passa do interior para o exterior (figura 17). É o espaço conceptual do arquiteto, pois é nele que se geram e organizam todos os pensamentos arquitectónicos (Roque, 2008).

Segundo Roque (2008) o ato de desenhar como método de comunicação pode ultrapassar muitas vezes a própria verbalização das ideias sendo um modo de fala por arquitetos e músicos. Tanto na música como na arquitetura o desenho dá espaço para o planeamento estruturado de uma obra. Essa estruturação pode ser explicita ou implícita.



17 - Desenho de Óscar Niemeyer do *Museu de Arte Contemporânea de Niterói*. A forma e inspiração do Arquiteto através do desenho. (fonte: http://www.vercompalavras.com.br/blog/as-curvas-de-niemeyer/)

A música alia os processos inerentes à abstração do som a instrumentos matemáticos e geométricos através do desenho, permitindo criar um lado pessoal cognitivo relacionado com a entidade de quem cria. A música possui um vasto território de instrumentos compositivos. A organização dos sons e a sua posição são demarcadas por intensões artísticas, mesmo as músicas baseadas no caos. Todos estes elementos se inserem no tempo com uma determinada força e disposição melódica (Roque, 2008).

A Arquitetura alia desenho construção, modelando volumes e espaços captados pela atividade conceptual do projetista. O desenho é feito por etapas, seguindo as intensões primárias do pensamento cartesiano, através de um apuramento da espacialidade. Esta, posteriormente, pode ser representada através de modelos físicos 3D, desenho técnico ou outro suporte, sendo caracterizado por desenho externo.

Leonardo Da Vinci[17] considerava que o desenho era um método de análise usado pelo nosso cérebro como método de diálogo entre o raciocínio e a inteligência. Desta forma, o desenho era simplesmente a substância obtida do dialogo mental (Roque, 2008).

Na música, existem algumas frases melódicas utilizadas que, associadas a diferentes harmonias ou posições musicais, assumem uma nova composição com um desenho diferente. Segundo Roque (2008) a escrita musical através do desenho é meramente descritiva, como mote de

[17] Leonardo Da Vinci (1452, 1519). Renascentista responsável por notáveis estudos em diversas áreas do saber. Inclui áreas como Pintura, Escultura, Engenharia, Matemática, Física e Arquitetura (Fonseca, 1997).

representação mais utilizado para a correspondência aproximada do som correspondido. O desenho concede as características básicas para a posição de uma nota ou conjunto de notas no tempo e no espaço, associando-se a teorias do sentido[18].

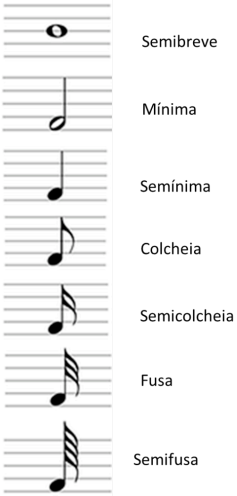
Para que um projeto seja bem-sucedido não basta apenas a ideia, é necessária a comunicação através do desenho, ligando a ideia à representação e à imagem. Um conceito é a tradução de um desenho interno a ser representado e o diálogo entre a ideia e a sua representação é que vão depurar a forma arquitectónica. Na música o processo é familiar à arquitetura, a organização é mental e representativa. Organizar o espaço arquitectónico ou musical é estabelecer um sistema estruturado de elementos que o representam.

"Toda a vida Humana é [...] invenção, produção de formas; toda a atividade humana, tanto no campo moral como no do pensamento e da arte, origina formas, criações orgânicas e perfeitas, dotadas de compreensibilidade e autonomia próprias" (Eco, 2000, p. 15).

Segundo vários autores, a música e a arquitetura colocam-se numa dimensão representativa através do desenho e da sua conotação matemática (Roque, 2008; Consiglieri, 2000; Grilo, 2013). Sendo assim, o desenho refere-se também aos sistemas e códigos geométricos ligados ao pensamento. A música é construída matematicamente através de figuras

[18] Teoria do Sentido - Determina conteúdos de uma linguagem que depende de um determinado contexto cultural e temporal.

que dão uma determinada conotação sonora pré-estabelecida. A unidade dá propriedade a uma nota. A música é representada por figuras que regram a composição (figura 18), como o exemplo das semibreve, mínima, semínima, colcheia, fusa, entre outras. As figuras dão os tempos de cada nota. O compasso surge como orientador do tempo de uma composição, tratando-se de uma construção matemática complexa. É nesse compasso que se inserem as figuras musicais. O tom de uma nota é descrito pela posição da figura musical na partitura.



18 - Figuras musicais. (fonte: http://www.descomplicandoamusica.com/figuras-musicais/)

Roque (2008) identifica dois tipos de correntes na relação desenho e matemática. Na corrente estruturalista, o desenho musical pode seguir a corrente serial da mesma forma que estas correntes são utilizadas como mote de elaboração do pensamento. Na representação serial é centrada em características individuais de dinâmica. A composição é feita através de uma ou varias séries com uma sequência de doze notas e sem repetições, sujeitas a uma série de relações ordenadas mas não seguindo nenhuma hierarquia.

A evolução musical trouxe enumeras variantes de representação, graças à matemática. Esta é responsável por todo o processo de comunicação. A própria criação sonora é matemática e está ligada à acústica e ao desenho (Roque, 2008). A construção de novos instrumentos e a criação de novas formas de captação permitiu fugir um pouco à representação convencional, fazendo surgir novas noções matemáticas na construção esquemática da

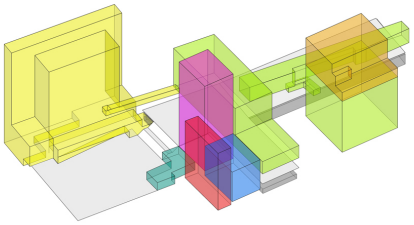
formalidade musical. Com o emergir do tempo probabilístico[19], em 1955, os compassos e as barras de divisão de uma partitura podem ser abolidos e, nasce a música electrónica, e a necessidade de registo em forma de gráfico, símbolos matemáticos e diagramas (Roque, 2008).

[19] Tempo probabilístico – Método relacionado com eventos aleatórios geralmente produzidos por processos matemáticos. Iánnis Xenákis surge como pioneiro neste método.

1.2.4. Gráfico e Diagrama

Nos anos 60 e 70 do século passado, as novas tecnologias levam à necessidade de utilizar novos métodos de representação. O desenho taquigráfico[20] surge com maior importância dando um espectro mais amplo à criação musical. O aspecto esquemático expressa-se cada vez mais e a sua descrição pode ser variada com a criação de novos vocabulários construídos com símbolos específicos, denotando uma determinada intenção. Assim, todos os sistemas formais são feitos de símbolos (Roque, 2008).

Na arquitetura, este sistema formal não surge inicialmente pois parte de uma ideia espacial abstracta que, posteriormente é trabalhada sistematicamente através da estruturação das funções e de todo o dimensionamento (figura 19). Os diagramas surgem como análise de todas as informações importantes para o projeto. Os desenhos diagramáticos respondem a questões da forma/função/significado/estética e contêm a própria essência do processo criativo do projetista. Os diversos diagramas podem ser utilizados através de conotações geométricas dando uma tradução estrutural à linguagem pretendida pelo arquiteto. Os diagramas procuram clarificar as informações separando as soluções numa origem geométrica articulada como outra forma de pensamento através de gráficos,



19 - Diagrama Formal da obra *Praça das Artes* de Francisco Fanucci e Marcelo Ferraz (2012).
(fonte: http://archtendencias.com.br/arquitetura/praca-das-artes-brasil-arquitetura/)

[20] Desenho esquemático que surge da necessidade de simplicidade formal. Recorre ao uso de símbolos, sinais, linhas e pontos como forma direta (Salavisa, 2006).

tabelas, figuras ou padrões. As representações diagramáticas, para além de terem uma capacidade informativa, têm uma capacidade generativa. Desta forma um elemento pode seguir uma gramática e replicar-se, sendo outro método criativo. Nesse sentido, a criação foge um pouco do desenho inicial mas gera-se da mesma forma seguindo as possibilidades diagramáticas desenvolvidas no processo criativo. Os diagramas são utilizados em outras áreas como a Biologia, Física e Astrologia dando uma expressão de ordem (Roque, 2008).

O Arquiteto Peter Eisenman considera pertinente o uso deste tipo de desenho na arquitetura porque não existe uma linguagem verbal, apenas existem manifestações visuais e geométricas (Munari e Izar, 2013). O diagrama abre espaço a novas relações geométricas e arquitectónicas podendo, através de conjunto de símbolos iniciais, estabelecer uma determinada gramática formal.

Na música, a ideia sonora também não representa um sistema formal explicitamente, visto que, por exemplo, o ouvinte não necessita de entender os símbolos musicais para apreciar uma música. O músico compositor recorre aos símbolos como uma ferramenta útil para estruturar e organizar a música. Ou seja, recorre ao uso de diagramas para as suas composições.

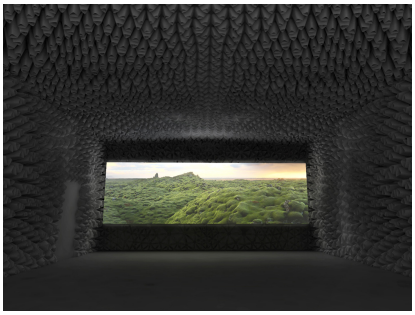
Um exemplo de diagramas fortemente utilizados na música são os diagramas de acordes e de escalas. São ferramentas de notação musical que simplificam a leitura standard agrupando notas em conjuntos de tons harmónicos (acordes) permitindo uma grande variedade de utilizações (Roque, 2008).

Os diagramas surgem como uma representação alternativa tecnológica que se desenvolve constantemente com o surgimento de novos instrumentos musicais eletrônicos bem como novos sistemas de espacialização sonora onde vários softwares são desenvolvidos, partindo de uma série de estruturas previamente trabalhadas. Os novos processos permitem que o compositor realize tecnologicamente as suas ideias podendo até ir mais além do planeamento da composição e estruturar a especificidade acústica de um instrumento com o estudo da espacialização dos instrumentos utilizados. Desta forma, estes novos elementos permitem uma maior preocupação da apresentação espacial. Da mesma forma que, com o avanço tecnológico, são criados novos softwares que permitem estruturar, através de gramáticas diagramáticas novas formas de concepção de um espaço arquitectónico.

1.3. RELAÇÃO PERFORMATIVA

1.3.1 Som e Imagem

A transmissão de um som ou de uma música remete-nos sempre a questões visuais e de percepção. Tais aspectos são também vividos na Arquitetura. O som expressa uma determinada intencionalidade de acordo com a percepção e a imagem estilística que lhe queremos oferecer. Segundo Roque (2008), de acordo com a intenção estilística surge a *performance* que pode representar apenas de forma direta, recorrendo à intensão de transmissão sonora, ou pode recorrer a outras formas de representação artística, reforçando uma determinada imagem e mensagem. O som pode ligar-se à imagem através de associações mentais feitas inconscientemente pelo nosso cérebro. Um determinado som ligado a uma determinada imagem permite uma maior amplitude de percepção de uma determinada intensão projetual (figura 20).



20 - Instalação *The Living Black Lake*, Bjork, (2015). Exemplo entre a mistura do som e da imagem como conjunto de percepções.
(fonte: http://www.wired.com/2015/03/bjork-designers-built-icelandic-cave-moma/#slide-2)

A intensão sonora está cada vez mais ligada, de forma direta, a imagens. A performance visual, o vídeo, a fotografia, a pintura, são alguns dos elementos utilizados pelos artistas para se expressarem artisticamente como conjunto de percepções. As interdisciplinas podem ligar-se por uma intertextualidade. Um primeiro produto, ou obra de arte pode gerar um outro, adquirindo uma relação intima entre eles.

Um som ou uma música têm a capacidade de poder criar determinadas imagens e atmosferas, da mesma forma que a Arquitetura. O artista tem a

liberdade interpretativa de conjugação de linguagens. Assim, uma música pode surgir de uma imagem ou vice-versa. O pensamento por imagens pode desenvolver-se segundo um raciocínio lógico, esquemático, escrito e, ligado à imaginação, transmite a mensagem artística.

Segundo Roque (2008) uma imagem pode relacionar-se com uma obra musical de três formas: (1) literal - ligando a mensagem do artista diretamente com a imagem em performance; (2) estrutural - onde uma imagem se relaciona com o ritmo e a estrutura musical; e (3) conceptual - usando imagens criadas com a mesma forma conceptual que as músicas.

A aparência de um som está complemente relacionada com o autor e, ao ser apreciada e percepcionada com uma determinada intensão performativa, permite criar imagens mentais e sonoras aos ouvintes e espectadores, transformando um som numa ilustração visual, híbrida que apela aos sentidos. Uma determinada imagem associada a uma obra musical tem um poder de preponderância muito maior.

1.3.2. Percepção

A Percepção remete-nos para os sentidos e para a consciência que temos ao utilizarmos os mesmos. O ser humano é um ser de percepções, vive constantemente processando as informações que recebe através dos sentidos dando, inconscientemente, um significado especifico. A percepção reside nos mais simples fenómenos. Um simples eco, por exemplo, dá-nos uma consciência em questões de imensidade, geografia, geometria e material usado num espaço, dando-nos uma consciência espacial complexa e um espaço psicológico (figura 21) (Holl, 2011).

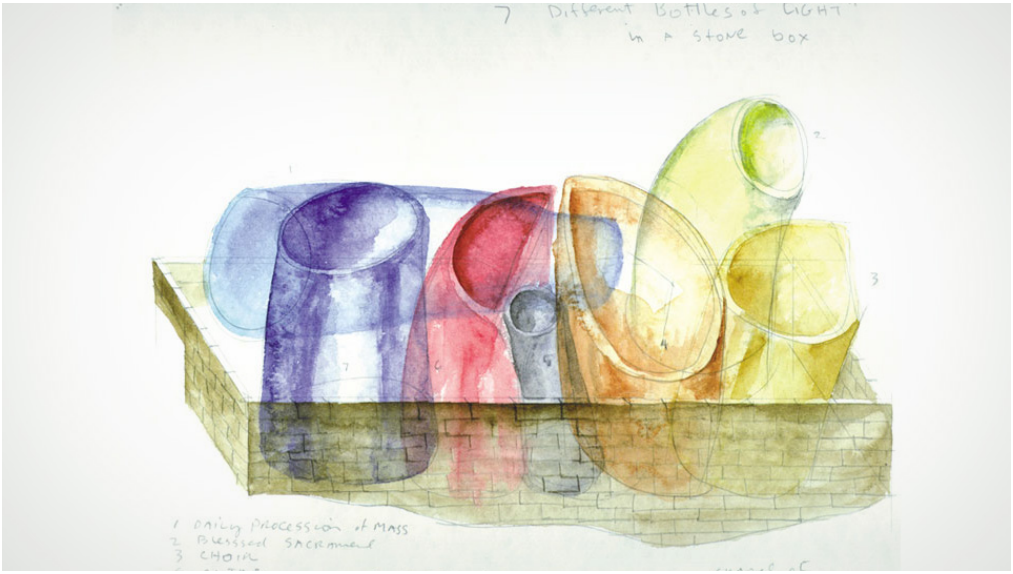
Segundo Hall (1986) a percepção encaminha-nos para questões sensoriais que variam conforme a cultura e a variação geográfica. Os dados sensoriais são selecionados pelo homem de acordo com a experiencia vivida pois todos nós apresentamos filtros perceptivos que variam por questões externas, como a cultura e o ambiente. Os filtros permitem fazer uma catalisação e eliminação de determinadas informações de acordo com o desenvolvimento do indivíduo desde a infância, através de modelos perceptivos e o espaço envolvente.

Os diferentes ambientes criados pelo homem possibilitam entender as diferentes formas de percepção dos povos.

Todos os organismos vivos apresentam dois tipos de receptores que fomentam a percepção: (1) receptores à distância, que se referem à relação entre os seres vivos com os objetos envolventes, através dos olhos, ouvidos e nariz; e (2) receptores imediatos, que se referem à exploração do mundo

envolvente através de sensações transmitidas pelo tacto, músculos e pele (Hall, 1986). Nesta perspectiva, a música e a arquitetura chegam até à nossa compreensão através destes receptores (figura 21).

"O toque de um sino numa catedral em Kioto produz um mapa espacial da geometria da cidade na relação entre os lugares e a distância e a nossa percepção" (Holl, 2011, p. 30).



21 - Desenho de Steven Holl sobre o projeto da *Capela de Santo Inácio* em Seattle (1994). O projeto aborda a arquitetura desconstrutivista, valorizando a importância da luz, da percepção e dos sentidos.
"(...) quando o espaço e o corpo atuam juntos, aceitando a elevação de diferentes ângulos, vistas, cheiros, texturas e detalhes".
(fonte: http://www.b9.com.br/39051/arquitetura/as-garrafas-de-steven-holl/)

A percepção audível dá, ao ouvinte, uma série de informações que ajudam a compreender a sua envolvente. A percepção musical, para a reprodução de uma obra, está além da leitura simples de uma partitura. A percepção musical analisa a partitura, compreende a ideia musical através de todos os símbolos e, de acordo com factores e consequências históricas, permite a capacidade de reprodução da mesma.

"O pensamento psicológico recente encoraja-nos então a considerar a visão como atividade criadora da mente humana" (Roque, 2008, p. 77).

A percepção visual permite, ao ser humano, produzir uma série de padrões que dão qualidades de interpretação a uma experiência visual vivida: ver, observar e compreender (Roque, 2008). Trata-se da percepção mais importante para uma referenciação espacial, utilizando pontos de referência de alargamento ou estreitamento do campo visual à medida que o ser humano se afasta ou aproxima do mesmo (Hall, 1986).

As percepções da música e da arquitetura descrevem os acontecimentos que ocorrem no momento e dependem de factores acústicos e visuais que podem mudar de acordo com as circunstâncias.

O artista tem como principal função suprimir os obstáculos que se interpõem entre os acontecimentos que descreve e o seu público. Dessa forma, retira das percepções e do mundo os elementos que, convenientemente organizados, podem construir uma obra de arte e o enriquecer uma determinada cultura (Hall, 1986).

1.3.3. Homem como expressão: Corpo Humano

A arte nasce da necessidade comunicativa. Trata-se da capacidade catalisadora de intensões que resultam na expressão artística como elemento de partilha de mensagens de diferentes estilos. A comunicação pode ser direta ou indireta, servir-se de estímulos visuais ou sonoros mas parte sempre do mesmo criativo.

A música e a Arquitetura, tal como nas outras artes, surgem de uma ou mais ideias intuitivas ou matemáticas e o produto é o resultado de uma expressão. O artista como expressão capta as circunstâncias em que a sua obra é traçada, realizada, tocada, exposta... tendo ponto de origem as suas intensões. A obra surge condicionada através de limitações externas à expressão do criativo. Questões como o local, a acústica, o sítio, questões financeiras, surgem como entraves à genuína vontade do artista, na sua expressão real enquanto intensão artística.

A *performance* de uma obra requer a expressão corporal tanto na música como na arquitetura (figura 22). O músico toca, canta, dança, compõe uma série de elementos que associam o ato de criação ao corpo humano, à transmissão corporal enquanto forma de arte. Na música, tocar um instrumento, cantar e dançar são os elementos mais usados e conhecidos com uso corpo humano mas a expressão corporal também é usada como forma de gravação sonora de ruídos, ambientes e até de movimentos que transmitem sons.



22 - Peça coreográfica *Terra* de Olga Roriz (2014). Exemplo de expressão dos sentidos através do corpo. Mistura entre a música, o corpo, o espaço e a cenografia.
(fonte: http://blog.americadiamondshotel.com/danca-contemporanea-portuguesa-portuguese-contemporary-dance)

A dança é um exemplo de um elemento aditivo à música. Mas o ato de tocar um instrumento é, uma expressão crucial para que uma obra musical exista, da mesma forma que, sem desenho ou intensão matemática, uma obra arquitectónica não pode comunicar.

Na arquitetura, o corpo humano envolve-se no espaço, na música perde-se no tempo através do gesto. O gesto está diretamente associado às duas formas artísticas. Na música através do movimento do corpo e na arquitetura através do movimento do desenho. A *performance* pode ser representativa ou crucial para uma obra musical ou arquitectónica.

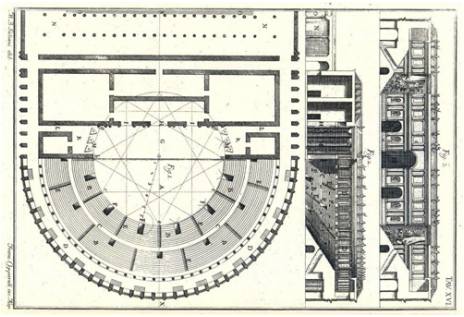
1.3.4. Espaço e Acústica

Da mesma forma que o som se transmite em palavras, através da literatura, e em cores, através da pintura, também se traduz em sonoridade do espaço, através da arquitetura. Dessa forma o espaço adquire uma importância maior para o som através da acústica, porque este influência pertinentemente a nossa consciência na captação das características emitidas por um som.

A acústica é estudada desde Vitrúvio (século I a.C.) evidenciando o cuidado sobre como o som se propaga ao ouvinte. Em *De Arquitectura,* Vitrúvio aborda conhecimentos relativos à maneira como o som é propagado num espaço que, assumindo ser como o efeito de uma pedra atirada a um charco.

" (...) a voz estende-se em redor, executando vários círculos: existe no entanto esta diferença que num Charco os círculos apenas se fazem sobre a superfície da água; por sua vez os círculos produzidos pela voz vão-se estendendo sempre não apenas em largura, mas também em profundidade, subindo como por degraus; de maneira que se nada parar o percurso do primeiro círculo, nem do segundo, nem mesmo aqueles que os seguirem foram minimamente perturbados, dessa forma a voz chega distintamente e sem confusão aos ouvidos daqueles que estiverem sentados nos locais mais altos tão bem como aqueles que estão em baixo" (Vitrúvio *apud* Mota, 2010, p. 168).

Vitrúvio analisou também a natureza da voz, referindo que esta se eleva no ar por níveis. Tal informação tornou-se essencial para a arquitetura dos teatros, que começou a ser projetada em degraus para que, o que fosse emitido do palco chegasse a todos os espectadores. Vitrúvio considerava que era necessário ter precaução em relação ao espaço onde o som fosse emitido, sendo que esse espaço deveria de ser o mais limpo de qualquer impedimento à reverberação do som (figura 23). Vitrúvio ia mais longe na pormenorização do espaço em relação ao som:



23 - Planta de um teatro romano desenhada por Vitrúvio no tratado *De Arquitectura*, projetando a propagação de um som. (fonte: http://www.hevelius.it/webzine/leggi.php?codice=490)

"O conhecimento da Música (...) para saber dispor os vasos de bronze que se colocam nas câmaras sob os degraus dos Teatros, os quais vasos devem ser colocados pela proporção matemática, e segundo a diferença de som que cada um tem, chamados Echeia em Grego; e devem também ser feitos segundo sinfonias ou acordes de Música, e para isso terem as diferentes grandezas de tal forma compassadas e proporcionadas umas às outras, que estejam ou à quarta, ou à quinta, ou à oitava; a fim de que a voz dos Comediantes vibre aos ouvidos dos espectadores com mais força, distinção e doçura" (Vitrúvio *apud* Mota, 2010, p. 168).

Para além de Vitrúvio outros tratadistas abordaram a importância da acústica do espaço como o exemplo de Francesco Giorgi[21] e Philibert Delorme[22].

O desenho geométrico de paredes e tectos ajudam ao estudo da acústica e do som na procura da propagação mais adequada. Em 1900 surge, por Wallace Clement Sabine [23] uma fórmula de cálculo do tempo de reverberação, lançando as primeiras bases teóricas da acústica. Segundo Mota (2010) a arquitetura entra como vantagem na própria composição musical visto que, para uma boa composição e propagação sonora é necessário haver um pouco de reverberação. Assim a *"sonoridade fica menos seca, os instrumentos fundem-se melhor, e as desafinações passam mais despercebidas"* (Luís Henrique, *apud* Mota, 2010, p. 172). O material utilizado num espaço tem uma importância fulcral na reverberação. Uma sala revestida com um material mais absorvente vai permitir um maior controlo sonoro.

A reverberação de um espaço relaciona-se com a percepção dos ouvintes, através da intimidade, da clareza, do envolvimento, da sensação de intensidade e espacialidade, do calor, do equilíbrio, da direccionalidade

[21] Francesco Giorgi, (1466-1540). Frade Italiano responsável pela escrita de diversas obras incluindo o *De harmonia mundi totius, de 1545*. Obra onde aborda alguns significados relativos à forma, à teoria musical à teoria dos números, à acústica e arquitetura (Lorenzin, 2013).

[22] Philibert Delorme (1510 -1570). Arquiteto Francês renascentista realizou estudos sobre regras generativas na arquitetura, geometria e acústica ponto em prática nas suas obras arquitectónicas. Responsável por novas estruturas de cobertura e novos estudos acústicos (Campa, 2013).

[23] Wallace Clement Sabine (1868-1919). Físico norte-americano desenvolveu estudos sobre a acústica e a reverberação em salas. Aplicou as suas regras no Bóston Symphony Hall (Martins, 2008).

e do ruído de fundo A reberberância surge como repercusso percepcionado num espaço; a intimidade é relativa à sensação auditiva de proximidade com a fonte sonora; a clareza surge com a percepção de todos os detalhes musicais; o envolvimento refere-se à relação do ouvinte com o som circundante; a ideia de estar rodeado de som, relaciona-se diretamente com a acústica; a intensidade é a força sonora de projeção de um som no determinado espaço; a espacialidade resulta no tempo que as reflexões laterais chegam aos nossos ouvidos; o calor está relacionado com a riqueza dos sons graves; o equilíbrio tímbrico é a captação desigual dos diferentes sons; a direccionalidade tem a ver com a direção que um som tem e a nossa percepção do mesmo; e o ruído presente na sala tem influência na forma como captamos o detalhe dos sons imitidos num determinado espaço (Mota, 2010).

2. CASOS DE ESTUDO

2.1. RELAÇÃO CONCEPTUAL

2.1.1. Iánnis Xenákis

No seguimento da investigação dos principais conceitos e analogias, é pertinente fazer uma análise de casos de estudo que servem como referência à proposta individual elaborada. Os exemplos demonstram uma analogia conceptual entre as áreas abordadas.

Iánnis Xenákis[24] representa um dos exemplos, com mais relevância, no estabelecimento de relações conceptuais entre a arquitetura, a matemática e a música. A sua obra assentou numa vasta estrutura que relacionava a matemática e a música através de um sistema de fórmulas (Matos, 2008). Xenákis ligou a arte e a ciência através de um conjunto de fórmulas matemáticas com desenho, com música e com conceitos arquitectónicos. As leis matemáticas tiveram como intuito criar uma semelhança ou diferenciação entre objetos, manipular diferentes ligações entre objetos e definir princípios de sucessão e de ordem. Xenákis apresentou um estudo diagramático de dados relacionados com um determinado ponto matemático e musical, usando diagramas generativos.

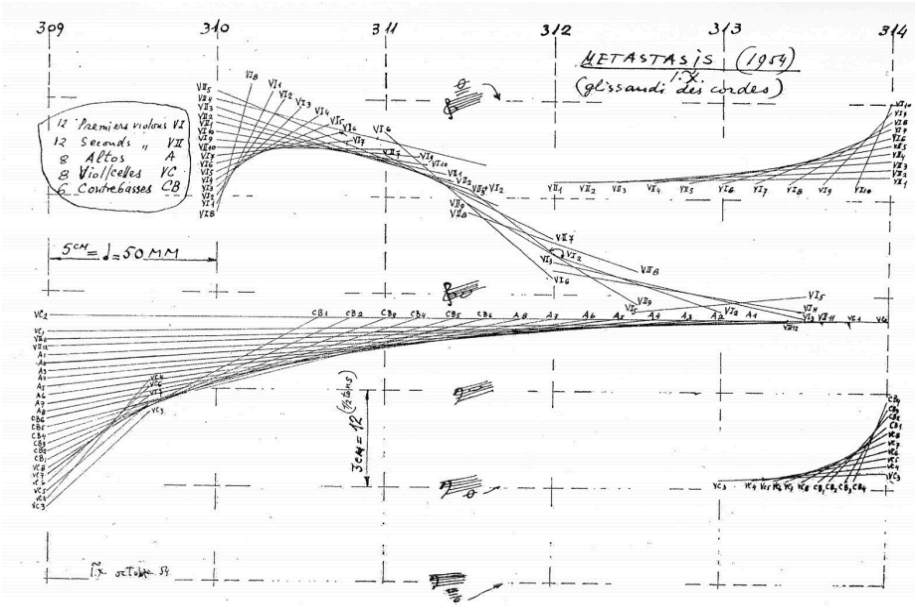
[24] Iánnis Xenákis (1922-2001). Compositor, Engenheiro, Técnico, Teórico Musical e Arquiteto Grego e Francês. Criou algumas obras notórias de interpretação abstracta explorando novas regras e convenções compositivas (Neto, 2006).

Para além do som, numa composição há outros elementos pertinentes que são utilizados, como a repetição e/ou o movimento. Estes são utilizados como noções de construção artística que permitem ao artista criar diferentes tipos de dinâmica, densidade e/ou intensidade a uma obra.
Uma das técnicas mais conhecidas de Xenákis é a composição agrupada de sons numa grande escala, os chamados Conjuntos (Roque, 2008). Os sons são definidos pelas suas próprias características: o aspecto sonoro; a natureza pronunciada; a homogeneidade/heterogeneidade; a qualidade. Os elementos dão concepções ao artista para fazer a combinação de conjuntos.
Segundo Santaella (*apud* Satianova, 2001) a obra de Xenákis define-se como pesquisa permanente da construção de superfícies e volumes sonoros de enunciados programados e experimentação de procedimentos de ocupação sonora do espaço.

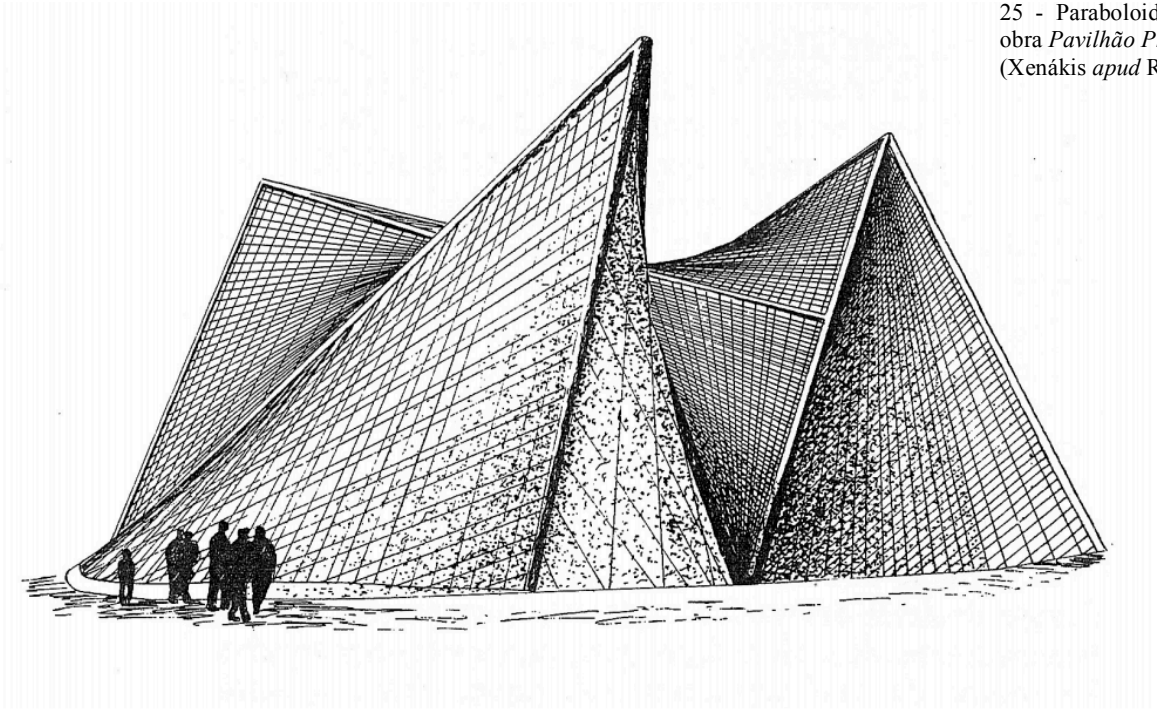
A composição de Xenákis é elaborada tanto de forma interna como externa. A composição interna dos sons é feita pelas suas características. O som puro, traduzido numa sinusóide[25] perfeita, transforma-se num conjunto através da junção e repetição de sons puros, criando uma harmonia. A forma e características de interpretação sonora definem assim a composição externa. Na composição dos conjuntos, Xenákis define as suas qualidades globais. Essa ocupação é concebida através de formulas diagramáticas que respeitam dois tipos de propriedades dos elementos: as propriedades intrínsecas e as propriedades de situação (Roque, 2008).

[25] Som originário do instrumento musical.

Assim, a organização de uma composição passa por processos referentes a características do próprio objecto e a propriedades do espaço. Como resultado, há uma interação de um objecto num espaço, representando dois conjuntos diferentes que interagem de acordo com as propriedades definidas. Xenákis traça a forma compositiva através de um perfil geométrico, atribuindo matemática aplicada à música. A dimensão de ocupação de espaço arquitectónico pela música e a matemática começa no *Poème Èlectronique* que Xenákis desenvolveu para os laboratórios da Philips (figura 25) (Santaella, 2001). A obra previa a sua difusão através de trezentos autofalantes no interior do edifício projetado por Xenákis e Le Corbusier para a exposição universal de Bruxelas (1958). Trata-se do primeiro espaço sonoro que utiliza paraboloides hiperbólicas, exploradas na sua obra musical *Metastasis* (figura 24) (Rocha, 2008).



24 - Paraboloides hiperbólicos da obra *Metastasis* (1953)
(Xenákis *apud* Rocha, 2008).



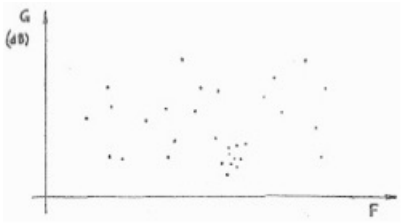
25 - Paraboloides hiperbólicos da obra *Pavilhão Philips* (1962) (Xenákis *apud* Rocha, 2008).

Xenákis considerava que a composição deveria ser o mais simples possível respeitando o conjunto de intenções por parte do artista. Uma peça musical necessitaria de ser composta através de um sistema ideal de sons

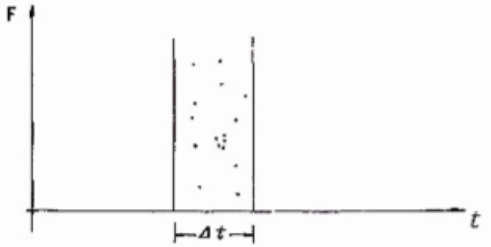
que, quando descompostos, são possíveis de os compreender através do teorema de Fourier[26]. Segundo Neto (2006, p. 73) *"Um som complexo pode ser imaginado como um fogo multicolorido em que cada ponto de luz aparece e instantaneamente desaparece contra um céu escuro. Mas nesse fogo poderia haver uma tal quantidade de pontos de luz organizados de tal modo que sua rápida e prolífica sucessão poderia criar forma e espirais, desdobrando-se vagarosamente ou inversamente, breves explosões num céu flamejante. Uma linha de luz poderia ser criada por uma multitude suficientemente grande de pontos aparecendo e desaparecendo instantaneamente"*.

Um dos exemplos matemáticos pertinente para o estudo da proposta individual é, para além da Teoria dos Conjuntos, a Teoria das Probabilidades. Xenákis criou nesta teoria o conceito de Tela: uma representação gráfica seguindo parâmetros de amplitude, densidade, frequência (figura 26) e duração (figura 27 e 28). Essa representação serve para descrever um som. As Telas são preenchidas por grãos e, ao longo de um evento sonoro, existem sequências de Telas que representam uma noção das características presentes numa composição (Neto, 2006).

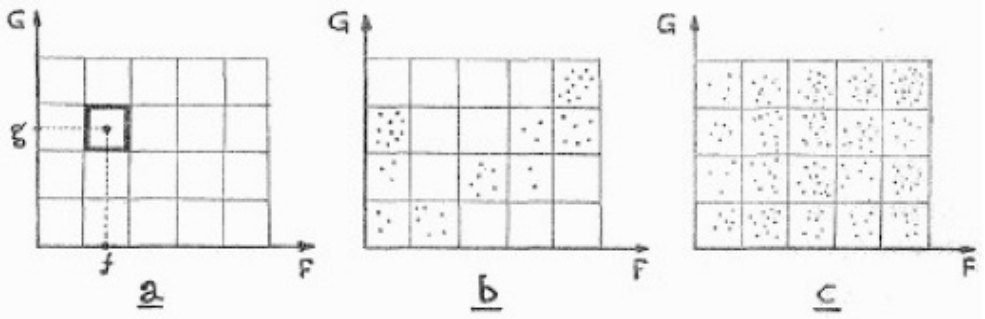
26 Charles Fourier (1772-1837). Matemático francês Fourier que demostrou que os sons poderiam ser estudados através de fenómenos espectrais. (fonte: http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Charles_Fourier)



26 - Gráfico que representa relação de intensidade com frequência (Neto, 2006).



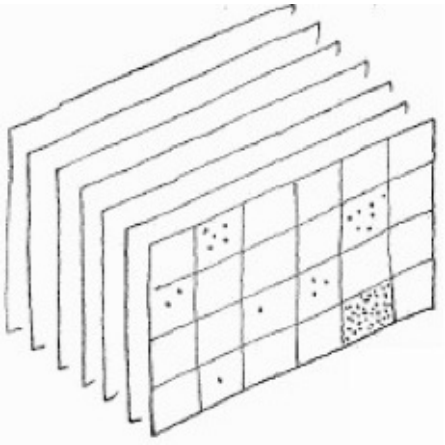
27 - Gráfico que representa grãos de frequências distintas num dado período de tempo (Neto, 2006).



28 - Gráficos com elementos de intensidade e frequência distinto (Neto, 2006).

Através deste conjuntos de regras representativas, Xenákis conseguiu desenvolver fórmulas de relação entre os elementos representados nas Telas, obtendo uma resposta matemática e formal à organização musical (figura 29).

Através de análises gráficas, seguindo como referência Iannis Xenákis, é possível relacionar a matemática com a música, transpondo esses mesmos elementos para uma forma geométrica que se molda no espaço e no tempo. Essas formas seguem uma gramática de composição predefinida e a sua estrutura modelar permite a sua interação com o espaço (Neto, 2006).



29 - Conjunto de Telas
(Neto, 2006).

2.1.2. A Técnica Origami

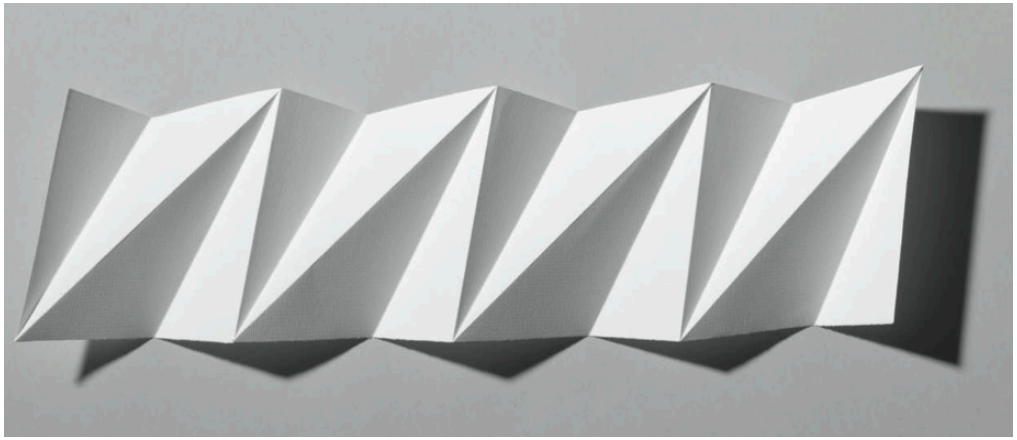
Um exemplo pertinente na construção formal de um objecto geométrico modelar é a utilização da técnica de Origami. Partindo de uma não-forma[27] é possível moldar uma superfície dando origem a um determinado padrão formal[28] seguindo, para o estudo da proposta individual, a técnica de Origami Tradicional (Crespo, 2013). Como exemplo deste caso de estudo surge a obra *Folding Techniques For Designers From Sheet to Form,* do especialista no estudo de Origami, Paul Jackson[29].

A partir de uma superfície lisa – filha de papel - é possível criar uma forma através de dobragem. A relação com a matemática e a técnica de Origami é visível através de parâmetros geométricos que permitem criar determinados padrões.

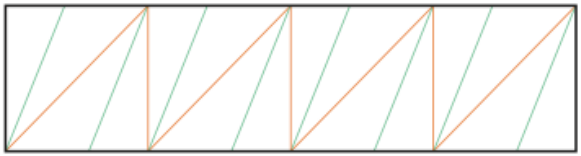
"That is, all designers crease, pleat, bend, hem, gather, knot, hinge, corrugate, drape, twist, furl, crumple, collapse, wrinkle, facet, curve or wrap two-dimensional sheets of material, and by these processes of folding, create three-dimensional objects" (Jackson, 2011, p. 9).

[27] Objecto bidimensional.
[28] Objecto tridimensional.
[29] Paul Jackson (1956). Designer Inglês dedicado ao estudo do Origami desenvolvendo estudos na área. (fonte: http://www.origami-artist.com/)

A técnica é explicada na obra como método de dobragem em papel mas a sua geometria pode ser adaptada para diversos tipos de materiais.. Paul Jackson (2011) recorre à leitura da sua obra apelando à repetição em papel dos exemplos de padrões apresentados, desde os mais simples aos mais complexos. A sua construção é apresentada de forma geométrica, definindo os pontos de dobragem (figura 30).



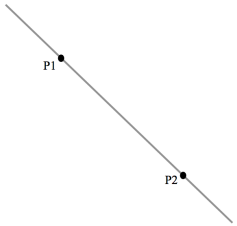




30 - Exemplo de padrão realizado e seu processo de construção (Jackson, 2011).

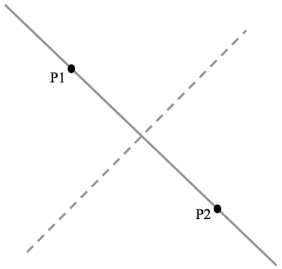
A dobragem é feita através de duas formas: dobra-monte; dobra-vale. Para além de formas bidimensionais é possível construir sólidos, pavimentações, simetrias modulares, superfícies planificáveis entre outras (Crespo, 2013). Nos anos 80 foram definidos sete teoremas pelos mestres Huzita e Hatori[30], para impulsionar a geometria no Origami. Estes teoremas baseiam-se em sete axiomas base para a qualquer tipo de padrão:

Axioma 1: Fazer dobra através de dois pontos.

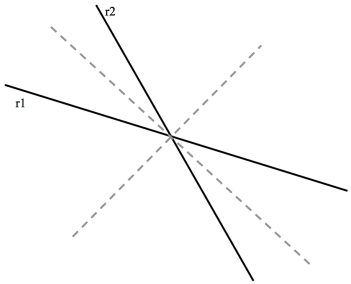


[30] Humiaki Huzita (1924-2005) e Koshiro Hatori . Matemáticos Japoneses lançaram enumeras obras sobre o estudo da geometria em papel através da dobragem. fonte: https://plus.maths.org/content/power-origami

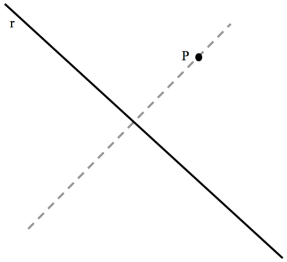
Axioma 2: Fazer dobra que em um linha recta seja perpendicular a linha que une dois pontos, permitindo a sobreposição dos mesmos.



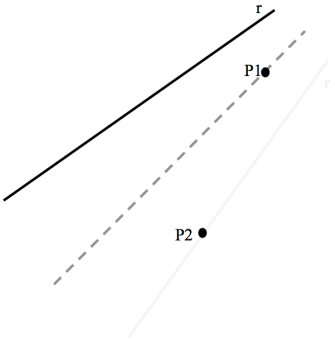
Axioma 3: Fazer dobra que sobreponha duas rectas, encontrando a bissetriz dos ângulos formados pelas mesmas.



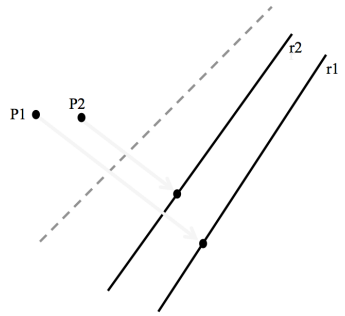
Axioma 4: Fazer dobra que passe por um ponto de forma a ser perpendicular a uma recta.



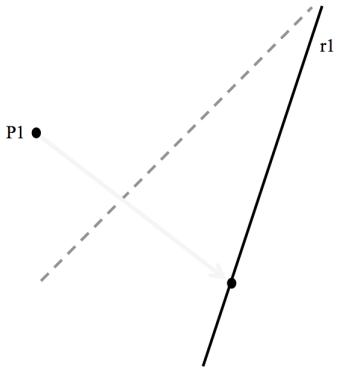
Axioma 5: Fazer dobra que permita não só unir um ponto a uma recta como fazer com que a mesma passe por outro ponto.



Axioma 6: Fazer dobra que coloque dois pontos e duas rectas sobrepostas de forma emparelhada (P1 com r1, P2 com r2).



Axioma 7: Fazer dobra que coloque uma recta sobreposta a um ponto e que seja perpendicular a outra (Crespo, 2013).



31 - Conjunto de esquemas de Autor.

Este tipo de metodologia permite ser trabalhado sobre diferentes superfícies gerando tridimensionalidade.

O Origami tem vindo a ter uma utilização importante na arquitetura, na geração de padrões para pavimentação, superfícies e até em coberturas permitindo, para além de ser eficaz estruturalmente, dar qualidade cénica a um espaço.

Os padrões Origami rígidos, pelas sua propriedades, têm vindo a ser utilizados em soluções de arquitetura interativa. Este o tipo de utilização será também aplicado na proposta individual. A utilização interativa tem vindo a crescer com os avanços tecnológicos sentidos nos anos 90 graças à cinética (Crespo, 2013). A cinética é utilizada em sistemas de rotação e movimentos vulgares como portas, janelas, estores entre outros elementos que, ligados ao Origami, permitem uma série de soluções interativas através do desenho, do padrão, da superfície e da sua materialidade (Foz e Kemp, 2009).

As estruturas cinéticas podem ser: integradas, sistemas que fazem parte de todo o projeto de arquitetura, assumindo o controlo e função da obra; dinâmicas, sistemas que fazem parte do projeto mas não assumem o controlo de toda a obra; e desdobráveis, estruturas temporárias com capacidades simples de construção.

O seu controlo pode ser: direto, através de uma fonte de energia, como motores ou atuação humana; indireto, através de um sistema de sensores; indireto responsivo, através de um sistemas de sensores que respondem de

uma determinada forma a um determinado input[31]; indireto responsivo ubíquo, misturando sistemas de sensores e motores autónomos; e indireto responsivo heurístico, sistemas que moldam o seu movimento, ajustando-se a determinadas mudanças (Crespo, 2013). Estes elementos permitem a construção de estruturas interativas que, para além da Arquitetura, podem envolver outras áreas de estudo como a Matemática, Geometria, Física, Informática, entre outras.

Os sistemas cinéticos responsivos podem assumir diversas formas e podem responder através de diversos movimentos cinéticos, como dobragem, deslizamento, expansão e transformação. A sua cinética pode utilizar meios mecânicos, pneumáticos, químicos, magnéticos ou naturais para a sua realização.

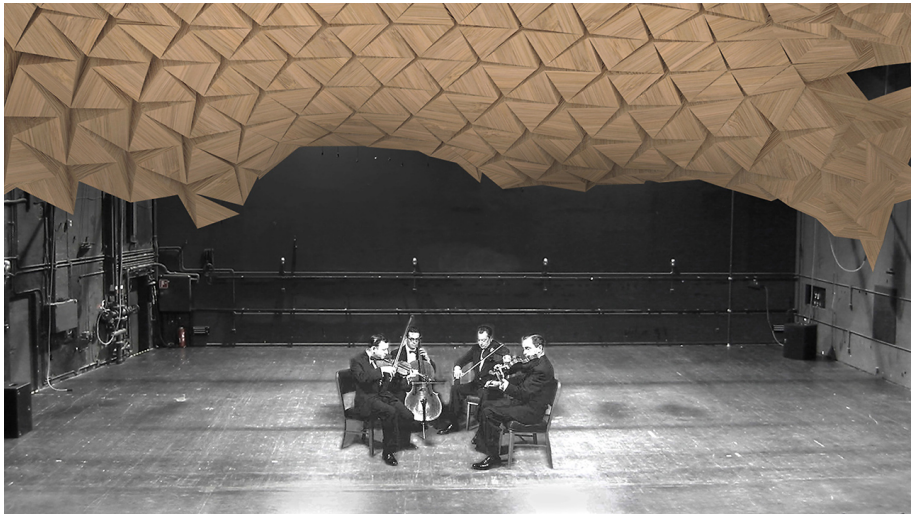
Segundo Guy Nordenson[32] (1955), as estruturas interativas permitem criar estruturas como corpos, com ossos, músculos, tendões e cérebros que interagem de forma eficaz a uma determinada interação humana e/ou ambiental.

O Origami cinético permite fazer construções de estruturas modulares que respondem, apesar da geometria em Origami, separadamente, pois o movimento do origami não permite o controlo no seu todo.

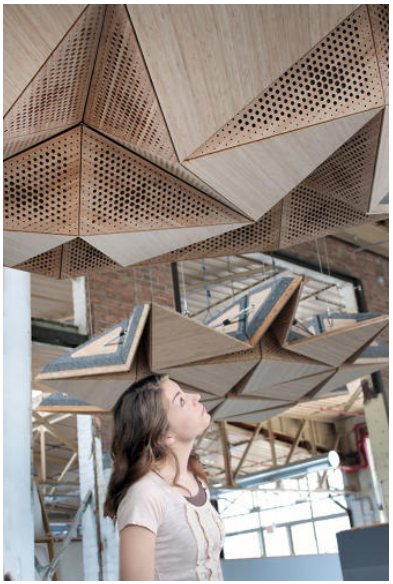
[31] Expressão de língua inglesa que significa entrada. Termo utilizado em tecnologia de informação, eletricidade, hidráulica, etc.

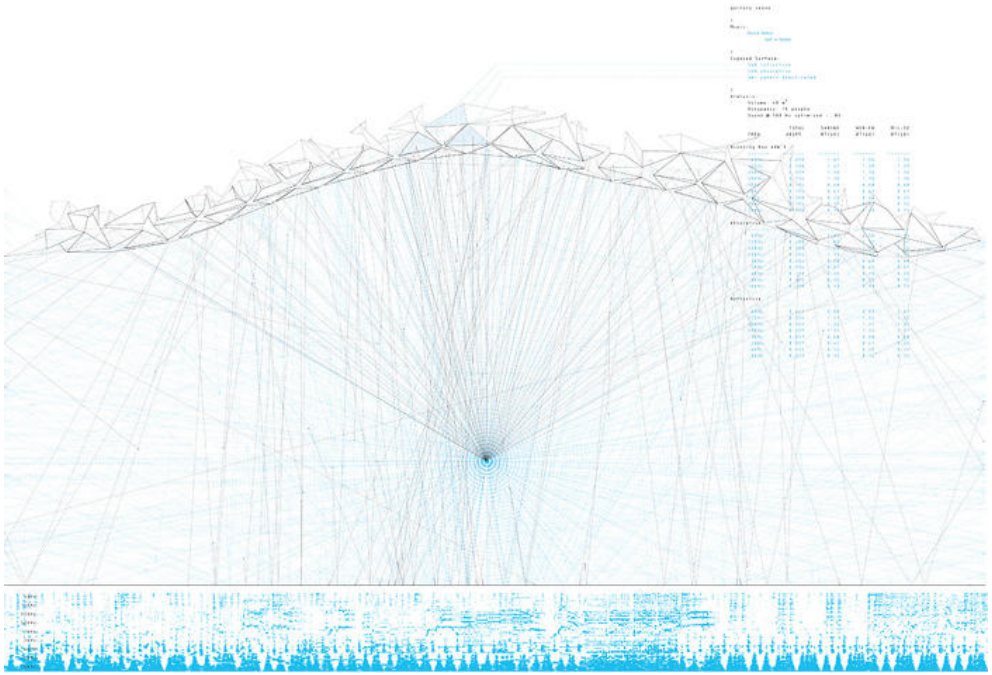
[32] Guy Nordenson (1955). Engenheiro de Estruturas e Professor de Engenharia dos U.S.A. Realiza estudos de estruturas mecânicas ligando a tecnologia à arquitetura. (fonte: http://soa.princeton.edu/content/guy-nordenson)

Um exemplo prático dessa utilização é a estrutura Ressonant Chamber dos RVTR Architects (2011) que, através da materialidade e da cinética permitem transformar a acústica de um espaço, de acordo com a sua utilização pretendida. A estrutura é composta por três painéis refletores, absorções e eletroacústicos que permitem a projeção do som pelo espaço de forma diferenciada (figura 32 e 33). Desta forma, as estruturas cinéticas podem ter uma grande influência na arquitetura moldando o som, a luz e o ambiente de um espaço (Crespo, 2013).



32 - Montagem e construção da estrutura *Ressonant Chamer,* RVTR Architects (2011). (fonte: http://www.fastcodesign.com/1669640/a-mechanical-roof-tweaks-concert-acoustics-in-real-time#8)





33 - Esquema estrutural da *Ressonant Chamer*, RVTR Architects (2011).
(fonte: http://www.fastcodesign.com/1669640/a-mechanical-roof-tweaks-concert-acoustics-in-real-time#8)

Utilizando o Origami é possível, através da matemática, da geometria e do desenho, liga-lo à música e arquitetura, permitindo que o seu padrão formal varie, através de uma composição estabelecida, através da sua forma e, como consequência, influencie um espaço e um ambiente.

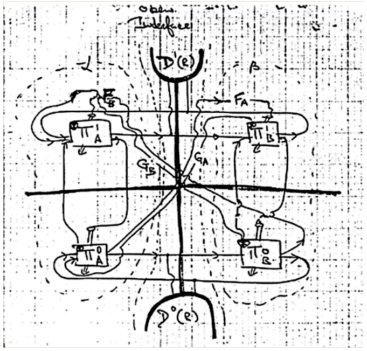
2.2. RELAÇÃO PERFORMATIVA

2.2.1. Gordon Pask

Gordon Pask (1928-1996) foi uma das figuras mais importantes no estudo da cibernética dando à história da Arte Digital um grande contributo. Iniciou a sua atividade nos anos 50 com as primeiras máquinas adaptativas e nos anos 60 iniciou uma série de teorias de aplicação cibernética em diversas disciplinas, incluindo a Arquitetura. Os seus estudos teóricos contribuíram também para os campos da Psicologia, Educação, Ética e Sociologia.

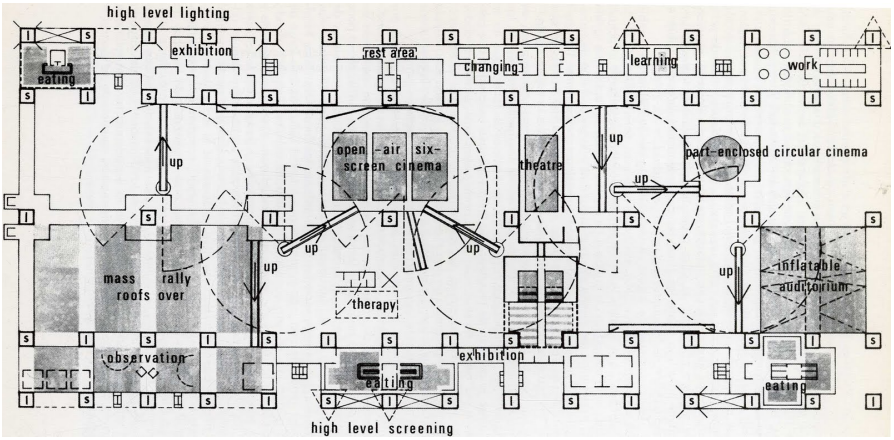
A sua formação em Engenharia e Psicologia permitiu a formulação de várias estruturas reguladoras e responsivas a observadores e participantes. (Reichardt, 1968) Dentro de vários estudos destaca-se o exemplo da Teoria da Conversação (figura 34). Pask elabora diversos estudos detalhados sobre a interação entre Humanos, a interação entre Humanos e a Máquina e a interação entre Máquinas, com o estudo de novas configurações de componentes (Reichardt, 1968).

A sua relação com a Arquitetura surge em 1960, fazendo diversas colaborações com arquitetos que pertenciam à *Architecture Association* de Londres e à *Architecture Machine Group Association*. Uma relação pouco entendida na época que serviu como mote para o estudo da conexão entre a Arquitetura e a Cinética através de estudos de dinâmica que criaram bases para a invenção de sistemas responsivos. Nessa época, Gordon Pask



34 - A Arquitetura em 'Conversação'. Desenho de Gordon Pask (Reichardt, 1968).

trabalhou com o arquiteto Cederic Price no *Fun Palace* (Reichardt, 1968). Tratava-se de uma estrutura adaptativa que podia ser modificada de acordo com vários tipos de atividade (figura 35). Todas as paredes eram amovíveis e todo o edifício tinha noções de ajustamento paramétricos. A audiência tinha um papel importante pois podia controlar o espaço (Fernández, 2009).



35 - *Fun Palace*, de Cederic Price e Gordon Pask (1961). (fonte: https://folio.brighton.ac.uk/user/km226/exemplary-project-cedric-price)

Neste caso, a sua participação assentou na corelação entre o Homem, os dispositivos cinéticos desenvolvidos e o espaço em que se inseriam. Esse estudo centrou-se na criação de novas gramáticas de composição do espaço através de novos perfis de interação Homem-Máquina (Reichardt, 1968).

Na obra *The Architectural Relevance of Cybernetics* (1969), Gordon Pask considera que a Arquitetura tem vindo a desenvolver-se

graças ao papel do Arquiteto na procura de melhorar a organização e a função dos espaços para produzir novas formas de controlo e modelagem da envolvente. Assim, as metodologias de projeto só se renovam graças ao desenvolvimento de novos materiais e técnicas de construção. Ligado à criação do arquiteto está o dogma do futurismo. Gordon Pask inspira a ideia de projetar, seguindo o desejo de avanço, para que a evolução da Arquitetura tivesse uma ligação mais próxima com as pessoas que a utilizam. O desejo de tornar um edifício funcional leva os Arquitetos a procurar respostas em outras disciplinas. A Psicologia relacionada com a Cibernética é uma delas.

Pask valoriza o funcionalismo em contraste com a decoração dos espaços, considerando que era possível elevar um edifício a uma continuação do próprio homem graças à cinética. Essa utilização deveria, porém, ser adaptada ao tipo de cidade e à sua estrutura, respeitando o próprio desenvolvimento das mesmas. Pask considera que, mesmo não sendo funcionalista, a Arquitetura pode, de igual modo, seguir a Cibernética através de regras de linguagem que são implícitas nas intenções do Arquiteto. Assim, a imagem e os símbolos quando estruturados de uma forma racional permitem, para além da criação de obras de arte, desenvolver uma determinada gramática que dá uma determinada informação ao homem. Obras como as de Gaudi acrescentam uma noção cibernética através da linguagem presente nos materiais e na sua disposição. Existe um conjunto de regras implícito em cada fachada (Pask, 1969).

O seu contributo para a construção passou também pelos teatros, focando-se no estudo da interação do próprio espaço com o público permitindo o desenvolvimento de novas ideias de controlo de audiência resultando numa ligação mais ativa com a obra de arte exposta (Fernández, 2009).

Pask considera que as cidades do futuro podem ser fundadas através de sistemas de organização formal que catalisam todas as intenções dos Arquitetos, fazendo uma especulação e simulação mais realista do impacto real dessas projeções. É possível, através desse tipo de gramáticas, aplicar regras que preveem a influência espacial, a relação entre edifícios e a sua própria organização estrutural (Pask, 1969).

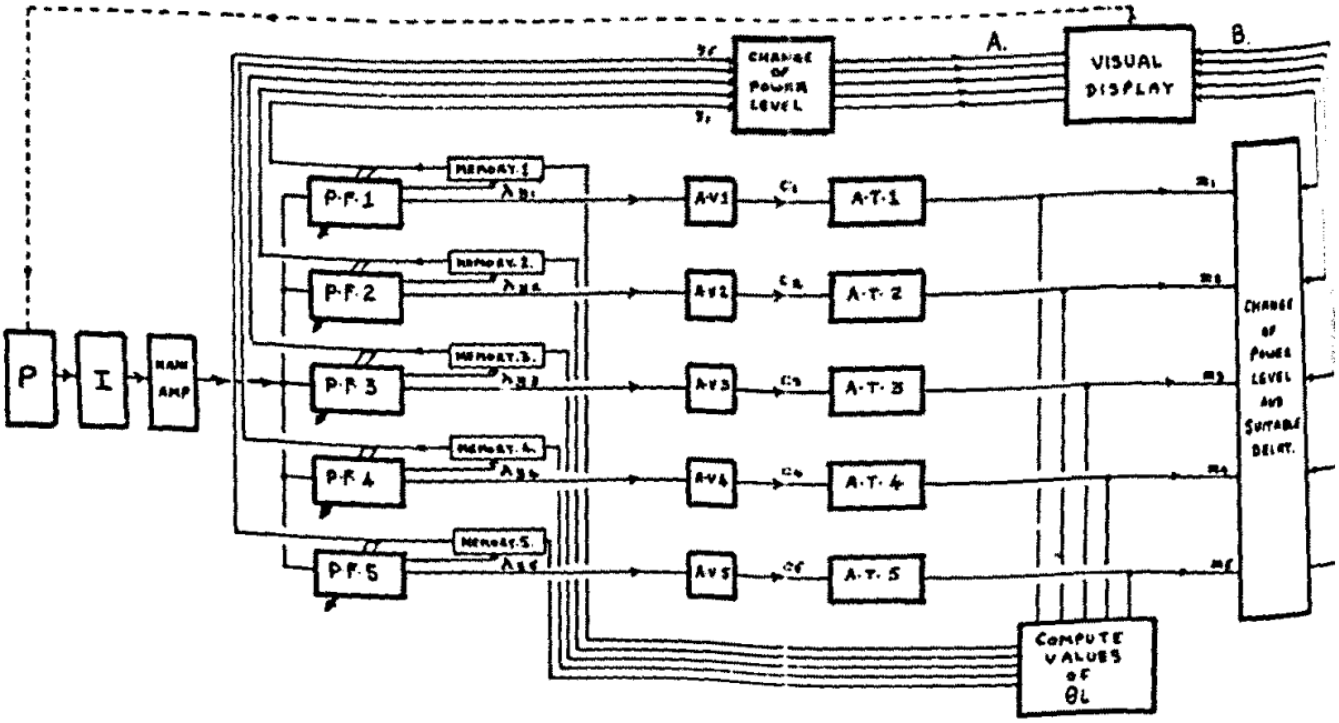
Pask faz uma simulação de um futuro que se está a aproximar com a realidade atual. Para Pask o avanço da cibernética vai permitir: a utilização de vários assistentes computorizados; a união de diversas disciplinas distintas através do desenvolvimento das temáticas de educação, cidade e sistema educacional (disciplinas como Antropologia, Psicologia, Sociologia, Ecologia e Economia); a utilização da Arquitetura como controlador social; o desenvolvimento das habitações de forma ainda mais utilitária. A casa será, para Pask, cada vez mais funcional e responsiva às necessidades do homem, transformando um edifício numa máquina para viver. Segue a influência de Le Corbusier (Pask, 1969).

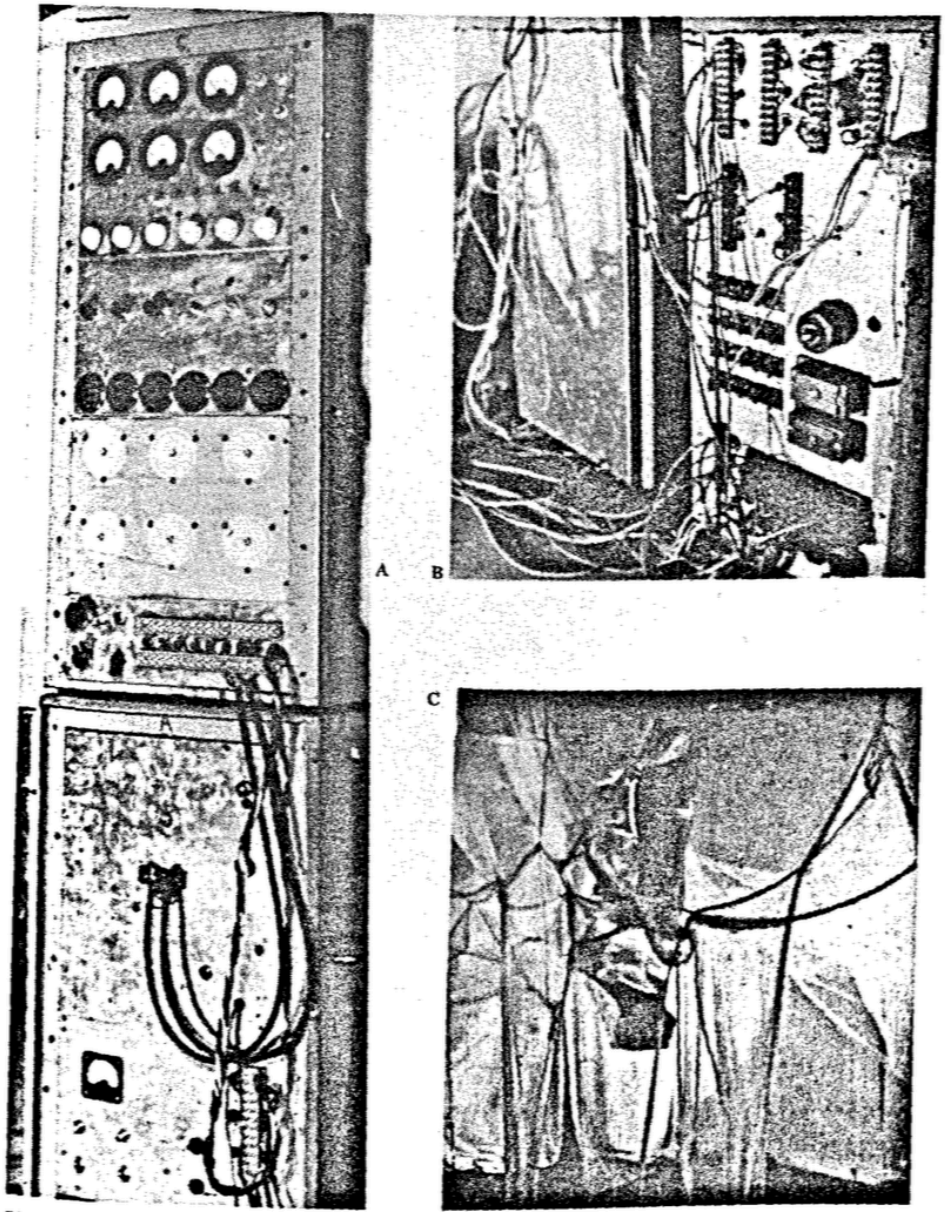
A Cibernética de Pask passa também pelo campo da Música. Como exemplo, criou a obra *Musicolour* (1953), onde realizou, através da construção de diversas máquinas, estudos de interação audiovisual. Este

projeto, consistia em gerar padrões de cores como resposta a performances musicais. A máquina reagia às pistas da música projetando ao mesmo tempo uma solução visual (figura 36 e 37).

Com esta obra, Pask tentou provar a relação entre o ambiente exterior e a máquina como um ciclo que se influência repetidamente através de um estimulo auditivo (Pickering, 2009).

36 - A lógica *Musiccolour* em Diagrama (Pickering, 2009).





37 - A máquina *Multicolor* (A), com todas as ligações efectuadas (B) e o seu efeito (C) (Pickering, 2009).

Parks considerava ainda que, no geral, a arte produzida é composta por um conjunto de sistemas que interagem ou não com o observador seguindo as condicionantes do ambiente estético produzido. Esta ideia permite abordar temas como interatividade, organização, inteligência, comunicação, aprendizagem e atividade. Esse ambiente produzido por uma obra deve ser criado de forma a instruir o seu utilizador num sentido educativo. A mensagem transmitida deve, assim, criar uma resposta familiar ao utilizador sem que as suas regras sejam visíveis ou se sobressaiam. Considera que a Cibernética depende do espectador ou participante e da representação interna do trabalho exposto. O entendimento da obra é a prova de existe uma relação Cibernética pois há uma linguagem que é fruto de uma intensão, essa intensão seguiu as regras dadas pelo artista e essas regras foram transmitidas (Fernández, 2009).

A interatividade por Pask assume um papel importante como método participativo de entendimento. Todo o seu método participativo surge desta forma como exemplo de *modus operandi* à proposta individual desenvolvida através da utilização da cinética como ponte de ligação entre um estimulo inicial que leva à produção, através de uma cibernética, de outro.

2.2.1. Simão Costa

O caso de estudo apresentado em seguida segue uma analogia performativa entre as áreas abordadas. A descrição tem por base uma entrevista realizada no dia 4 de Fevereiro de 2016 (texto original em anexo).

O músico Simão Costa (1979) (figura 38) é um exemplo de um artista português atual pertinente na procura de uma relação entre a música e outras áreas, nomeadamente a relação da Música com a Arquitetura.



38 - Fotografia de Simão Costa. (fonte: http://www.stageone.pt/pt/projetos-em-curso/pi_ano-precaution-percussion-on-short-circuit)

Simão Costa formou-se em música como intérprete de piano e, após um longo período de formação, dedicou-se à composição. O seu trabalho derivou da sua vontade de criação, ligada ao seu interesse pelo lado especulativo e conceptual da música. Tem tido pontos de interesse especial: a aplicação de novas metodologias de organização sonora; e invenção de novos instrumentos, ligados ao uso do computador (figura 39). A possibilidade de evolução sonora com o uso das novas tecnologias incentivou o artista a criar, podendo utilizar sons já conhecidos como novos sons. Simão Costa considera o seu percurso como uma procura de circunstância de compositor, inventor de instrumentos e artista performativo ao piano ou em outros contextos criativos.

Os novos instrumentos criados por Simão tomam forma em alterações feitas ao piano e/ou criações de instalações, utilizando diversas relações e parcerias entre outros artistas. Esta sua ligação conceptual e performativa deu-lhe valência de artista plástico. A sua ligação com outras áreas

permitiu transportar a música para o lado performativo como é o exemplo da Dança, Arquitetura, Cinema e Teatro. A relação da música como trabalho de laboratório criativo em colaboração tem sido uma constante, o que corresponde a um desejo de procurar, nas outras áreas, maneiras de funcionamento que integrem a perspectiva dos outros na sua perspectiva pessoal.



39 - Fotografia da performance *SAS Orkestra de rádios* (2013). (fonte: http://cargocollective.com/soniamoreira/SAS-Orkestra-de-Radios)

Assume um conteúdo de projeto tento as suas especificidades e desenvolve um objecto artístico de acordo com o contexto. Os seus

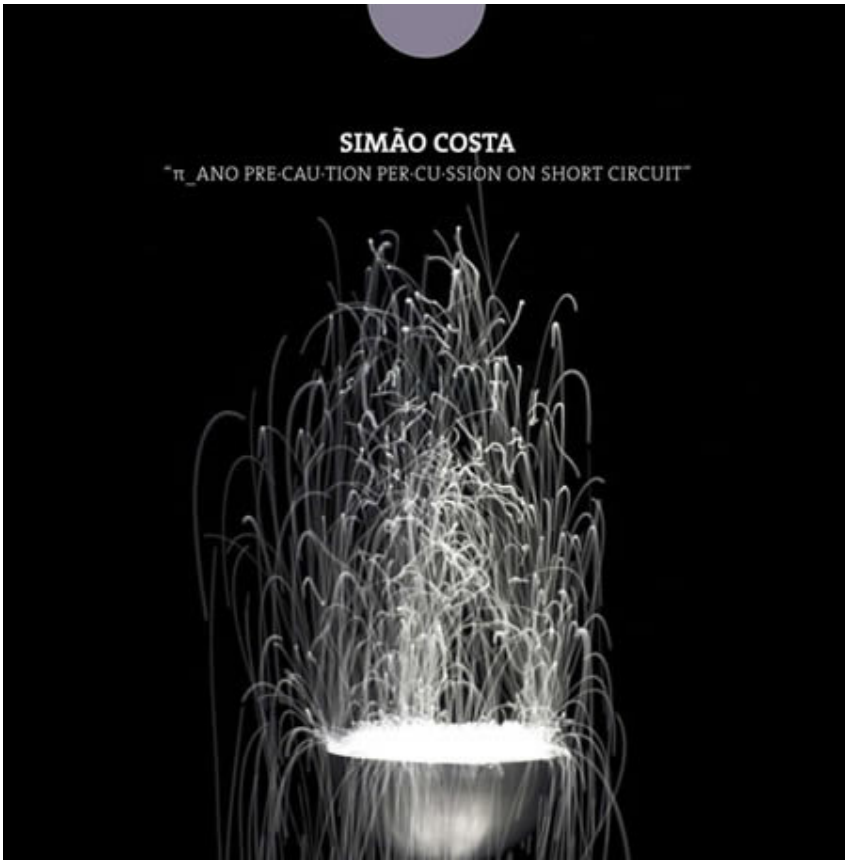
projetos surgem em equipa ou de forma individual, dependendo da intensão do artista e dos artistas com quem colabora.

A sua ligação com a informática permitiu-lhe criar uma maior interatividade e integração de elementos de computação com sons ou objetos sonoros. Trabalha com o som de forma interativa tentando dominar as ferramentas de programação informática.

As suas criações sonoras não são registadas através de uma linguagem musical (figura 40). São assim, de forma orgânica, intensões registadas em formato sonoro. O som ganha importância performativa podendo ser memorizado em código informático, quando este se relaciona com a computação, sendo editado e documentado em suporte de áudio. O texto informático permite que um concerto ao vivo respeite determinadas regras implícitas, planeadas no ato da criação. Desta forma, o artista Simão Costa desvaloriza a escrita musical e valorizando o algoritmo por de trás de uma obra, bem como a performance da mesma. A Matemática faz parte do discurso do artista, ligada ao algoritmo porque este define o resultado de uma expressão musical.

Interessa-se pela estrutura e pela infraestrutura que dão base a uma obra. Dessa forma, toda a música contemporânea entra num campo híper racionalista que se agarra ao detalhe na construção e à sua forma como um todo. O artista considera que a expressão de uma obra de arte resulta de uma intensão, apesar de toda a matemática e detalhe que lhe é empregue, e não é idêntica devido a diferentes percepções e condições de reprodução.

A relação do músico com a arquitetura baseia-se no seu *modus operandi*. A sua proximidade com a arquitetura resulta na mesma maneira de pensar, nos mesmos dispositivos, nas mesmas ferramentas, nos mesmos interfaces e até na modularidade que se assemelham.



40 - Cartaz da obra *π_Ano* (2014). (fonte: http://a-trompa.net/olhares/simao-costa-e-a-aventura-%CF%80_ano-pre%C2%B7cau%C2%B7tion-per%C2%B7cu%C2%B7ssion-on-short-circuit)

O artista considera que na dinâmica cartesiana dos nossos dias é difícil separar o ver e o ouvir, relacionados com questões de percepção. Costa

afirma que uma mesma mensagem sonora acompanhada de imagens diferentes, transmite diferentes percepções. Assim, a mensagem sonora é transformada com a imagem. O artista usa a imagem como articulação de elementos com uma ordem rítmica. Esses elementos são ligados ao som através de diferentes intenções.

Costa interessa-se pela interatividade das estruturas criadas, relacionando a obra com teorias do comportamento e de percepção. Valoriza a vivência de uma obra e sua hibridez enquanto elemento artístico, com objectivo final de dar outras qualidades ao mesmo.

3. PROPOSTA DE INSTALAÇÃO

3.1. METODOLOGIA

Analisados os conceitos e abordados concisamente quatro casos de estudo, iniciou-se um ensaio prático, ou seja, a criação de uma instalação que alie música, matemática e arquitetura através da aplicação das mais avançadas tecnologias de arquitetura interativa. A aplicação prática resulta da intensão de elaborar um projeto para uma estrutura que responda às principais questões elaboradas nesta dissertação tendo, como principal premissa, uma resposta prática à questão da relação entre a Música e Arquitetura.

A influência de um som num espaço pode, originar novas questões a relacionadas com alterações físicas através de um sistema responsivo que é condicionado por um conjunto de regras geométricas, algorítmicas e matemáticas responsáveis por essas alterações. A interatividade de estruturas tem sido matéria de estudo nos últimos anos graças aos avanços tecnológicos de século XXI. A computação física tem sido utilizada nas mais diversas áreas. Segundo Paio e Silva (2013) Mark Weiser (1990) marca o início do *interactive design* com o texto Ubiquitous Compurin onde defendia que a tecnologias computacional seria no futuro mais poderosa e invisível.

Para a computação ubíqua, é crucial que os sistemas interativos saibam como adaptar seu comportamento, e que seus objectivos sejam diferentes em função do uso que lhes é atribuído. É necessário também que eles saibam interpretar o utilizador em termos de localização, movimentos, condição essencial para o diálogo entre humano e máquina (Almeida, 2016). Na mesma linha, a Internet of Things (IoT) está a associar a revolução tecnológica a fim de conectar dispositivos eletrônicos utilizados no dia-a-dia à internet. O avanço depende da inovação da sensorização de objetos e da inteligência artificial, em suma de um mundo de conexões. Como sublinha Fox (2016, p.11) "The Internet of Things (IoT) has quite rapidly come to define the technological context of interactive design as all.inclusive, existing within this connectedness in a way that affects essentially everything, from graphics to objects to building to cities".

O paradigma da interação abre possibilidades para uma compreensão mais abrangente do que é arquitetura, permitindo definir todo espaço construído aberto à experiência e à interação (Almeida, 2016). A definição deriva da abordagem cibernética de Gordon Pask (2011, p. 70) "As funções, afinal, são realizadas por seres humanos ou sociedades humanas. Resulta que o edifício não pode ser visto simplesmente isolado. Ele só tem sentido como um ambiente humano. Interage perpetuamente com os seus habitantes, por um lado, servindo-os e, por outro lado, controlando seu comportamento. Em outras palavras, as estruturas fazem sentido como partes de sistemas maiores, que incluem componentes humanos, e o arquiteto está principalmente preocupado com esses sistemas maiores, eles (não apenas

tijolos e argamassa) são o que os arquitetos projetam. Devo definir essa noção como "mutualismo" arquitectónico, que significa mutualismo entre estruturas e seres humanos ou sociedades".

Neste contexto, o presente trabalho prático, pretende fazer uma abordagem ao uso da interatividade numa estrutura geométrica através da música.

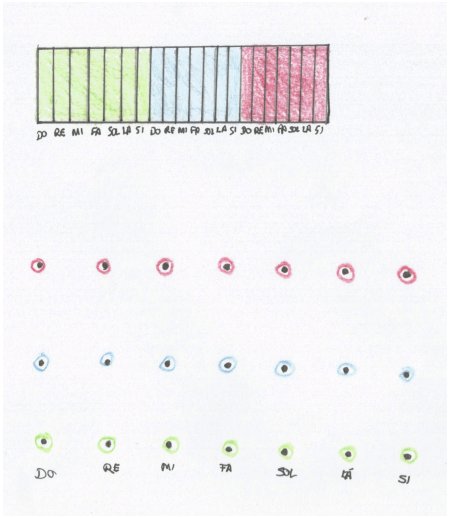
Para a realização do projeto foram desenhadas várias propostas de estrutura. A principal ideia de interatividade pretendida era a alteração física de uma superfície. Assim, uma superfície bidimensional passa a ganhar diferentes formas correspondentes a um som ou a um conjunto de sons.

A estrutura seguiu referências como Iánnis Xenákis e os padrões geométricos de Origami rígido. O projeto teria que responder, de forma coesa, a uma gramática estabelecida que encontrasse uma relação som/movimento.

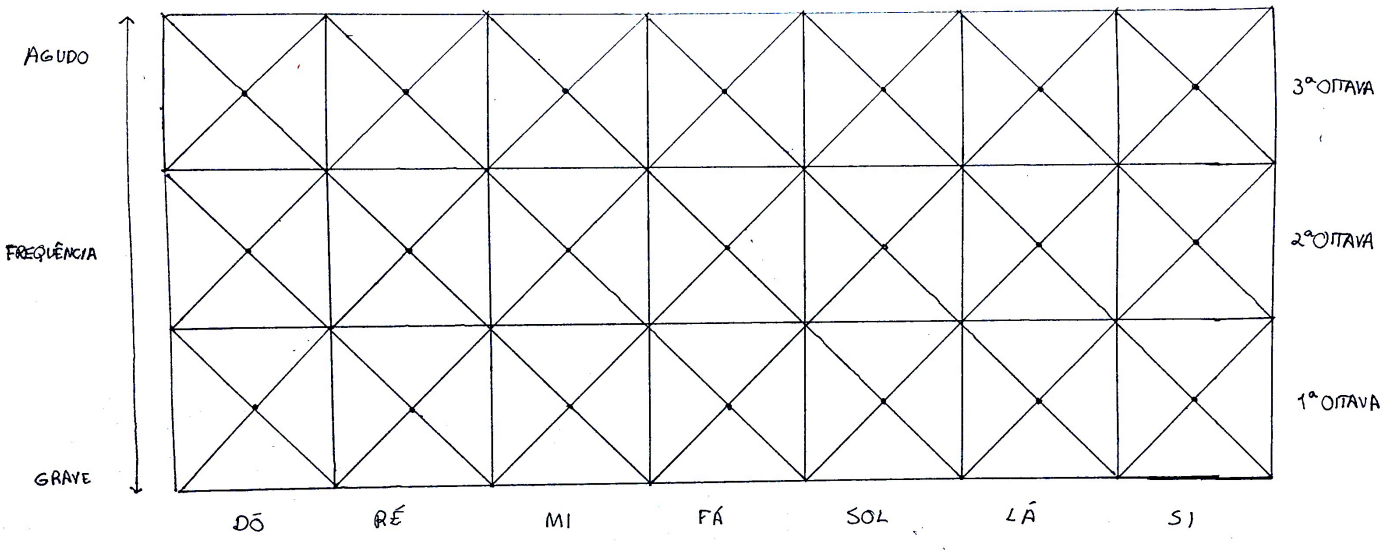
Seguindo a Teoria dos Conjuntos utilizada por Xenákis, é relevante representar as notas numa escala de altura (grave ou agudo) e de frequência (oitavas). A representação é feita em Tela, elemento utilizado por Xenakis, sendo retratada por uma superfície em parede de forma diagramática (figura 41).

O esquema representa a distribuição das notas em diferentes frequências de acordo com uma relação entre três oitavas e a superfície.

A fila um organiza as notas na primeira frequência. A fila dois na segunda frequência e a fila três na terceira frequência, obtendo um espectro representativo de cada som.



41 - Representação em Tela da proposta, seguindo referencia de Iannis Xenakis (Esboço de Autor).

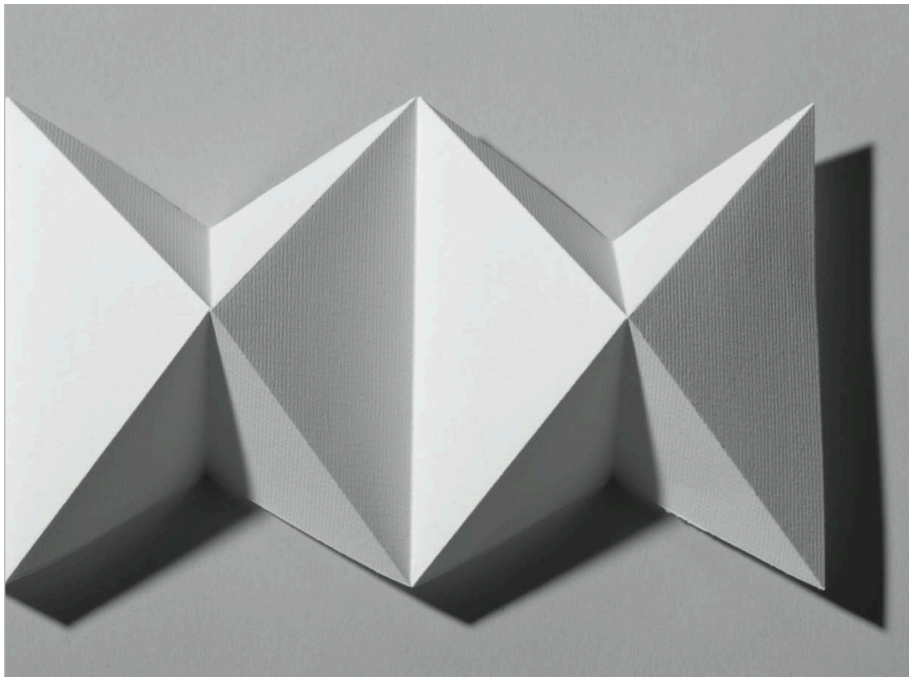


42 - Representação do método de organização da parede, a Técnica de Origami (Esboço de Autor).

A figura 42 apresentada representa geometricamente o método de organização da parede, de acordo com os elementos explicados no gráfico anterior. A parede está pontuada, em intervalos de 60x60 centímetros, por pontos que representam uma nota numa determinada frequência e numa determinada altura.

O desenho, em padrão de Origami rígido, reproduz os pontos de dobra-monte e dobra-vale que vão originar os eixos responsáveis pelo o movimento da mesma.

Seguindo a referência da obra *Folding Techniques For Designers From Sheet to Form,* de Paul Jackson desenhou-se o modelo de translação por simetria simples (figura 43). O quadrado é repetido em linha reta, sem sobreposição e, sobre os mesmo, são feitas duas dobras ligando-as aos pontos referentes das notas.



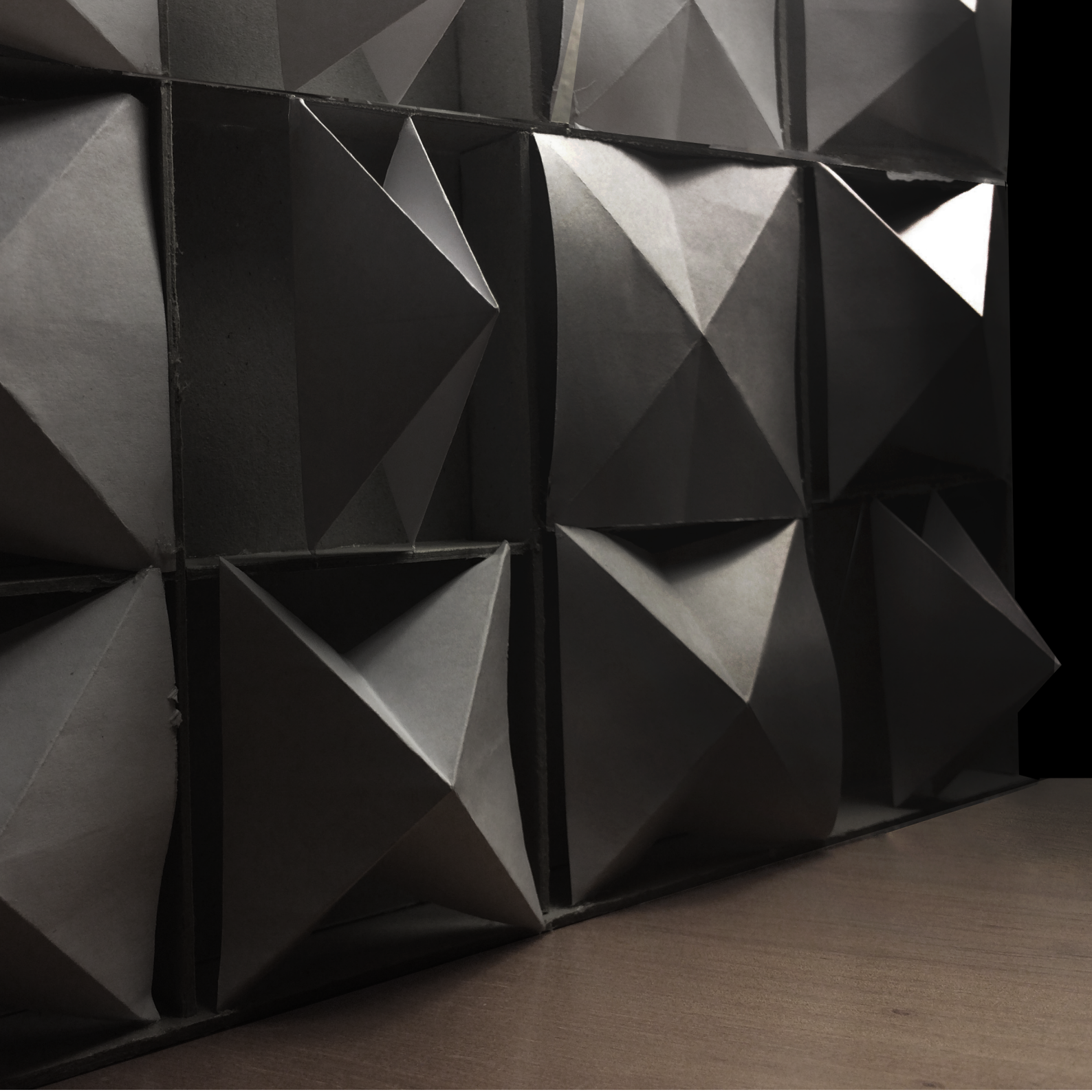
43 - Modelo de translação por Simetria Simples
(Jackson, 2011).

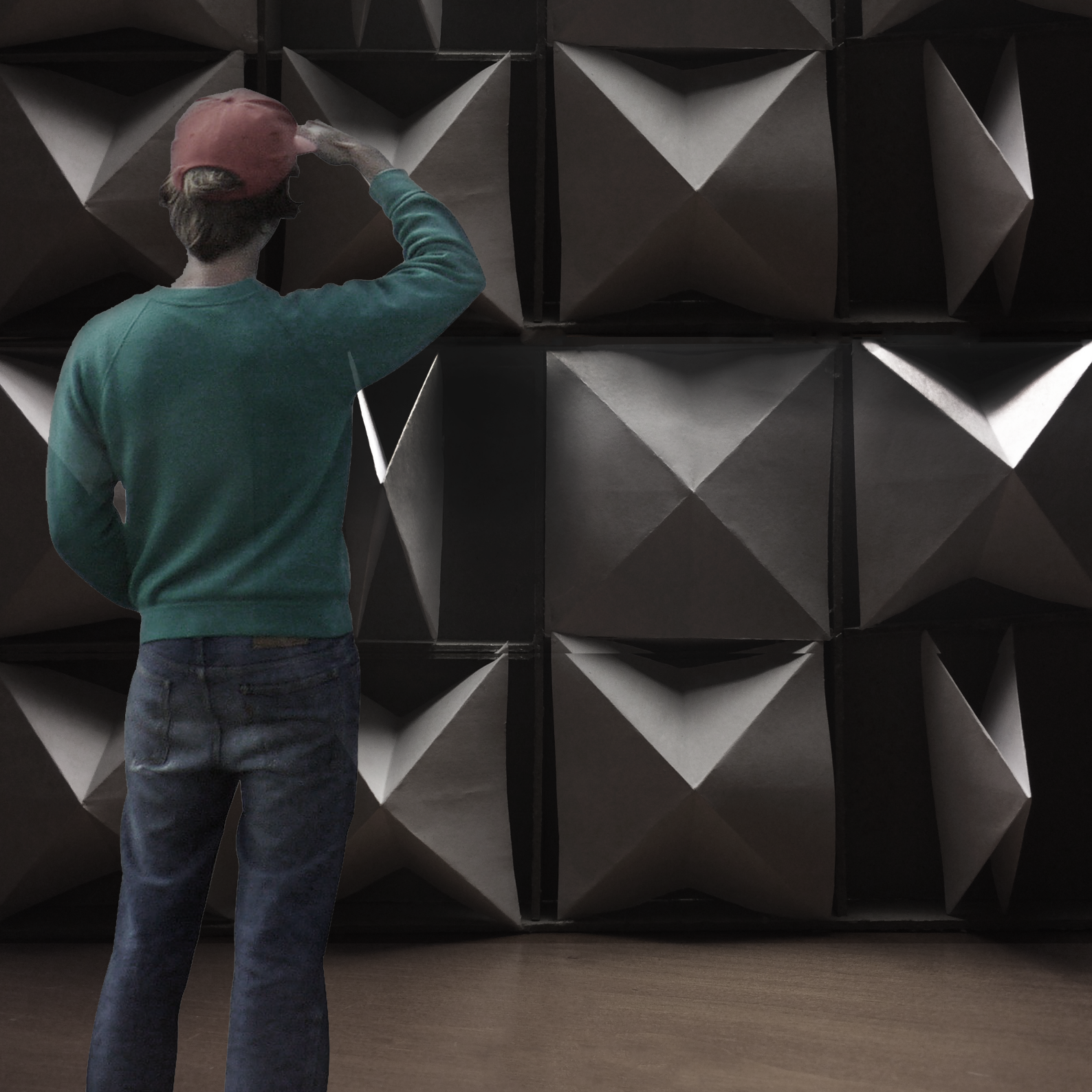
3.2. ESTUDO PROGRAMÁTICO

Sob a superfície dimensionada é possível ligar o desenho aos vértices encontrados fazendo com que, através de um sistema mecânico, os vértices se movimentem provocando a interatividade da mesma.

Na etapa seguinte da proposta foi pertinente realizar uma maqueta à escala para entender as proporções do protótipo, estrutura e materialidade. A imagens seguintes da maqueta sugerem o tipo de movimento pretendido através da técnica de Origami utilizada.







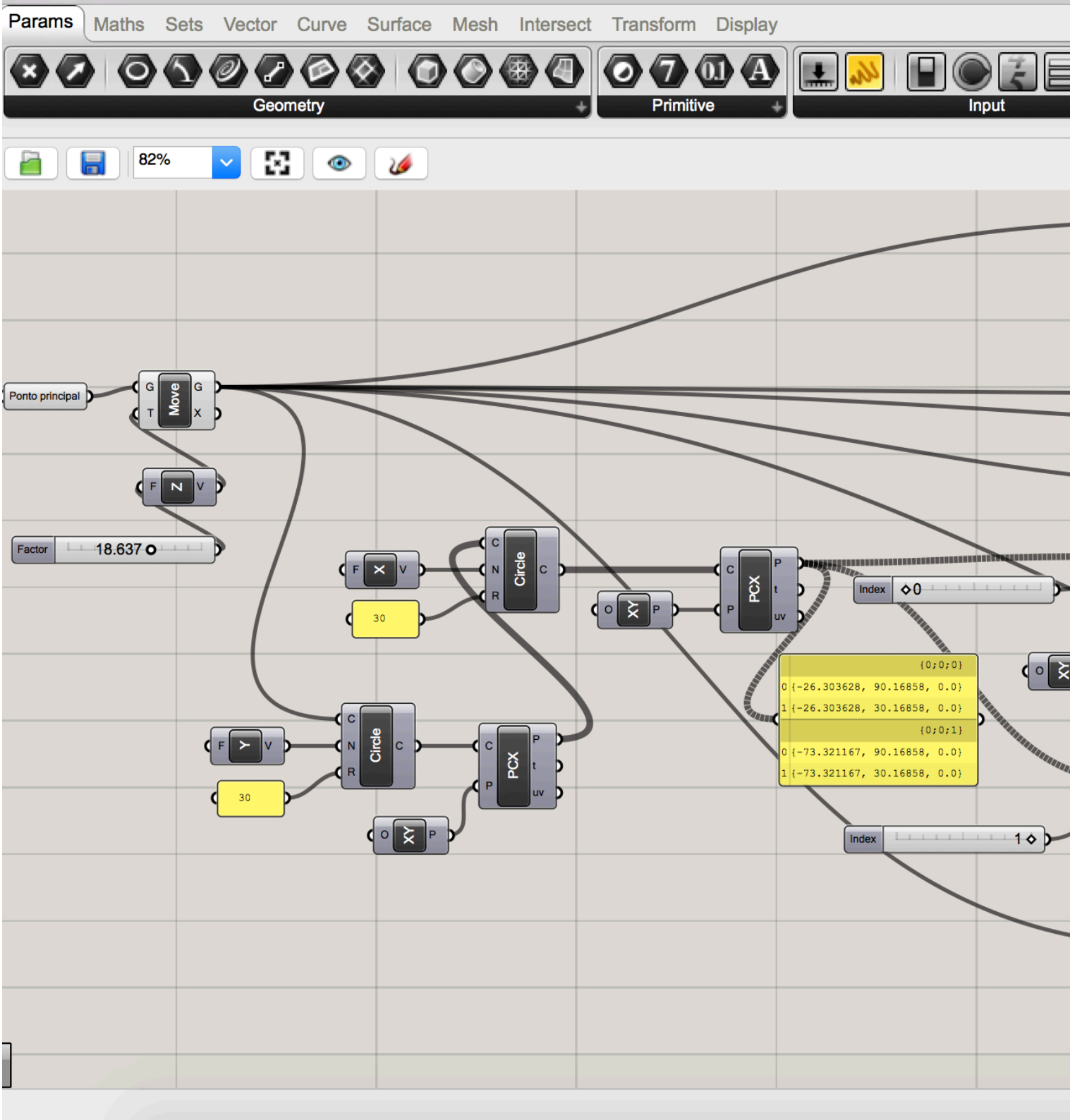
A metodologia planificada foi testada através de ferramentas digitais, utilizando os programas Rhinoceros e o plugin Grasshopper (algorithmic modeling). A adaptação destes programas permite a simulação da realidade através da representação em algoritmo e, como sua consequência, modelação 3D.

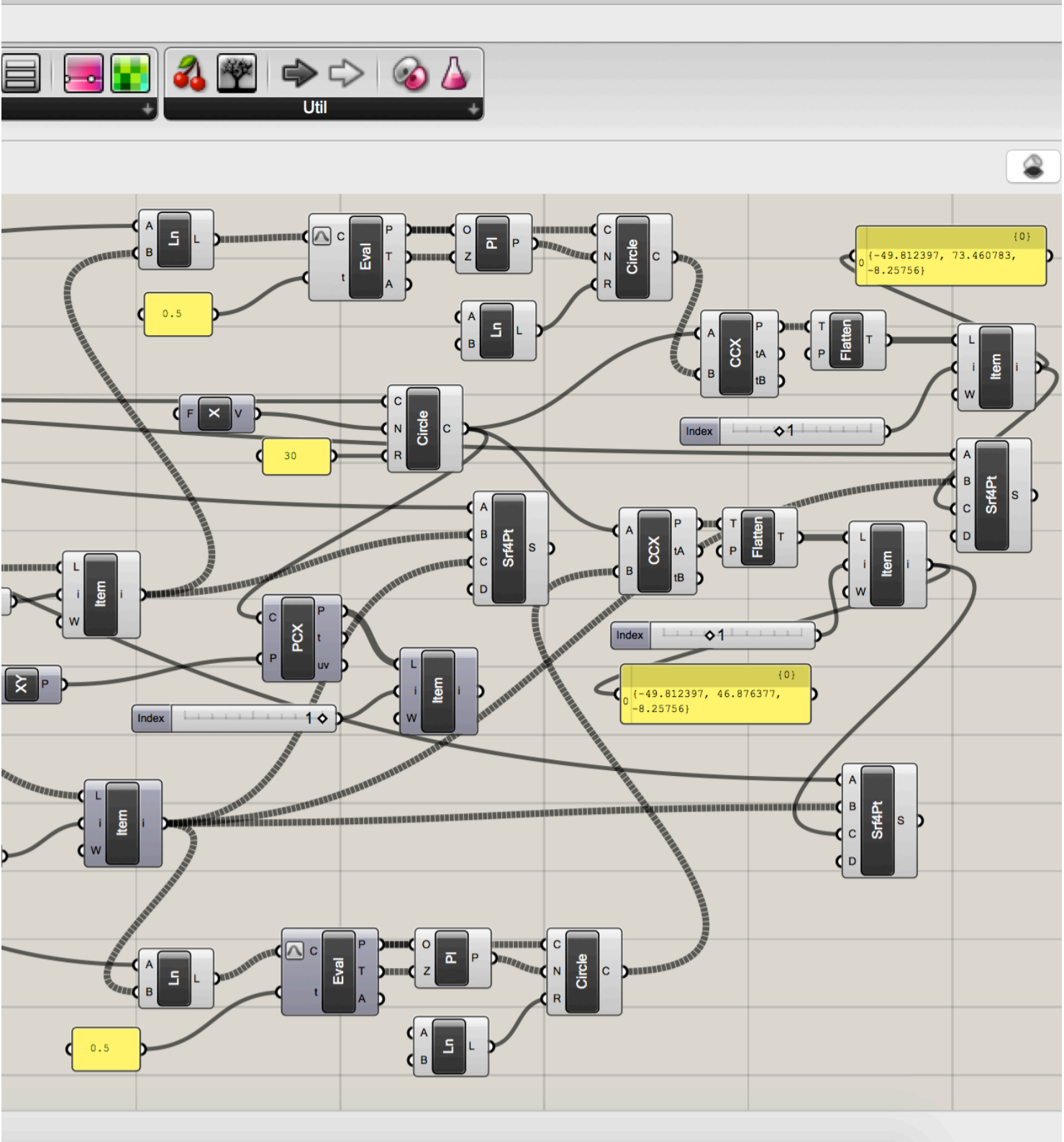
A opção é sustentada pela afirmação Paio e Silva (2013, p. 25) "Os processos digitais são sustentados por sistemas generativos e associativos baseados em parâmetros e algoritmos matemáticos ou genéticos, que nos obrigam a descodificar o raciocínio e planificar uma metodologia projetual (…) o desenho torna-se mais colaborativo, experimental, interativo e dinâmico de acordo com as opções formais/estéticas ou constrangimentos de otimização (estrutural acústica, térmica) da solução final".

A superfície é composta por 21 notas, distribuídas em três oitavas diferentes: grave, média e aguda. Desta forma é possível obter uma maior amplitude de movimento.

Para representar o movimento da superfície através do Rhinoceros foi tida em conta apenas uma nota, já que o algoritmo para o seu movimento é repetido 21 vezes e, como consequência as regras programadas em Grasshopper para um tipo de movimento também são repetidas.

A imagem seguinte representa a gramática em Grasshopper.


Params
Maths
Sets
Vector
Curve
Surface
Mesh
Intersect
Transform
Display
Geometry
Primitive
Input
82%
Ponto principal
Move
Factor
18.637
Circle
PCX
XY
Index
{0;0;0}
{-26.303628, 90.16858, 0.0}
{-26.303628, 30.16858, 0.0}
{0;0;1}
{-73.321167, 90.16858, 0.0}
{-73.321167, 30.16858, 0.0}

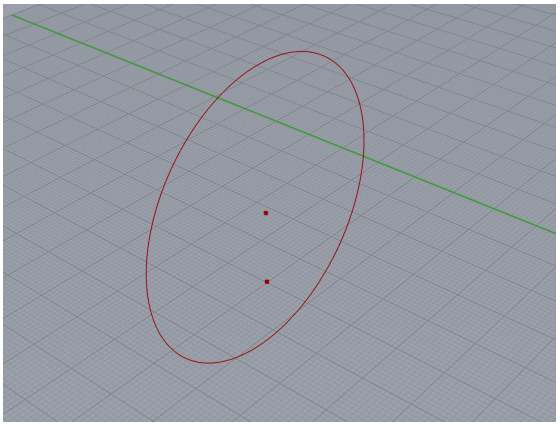

Util
Ln
Eval
Pl
Circle
0.5
{0}
{-49.812397, 73.460783, -8.25756}
CCX
Flatten
Item
Index
1
X
30
Srf4Pt
PCX
{0}
{-49.812397, 46.876377, -8.25756}

Tomemos como exemplo a nota DÓ.

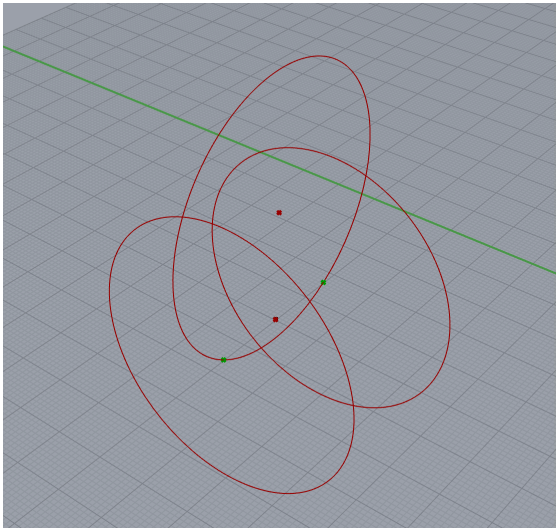
A nota Dó foi constituída, como todas as outras, através de relações entre triângulos, planos e pontos que permitiram criar uma geometria que respeitasse os movimentos em Origami, seguindo o Axioma 1 e 2. É feita seguindo uma sequência de regras algorítmicas que formam o desenho final. O gráficos seguidamente representados são o algoritmo da mesma em Grasshopper:

O primeiro passo na definição das regras em Grasshopper foi a representação do ponto principal, o vértice. A esse vértice foi indicado um movimento de translação sobre um vector paralelo ao eixo Z, entre os valores 0 e 30 centímetros, utilizando um Slider[33].

Foi inserido um circulo com centro no vértice de 30 centímetros de raio e sobre um vector paralelo ao eixo Y.

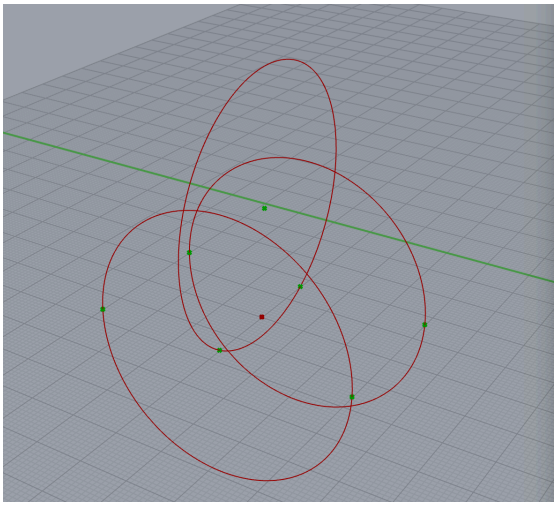


A esse circulo inicial ligaram-se dois círculos de 30 centímetros de raio paralelo ao vector em X que se uniram ao circulo anterior através da intersecção dos mesmos com o plano XY, tendo como resultado dois pontos.

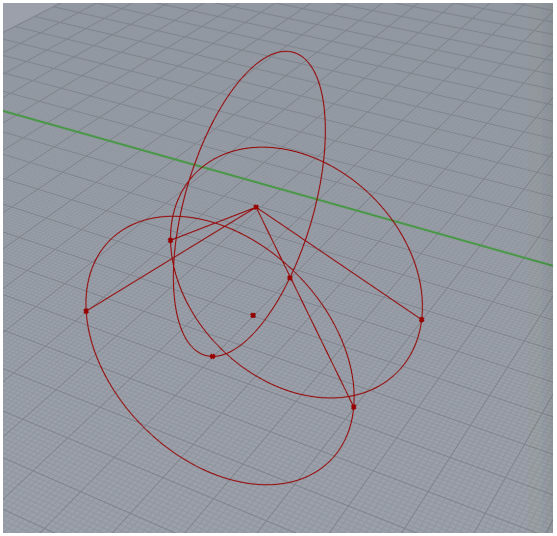


[33] Item do programa Grasshopper que permite a deslocação de um elemento.

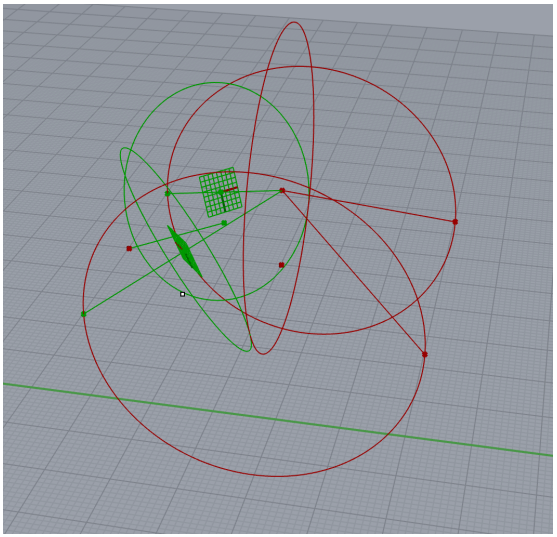
É feita a interseção do o plano XY com os círculos obtendo os 4 pontos principais.



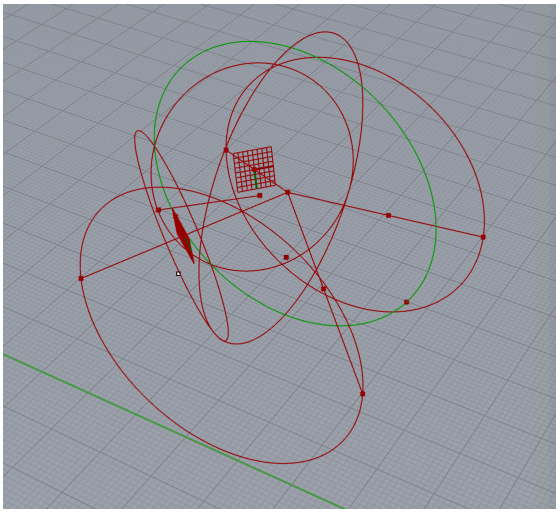
Selecionaram-se dois pontos principais (itens) e traçaram-se as linhas de união dos mesmos com o vértice. Esse processo foi repetido 2 vezes obtendo como produto as principais linhas de dobra: as arestas da superfície.



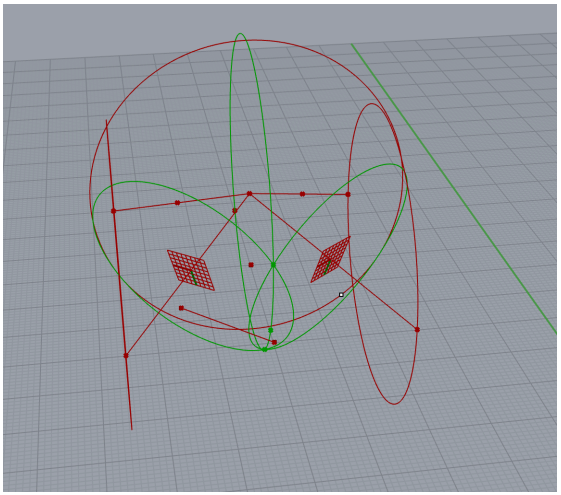
Foram definidos quatro pontos, que são os centros dos segmentos de recta, e foram inseridos círculos perpendiculares de 30 centímetros. Foi feito um outro segmento de recta decorrente da ligação entre um centro de um segmento de recta em XY e a intersecção dos dois círculos perpendiculares em XY.



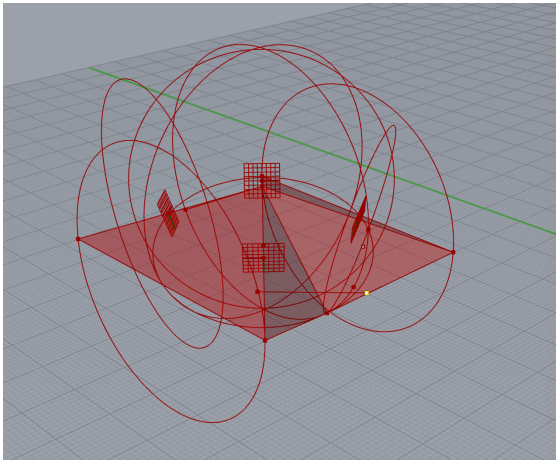
Selecionaram-se esses pontos e representou-se um circulo com diâmetro definido pelos mesmos, com o vector em X.



Como resultado da intersecção entre este último circulo e os círculos perpendiculares às arestas da superfície originam-se os pontos secundários da superfície, definindo assim todos pontos a movimentar.



Uma vez definidos os pontos principais e secundários de movimento, delimitaram-se os planos que definem a superfície.

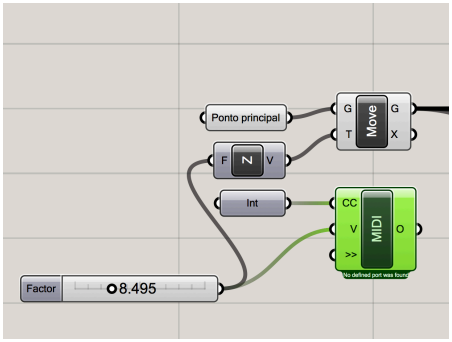


44 - Conjuntos de Gráficos do Módulo estudado em Rhino (Fotografias de Autor).

Seguindo estas regras geométricas e definindo as mesmas no Grasshopper é possível simular através de um Slider o movimento da superfície.

Esta é uma gramática de concepção entre a forma, a geometria e a matemática que é composta por diversas relações que fazem parte da linguagem da Arquitetura, abordada também, em últimas obras, por Iánnis Xenákis.

Seguindo esta técnica de Origami é possível fazer uma gramática que liga não só a Arquitetura, com a Geometria e a Matemática, mas também com a Música. A ligação é feita de diversas formas. Para demonstrá-lo foi utilizado o exemplo do MIDI. Ligando um sintetizador a um computador por USB é possível utilizar a funcionalidade MIDI no Grasshopper, através de um MIDI Slider (figura 45). Essa funcionalidade é adicionada ao programa Grasshopper e permite relacionar o movimento 3D ao toque no sintetizador, atribuindo uma tecla do mesmo a uma das notas desenhadas no programa.



45 - Item MIDI em Grasshopper (Fotografia de Autor).

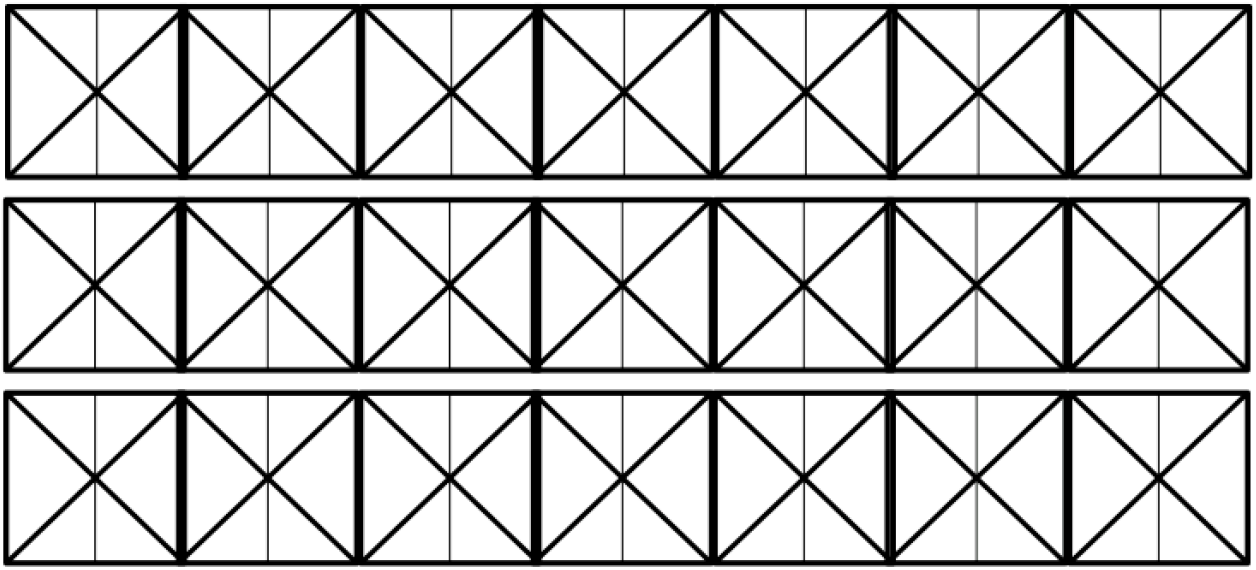
Assim, é possível controlar o movimento de todos os elementos 3D através do sintetizador que vai permitir gerar uma gramática de composição que une a simulação espacial com um som. Uma música tocada num sintetizador originaria movimento na parede tridimensional (figura 46).

Caso este estudo fosse executado numa parede real seria fácil de entender como é possível interpretar um som de forma espacial. Seguindo o exemplo de Simão Costa, este estudo serve para demonstrar que pode existir uma simbiose entre a instalação, a performance, a percepção e o espaço originando uma gramática de concepção espácio-temporal.



46 - Simulação digital do movimento dos módulos através de sintetizador em Grasshopper e Rhino (Fotografia de Autor).

3.3. SISTEMA MECÂNICO E CINÉTICO



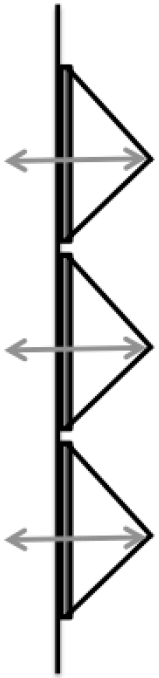
47 - Os 21 módulos (Gráfico de Autor).

Uma vez estudada a gramática e simulada toda a sua aplicação num contexto digital é possível transpor todas as regras definidas para um contexto cinético, através da utilização de um sistema mecânico respeitando as regras definidas anteriormente. Desta forma, e como proposta a executar, é pertinente simular a aplicação de toda a gramática mecanicamente.

O principal objectivo é fazer a representação da parede simulada digitalmente como protótipo.

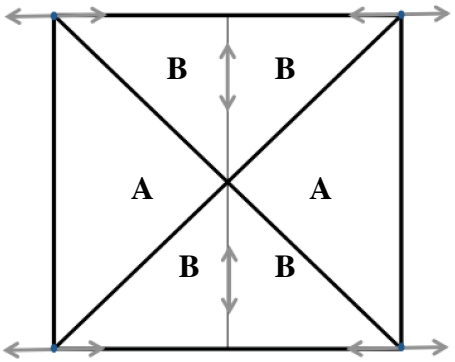
Esse protótipo resulta, portanto, na repetição física e modular do elemento estudado, 21 vezes (figura 47).

Os módulos estariam assentes numa estrutura base de suporte de todo o protótipo e nessa mesma estrutura assentariam 21 motores hidráulicos com um alcance de movimento de aproximadamente 20 cm. Esses motores seriam os responsáveis pelo movimento de todo o modulo, pois estariam ligados ao ponto principal, o vértice (figura 48). Estariam também ligados individualmente ao computador através de MIDI, obedecendo às regras definidas no Grasshopper.

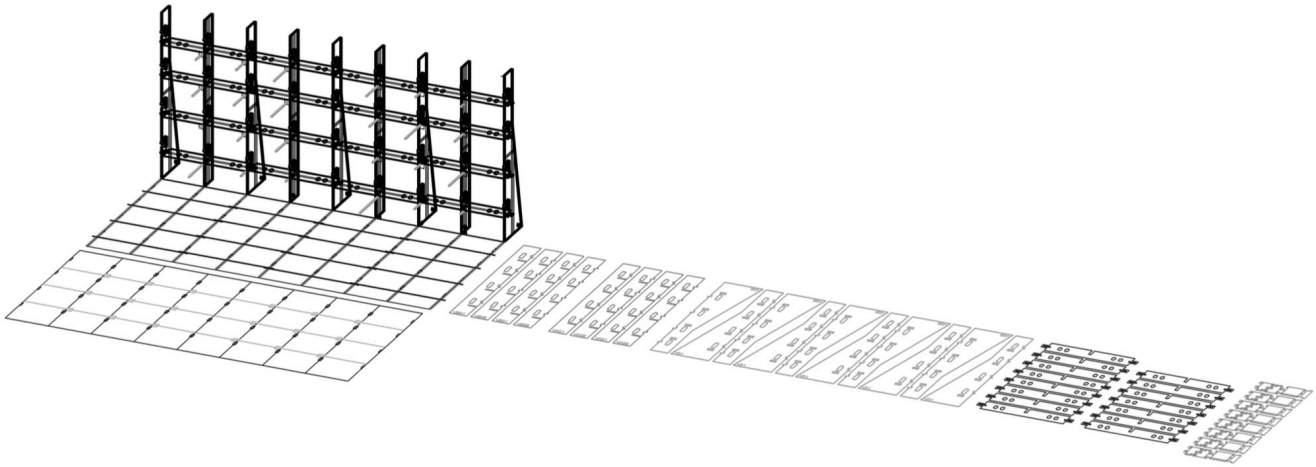


48 - Movimento dos vértices (Gráfico de Autor).

Como consequência os restantes 4 pontos do módulo seriam arrastados sempre no plano da superfície, movendo os planos A. Os planos B dobram-se por consequência do movimento dos planos A (figura 49).



49 - Movimento dos pontos e dos planos (Gráfico de Autor).



50 - Estrutura base da parede desenhada em Autocad por peças modelares, para posterior corte em fresa (Imagem de Autor)

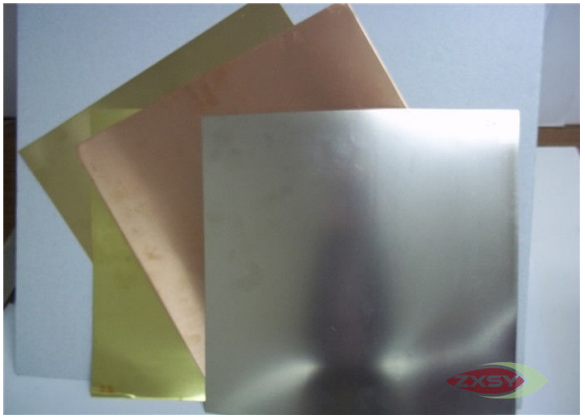
A estrutura base seria construída em placas OSB seguindo as dimensões previamente desenhadas (figura 50). Nela estariam assentes os 21 motores hidráulicos e os módulos. Os módulos estariam presos pelo vértice aos motores e os 4 pontos estariam presos à estrutura através de roldanas que permitiam a sua deslocação. Os módulos seriam construídos em chapas de metal leve e as arestas estariam ligadas por dobradiças simples de pequenas dimensões para permitir a ligação entre as partes do módulo e a sua consequente dobragem. A materialidade do modulo é representada na figura 51, 52, 53 e 54.



51 - Roldanas
(fonte: metalkitaluminio.com.br)



52 - Motor Hidráulico
(fonte: http://www.hidrautec.com.br/)



53 - Chapas de metal leve
(fonte: http://portuguese.aluminium-coils.com/)



54 - Dobradiças de pequenas dimensões
(fonte: http://pt.aliexpress.com/w/wholesale-copper-hinges.html)

4. REFLEXÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objectivo contribuir para o entendimento dos conceitos base que podem servir de mote para diferentes modos de projetar ou de compor em arquitetura em relação com a música.

As semelhanças estudadas entre as duas disciplinas podem ajudar no enriquecimento e desenvolvimento entre elas. Através de um desenho arquitectónico é possível reter informações estruturais que podem ajudar como suporte para a música e vice-versa. Essas informações podem ainda servir como instrumento para os músicos e arquitetos. Projetar através de uma música ou através de um desenho musical fornece ao arquiteto uma maior grandeza conceptual e performativa. Podendo, assim, melhorar a exploração dos sentidos e de percepção, que pode aperfeiçoar, de forma mais interativa, a comunicação de uma obra arquitectónica.

É na ligação espácio-temporal que se situa a génese da relação abordada pois ambas as disciplinas têm semelhanças nas noções de tempo e de espaço. A estruturação espácio-temporal é análoga pois recorrem a semelhantes métodos de representação. A sua estruturação é feita seguindo a mesmas bases fundamentais do pensamento, da linguagem e da comunicação da mesma, desenvolvendo posteriormente diferentes processos de criação de ideias, de acordo com o propósito permitido.

A música apresenta uma linguagem abstracta mas tem uma forte relação com a Matemática e com o Desenho. A Arquitetura apresenta uma linguagem mais concreta, recorrendo à descrição das formas através da

Matemática e do Desenho. Conclui-se, assim, que as ferramentas do Desenho e da Matemática são o pilar na linguagem presente em ambas as disciplinas, sendo um importante instrumento de pensamento. Desenhar na Música e na Arquitetura apresenta sempre pontos idênticos e é desse impulso que o artista deve retirar maior partido. Iánnis Xenákis e Gordon Pask são exemplos. Os dois conseguem pelo meio de várias formas de desenho musical, incluindo o Gráfico e o Diagrama, tirar maior partido para os seus projetos.

Através de diferentes processos de construção conceptual, é possível melhorar a comunicação utilizada na Música e na Arquitetura. Essa comunicação está em constante mudança com o aparecimento de novas formas de expressão, bem como o avanço da tecnologia.

O estudo do espaço está relacionado com a imagem e com a percepção que temos dela. A música pode recorrer à imagem para um melhor entendimento. Atualmente, muitos artistas fazem a essa utilização para reforçar a resposta em relação a uma mensagem apresentada. Desta forma, a imagem é um elemento presente em ambas as disciplinas envolvendo o resultado final que ela produz por meio da percepção.

A expressão corporal entra no campo da percepção e da expressão artística. É um elemento crucial para a existência de uma obra de arte. Assim, explorar um espaço arquitectónico envolve os sentidos da mesma forma que explorar uma música. Explorar o campo dos sentidos para um Músico e para um Arquiteto é, através do corpo, explorar a performance de uma obra. Desta forma, a Arquitetura é explorada através do sentidos

básicos da sua vivência e a sua expressão corporal existe, também, na sua relação com o desenho e com o gesto. Na música o corpo humano liga-se à criação através da sua reprodução por instrumentos musicais ou canto e a sua existência impulsiona outras disciplinas como a Dança.

O estudo da acústica é um factor de mais valia para a exploração de um espaço. O estudo da acústica na construção de um teatro, ou de um auditório tem uma enorme importância pois a reprodução de um som está diretamente ligada às propriedades perceptivas de um espaço e a qualidade do mesmo deve ser aprovada com a características do som lá reproduzido. Assim, a Música e a Arquitetura completam-se num projeto arquitectónico. Trata-se de um tema analisado ao longo dos séculos na construção dos Teatros e o seu estudo é elaborado de forma coesa no Tratado de Vitrúvio e no Tratado de Alberti.

Executando a proposta de instalação obtém-se uma ideia mais clara das noções abordadas na presente dissertação podendo esta, através de uma obra musical, fazer parte de um espaço arquitectónico, acústico e performativo evidenciando questões de percepção, relação com a imagem, a relação com o artista e com o ser humano, resultando numa simbiose entre o conceito e a performance. Tema abordado pelo artista Simão Costa. A sua projeção segue o exemplo de Xenákis e alguns dos seus princípios de ordem. Pode referir-se que este foi um dos grandes impulsionadores da moldagem da forma geométrica no espaço e no tempo e foi o responsável por desenvolver uma série de gramáticas de composição utilizadas nos dias

de hoje na composição, na parametrização, no desenvolvimento informático e na Arquitetura.

Gordon Pask assume um papel importante na criação de novas regras de composição e de configuração de componentes através da exploração da máquina e da cibernética.

Os seus estudos criaram bases para o desenvolvimento da cinética, tema que se tem vindo a ganha bastante importância na arquitetura. Os seus estudos ligam-se ainda a outras áreas como a Arquitetura, Música, Psicologia, Antropologia, entre outras.

Pask elaborou diversas teorias de análise e as suas aplicações permitem uma nova perspectiva no estudo das cidades e dos edifícios, ligando o espaço interativo às funções do Homem. Pask defendeu a ideia de Le Corbusier considerando que a casa podia ser uma máquina para viver e as suas previsões são pertinentes nos dias de hoje.

Seguindo a proposta de instalação e possível entender que as premissas do pensamento, da linguagem, das ideias e da comunicação são os elementos chave que não só criam as bases de concepção da instalação como comprovam os primeiros traços de comunicação entre as duas disciplinas, utilizando, neste caso, a Técnica de Origami. O método de dobragem liga a matemática e a forma e pode ter influência num espaço. Com a utilização da cinética essa dobragem é realizada de forma mecânica e responsiva a um impulso musical, permitindo que o som e o espaço se relacionem não apenas por meio da acústica mas também pelo meio de uma gramática de composição composta pelos elementos abordados. Esta

utilização poderia ter imensas funções. A utilização da proposta de instalação poderia ligar-se à música no de vista decorativo e artístico, onde um espaço é moldado por uma seguindo questões de cinética. Poderia também relacionar-se com a acústica, permitindo que a parede desse propriedades a um espaço acústico de acordo com a utilizada pretendida. neste e caso a parede não teria função performativa, apenas seria moldável.

É possível que a Arquitetura no futuro seja caracterizada por uma participação mais presente da Música através de respostas cinéticas que moldam um espaço. A ligação entre elas assume-se como alternativa aos conhecimentos já existentes do arquiteto e, através do desenvolvimento de novas gramáticas de composição, os métodos projetuais e compositivos tentem a aproximar-se. A interatividade aproxima o homem, que habita o espaço e ouve uma música, à sua participação ativa. A composição de uma música e a criação de um projeto de arquitetura tendem a transformar-se num processo muito mais dinâmico, simples e capaz de responder com personalização a um objectivo especifico, graças ao desenvolvimento de novas gramáticas de composição.

Num futuro próximo as cidades tendem a ser projetadas através das lógicas computacionais, ditando as regras matemáticas para a sua estruturação. Esta estruturação pode ser transportada para a projeção de edifícios e todos os seus espaços podem ser modelados através de uma gramática. A música surge como elemento complementar podendo servir de regra ou de factor de interatividade nas habitações do futuro, estruturando uma nova realidade de percepção.

“What’s much more interesting is how we are going to change our technologhy to create the kinds of places e want to live in”
(Townsend, 2013, p. 17).

5. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 01 - Steve Hall (1947), é um arquiteto dos U.S.A. que lançou a obra *Questões de Percepção*. Uma das obras mais importantes no estudo da percepção humana e da experiência da percepção na arquitetura.
(fonte: http://www.stevenholl.com/books/47)..... p.23

Fig. 02 - *O Pensador*. (1902) Obra do escultor Francês Auguste Rodin.
(fonte: https://artelocalizada.wordpress.com/tag/o-pensador/)..... p.24

Fig. 03 - *Femme Assise Accoudée* (1939), é uma obra do artista Pablo Picasso. O artista procurou nas suas obras a desconstrução das percepções e das ideias através do Cubismo.
(fonte: http://duzettdistrict.com.br/a-grande-exposicao-de-pablo-picasso-em-sp/)..... p.25

Fig. 04 - Representação de um Som através de um espectro sonoro. Um espectro representa a evolução da intensidade de um som no tempo.
(fonte: http://www.cochlea.eu/po/som/representacao-do-som)..... p.26

Fig. 05 – *Lacrimosa* de Mozart (1761). Exemplo de Pauta utilizada e aperfeiçoada desde a idade Média.
(fonte: http://imslp.org/wiki/Requiem_in_D_minor,_K.626_Mozart,_Wolfgang_
Amadeus)..... p.26

Fig. 06 - *O primeiro edifício* de Viollet-le-Duc (1875). Estudos de habitação primitiva.
(fonte: http://repositorio.ulusiada.pt/bitstream/11067/457/1/ral_3_13.
pdf)..... p.28

Fig. 07 - Antigo vaso representando uma lição de Música. Período Grego.
(fonte: http://www.slmusicmagazine.com/a-musica-grega/)..... p.30

Fig. 08 - Desenho de templo por Vitrúvio comparado a proporções musicais.
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/tag/vitruvius/)..... p.31

Fig. 09 - Representação da verticalidade musical associada à arquitetura Gótica.
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/)..... p.31

Fig. 10 - Capa da ópera *Giulio Cesare* (1685), de Haendel, compositor notável da época Barroca.
(fonte: http://imslp.org/wiki/Giulio_Cesare_in_Egitto,_HWV_17_Handel,_George_Frideric)..... p.32

Fig. 11 - Arquitetura descontrutivista. Museu Judaico em Berlim, de Libeskind (1989), baseado na partitura de *Moses und Aron* de Shoenberg (1932).
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/01/11/serialismo-musical-e-desconstrutivismo-arquitetonico/)..... p.35

Fig. 12 - Obra *De Arquitectura* de Marcus Vitruvius Pollio (27 a 16 a. C.).
(fonte: http://digi.ub.uniheidelberg.de/diglit/vitruvius1807bd1)..... p.38

Fig. 13 - Obra *De Re Aedificatoria*, de Alberti (1485).
(fonte: https://italianrenaissance1.wikispaces.com/Architecture+Early)..... p.42

Fig. 14 - *Basílica de Santa Sabina*, Roma (422).
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/01/05/leon-battista-alberti/)..... p.43

Fig. 15 - A *Basílica Românica de Santa Maria Madalena* em Vézelay, França. Segue uma referência de um trecho de *Te Deum.*
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/10/05/leon-battista-alberti/)..... p.43

Fig. 16 - A *Catedral de Notre Dame* de inspirou-se num trecho de *Fuions de ci*.
(fonte: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/10/05/leon-battista-alberti/)..... p.44

Fig. 17 - Desenho de Óscar Niemeyer do *Museu de Arte Contemporânea de Niterói*.
A forma e inspiração do Arquiteto através do desenho.
(fonte: http://www.vercompalavras.com.br/blog/as-curvas-de-niemeyer/)..... p.46

Fig. 18 - Figuras musicais.
(fonte: http://www.descomplicandoamusica.com/figuras-musicais/)..... p.49

Fig. 19 - Diagrama Formal da obra *Praça das Artes* de Francisco Fanucci e Marcelo Ferraz (2012).
(fonte: http://archtendencias.com.br/arquitetura/praca-das-artes-brasil-arquitetura/)..... p.51

Fig. 20 - Instalação *The Living Black Lake, Bjork*, (2015). Exemplo entre a mistura do som e da imagem como conjunto de percepções. (fonte: http://www.wired.com/2015/03/bjork-designers-built-icelandic-cave-moma/#slide-2)..... p.54

Fig. 21 - Desenho de Steven Holl sobre o projeto da *Capela de Santo Inácio* em Seattle (1994). O projeto aborda a arquitetura desconstrutivista, valorizando a importância da luz, da percepção e dos sentidos.
"(...) quando o espaço e o corpo atuam juntos, aceitando a elevação de diferentes ângulos, vistas, cheiros, texturas e detalhes".
(fonte: http://www.b9.com.br/39051/arquitetura/as-garrafas-de-steven-holl/)..... p.57

Fig. 22 - Peça coreográfica *Terra* de Olga Roriz (2014). Exemplo de expressão dos sentidos através do corpo. Mistura entre a música, o corpo, o espaço e a cenografia.
(fonte:http://blog.americadiamondshotel.com/danca-contemporanea-portuguesa-portuguesecontemporary-dance)..... p.59

Fig. 23 - Planta de um teatro romano desenhada por Vitrúvio no tratado *De Arquitectura*, projetando a propagação de um som.
(fonte: http://www.hevelius.it/webzine/leggi.php?codice=490)..... p.62

Fig. 24 - Paraboloides hiperbólicos da obra *Metastasis* (1953)
(Xenákis apud Rocha, 2008)..... p.68

Fig. 25 - Paraboloides hiperbólicos da obra *Pavilhão Philips* (1962)
(Xenákis apud Rocha, 2008)..... p.69

Fig. 26 - Gráfico que representa relação de intensidade com frequência (Neto, 2006)..... p.71

Fig. 27 - Gráfico que representa grãos de frequências distintas num dado período de tempo
(Neto, 2006)..... p.71

Fig. 28 - Gráficos com elementos de intensidade e frequência distinto (Neto, 2006)..... p.71

Fig. 29 - Conjunto de Telas (Neto, 2006). p.72

Fig. 30 - Exemplo de padrão realizado e seu processo de construção (Jackson, 2011)..... p.74

Fig. 31 - Conjunto de esquemas de Autor..... p.78

Fig. 32 - Montagem e construção da estrutura *Ressonant Chamer*, RVTR Architects (2011).
(fonte:http://www.fastcodesign.com/1669640/a-mechanical-roof-tweaks-concert-acoustics-in-real-time#8)..... p.81

Fig. 33 - Esquema estrutural da *Ressonant Chamer*, RVTR Architects (2011).
(fonte:http://www.fastcodesign.com/1669640/a-mechanical-roof-tweaks-concert-acoustics-in-real-time#8)..... p.82

Fig. 34 - A Arquitetura em 'Conversação'. Desenho de Gordon Pask (Reichardt, 1968)..... p.84

Fig. 35 - *Fun Palace*, de Cederic Price e Gordon Pask (1961).
(fonte: https://folio.brighton.ac.uk/user/km226/exemplary-project-cedric-price)..... p.85

Fig. 36 - A lógica *Musiccolour* em Diagrama (Pickering, 2009)..... p.88

Fig. 37 - A máquina *Multicolor* (A), com todas as ligações efectuadas (B) e o seu efeito (C) (Pickering, 2009)..... p.89

Fig. 38 - Fotografia de Simão Costa.
(fonte:http://www.stageone.pt/pt/projetos-em-curso/pi_ano-precaution-percussion-on-shortcircuit).... p.91

Fig. 39 - Fotografia da performance *SAS Orkestra de rádios* (2013).
(fonte: http://cargocollective.com/soniamoreira/SAS-Orkestra-de-Radios)..... p.92

Fig. 40 - Cartaz da obra *π_Ano* (2014).
(fonte: http://a-trompa.net/olhares/simao-costa-e-a-aventura-%CF%80_anopre%C2%B7cau %C2%B7tion-per%C2%B7cu%C2%B7ssion-on-short-circuit)..... p.94

Fig. 41 - Representação em Tela da proposta, seguindo referência de Iannis Xenakis
(Esboço de Autor)..... p.98

Fig. 42 - Representação do método de organização da parede, a Técnica de Origami (Esboço de Autor)..... p.99

Fig. 43 - Modelo de translação por Simetria Simples (Jackson, 2011)..... p.100

Fig. 44 - Conjuntos de Gráficos do Modulo estudado em Rhino (Fotografias de Autor)..... p.112

Fig. 45 - Item MIDI em Grasshopper (Fotografia de Autor)..... p.113

Fig. 46 - Simulação digital do movimento dos módulos através de sintetizador em Grasshopper e Rhino (Fotografia de Autor)..... p.114

Fig. 47 - Os 21 módulos (Gráfico de Autor)..... p.115

Fig. 48 - Movimento dos vértices (Gráfico de Autor).,..... p.116

Fig. 49 - Movimento dos pontos e dos planos (Gráfico de Autor)..... p.116

Fig. 50 - Estrutura base da parede desenhada em Autocad por peças modelares, para posterior corte em fresa (Imagem de Autor)..... p.117

Fig. 51 - Roldanas (fonte: metalkitaluminio.com.br)..... p.118

Fig. 52 - Motor Hidráulico (fonte: http://www.hidrautec.com.br/)..... p.118

Fig. 53 - Chapas de metal leve (fonte: http://portuguese.aluminium-coils.com/)..... p.118

Fig. 54 - Dobradiças de pequenas dimensões (fonte: http://pt.aliexpress.com/w/wholesale-copper-hinges.html)..... p.118

6 . BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, M. A. (2016). *Ambientes interativos: o paradigma da interação e a espacialização da comunicação.* Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.194/6119

BATISTA, T. (2016). *Entrevista ao artista Simão Costa*. Anexo.

CAMPA, M. R. (2013). Le Nouvelles Inventions pour Bien Bastir et a Petits Fraiz by Philibert de l'Orme: a New Way to Conceive Wood Roof Covering, *ICHS*, 1, 525-541. Disponível em: http://www.arct.cam.ac.uk/Downloads/ichs/

COELHO, P. A. C. (2009). *Arquitetura e Música: Analogias Estruturais*. (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade da Beira Interior, Covilhã.

COLI, J. S. (1983). *Alberti e suas igrejas: os caminhos da harmonia*. (Discurso, 14, 159-180). Disponível em: http://www.revistas.usp.br/discurso/rt/captureCite/37908/40635

COMUNE, A. D. (2014). *De Architectura | Marcus Vitruvius Pollio*. Disponível em: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/10/04/ marcus-vitruvius-pollio/

COMUNE, A. D. (2014). *De Re Aedificatoria | Leon Battista Alberti*. Disponível em: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/10/05/leon-battista-alberti/

CONSIGLIERI, V. (2000). *As significações da Arquitectura.* Lisboa: Editorial Estampa.

CRESPO, F. O. (2013). *KOS - Kinetic Origami Surface*. (Trabalho final do Curso de Estudos Avançados em Arquitetura Digital não publicado). ISCTE-IUL, Lisboa.

DUARTE, A. M. C. D. (2009). *Arquitectura do Clássico ao Caos*. (Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Arquitetura não publicada). Universidade da Beira Interior, Covilhã.

ECO, U. (2000). *A definição de Arte.* São Paulo: Edições 70.

ECO, U. (1977). *A Estrutura Ausente.* São Paulo: Editora Perspectiva.

FERNÁNDEZ, M. (2009). "*Aesthetically Potent Environments," or How. Gordon Pask Detournecl Instrumental.* Cybernetics. Cambridge, Mass: MIT Press. Disponível em: http://nordes.medialab.aalto.fi/wp-content/uploads/sites/2/2014/08/Pask-in-White-Heat-Cold-Logic.pdf

FONSECA, M. (1997). *Leonardo da Vinci: um génio universal*. Disponível em: http://www.ipv.pt/millenium/esf_5mjf.htm

FOX, M. (2016). *Catalyst Design in a Connected World.* Disponível em: http://archinect.com/news/article/149950671/author-of-interactive-architecture-on-the-built-environment-in-the-age-of-ubiquitous-computing

GRILO, P (2013). Música/Arquitectura. *Um espaço para pequenas analogias.* (Ensaio Teórico). Disponível em: http://pt.slideshare.net/PaulaMarla/msica-arquitetura-ensaio

PASK, G. (1969). *The Architectural Relevance Of Cybernetics*. Disponível em: http://www.haque.co.uk/papers/architectural_relevance_of_gordon_
pask.pdf

PASK, G. (2011). Heinz von Foerster's self organization, the progenitor of conversation and interaction theories. *Systems Research.* v. 13 n. 3, p. 349.

HALL, E. T. (1986). *A Dimensão Oculta* (M. S. Pereira, Trad.). Lisboa: Relogio d'Água.

HANSLICK, E. (1994). *Do Belo ao Musical* (A. Mourão, Trad.). Lisboa: Edições 70.

HOLL, S. (2011). *Cuestiones de percepción*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

JACKSON, P. (2011). *Folding Techniques For Designers From Sheet to Form*. Londres: Laurence King Publishing.

LIMA, A. G. (2014). *De Arquitectura*. Disponível em: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/tag/de-architectura/

LIMA, A. G. (2014). *De re Aedificatoria | Leon Battista Alberti.* Disponível em: https://arquiteturaemusica.wordpress.com/2014/10/05/leon-battista-alberti/

LORENZIN, R. (2013). *Francesco Zorzi Veneto De Harmonia Mundi Totius Cantica Tria*. (Tese de Doutoramento em História e Critica de Arte Artística e Musical do Espetáculo não publicada). Universidade de Pádua, Itália.

MACIEL, M. J. (2007). Fabrica e ratiocinatio no De Architectura de Vitrúvio e sua interação com a história da ciência na antiguidade. *Revista da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas*, 145-152.

MATOS, R. (2008). *Relações estético-estruturais entre música e arquitetura: Polytopes : uma análise sobre a obra multimídia de Iannis Xenakis.* (Dissertação para obtenção do grão de Mestrado em Música). Disponível em: http://repositorio.unesp.br/handle/11449/93756

MARQUES, G. (2013). *Arquitectura desconstrutivista aplicação a um projecto prático*. (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura não publicada). Universidade da Beira Interior, Covilhã.

MARTINS, J. (2008). *Acústica de Edifícios - Validação Experimental do Cálculo de Transmissões Marginais a Sons Aéreos em Edifícios.* (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil). FEUP, Porto.

MELO, H. S. (2013). O homem de Vitrúvio. *Correio dos Açores: Ensino/Matemática*, 17.

MILES, F, KEMP, M. (2009). *Interactive Architecture.* Nova Iorque: PA Press.

MOTA, M. C. A. (2010). *Arquitectura, Música e Acústica no Portugal Contemporâneo*. Porto: FAUP publicações.

MUNARI, L, IZAR, G. (2013). *Diagrama, arquitetura e autonomia.* Disponível em: http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/80926

NETO, L. S. (2006). *Rizómata: Uma introdução às raízes da música de Iannis Xenakis*, (Dissertação de Pós-Graduação em Artes não publicada). Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27140/tde-05072009-183519/en.php

PACHECO, F. D. S. (2005). CONCINNITAS, ORDINATIO, LINEAMENTI, VIRTÙ e outras do vocabulário de Leon Battista Alberti", *ArqTexto*, v. 06, p. 94-103.

PAIO, A, SILVA, B (2013). Processos digitais. Computorização e Computação. *Revista arqa - Arquitectura e Arte. Processos Digitais, 24 – 25.*

PICKERING, A. (2009). *The Cybernetic Brain.* Disponível em: http://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/C/bo8169881.html

REICHARDT, J. (1968). *The Architectural Relevance of Gordon Pask.*
Londres/Nova Iorque: Studio International.

ROQUE, L. T. (2008). *Arquitectura e Música: Uma Visão Estruturalista*. Porto: Papiro Editora.

ROCHA, T. (2014). Nexos Entre Música e Arquitetura em Abordagens Composicionais. *Claves*, 10.

RUA, M. H. (1998). *Os dez livros de arquitectura de Vitrúvio / Corrigidos e traduzidos recentemente em português, com notações e figuras.* Lisboa : Instituto Superior Técnico.

SAPIR, E. (1929). *The Status Of Linguistics As A Science.* Chicago: Linguistic Society of America.

SALAVISA, E. (2006). Le Corbusier. Diário de Viagem e Arquitectura. *BDJornal*, 9.

SANGALLI, I. J. (2014). A conquista da felicidade via filosofia: o exemplo de Boécio. *Trans/Form/Ação*, v. 37, p. 3. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/trans/v37n3/08.pdf

SANTAELLA, L. (2005). *Matrizes da linguagem e pensamento - Sonora Visual Verbal*. São Paulo: Iluminuras.

SILVA, R. J. (2008). Santo Agostinho: Interioridade e Memória. *Colloquium Humanarum*, v. 5, p. 2.

TOWNSEND, A. M. (2013). *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia.* Nova Iorque: W. W. Norton & Company.

7 . ANEXOS

ENTREVISTA A SIMÃO COSTA

Qual é a sua formação?

É como músico, na verdade fiz formação como interprete pianista. A minha formação foi muito intensa na relação com o instrumento.

Quanto tempo durou a sua formação?

Foram oito anos de conservatório, depois frequentei a Escola de Música e estive no Estrangeiro. Foi um período relativamente longo.

Como define a sua relação e o seu percurso na Música?

A minha relação com a Música tem uma quantidade de horas de imersão e domínio de um instrumento. Na altura não tinha uma ideia muito definida, nem sabia o que queria fazer com a minha formação. O lado clássico tem essa expectativa, censo comum, de um jovem que está a fazer formação para vestir umas assas de grilo em frente a um público mas eu nunca tive esse desejo. Havia sim um trabalho muito imersivo na relação com as horas de trabalho e na relação com o instrumento. Quando terminei a formação procurei uma resposta e ela apareceu de forma muito natural através da

criatividade. Interessava-me muito mais inventar, criar, compor música e especular sobre o que a música podia ser. Gostava de música contemporânea, de criar novos sons e organiza-los. Interessava-me pela invenção de novos instrumentos, através do computador.

O meu percurso é caracterizado por ser alguém que procura uma circunstância de compositor que, por um lado, é inventor de instrumentos e por outro é alguém que está performativamente ativo ao vivo, quer ao piano ou em outras circunstâncias que foram acontecendo ao longo do percurso. Esses instrumentos tomam uma forma de alterações ao piano, instalações ou manipulação de circuitos. Como exemplo, surge uma obra em foi possível formar, em coletivo: a *Orquestra de Rádios* da era pré digital, que transformava antenas em instrumentos sensíveis ao toque dando forma a novos instrumentos musicais. Outro projeto importante é o *c_Vib*. Um conjunto de esculturas sonoras feitas em 2011 que ainda hoje são apresentadas ao público regularmente.

Mais recentemente a faceta de construtor de instrumentos aproximou-me do conceito de artista plástico, ou seja, recebi um convite para expor objetos compostos por mim numa galeria white cube. É um espaço que ganha uma determinada dimensão que varia de acordo com certos contextos: aonde se expõe; o tipo de desenho conceptual; e o desenho de exposição que foi feito.

Para essa criação liga-se a outras áreas para representar a sua arte. Como funciona esse processo?

Eu estou ligado a outras áreas por muitas vias. Desde o inicio do meu percurso criativo que fiz colaboração com outras disciplinas sobretudo com a Dança, a Arquitetura, o Cinema e o Teatro. No fundo, a relação da música e o trabalho de laboratório, em colaboração e cocriação com pessoas de outras áreas, tem sido uma constante e corresponde a um desejo de procurar nas outras áreas e nas suas formas de trabalho novos modos de funcionamento e de integração de pensamento. Esse exercício tem sido uma constante.

Relativamente à composição, quais são as premissas iniciais de conteúdo e de relação com outras áreas?

Na verdade não tenho premissas. Cada projeto é um projeto e cada contexto de projeto tem as suas especificidades. Considero sempre que a obra, ou seja, aquilo que se desenvolve enquanto objecto artístico, responde sempre a um contexto. Como tal, as premissas são a analise especifica de cada contexto. Quando estou a trabalhar em colaboração, essas premissas são discutidas em equipa e dependem dos modelos estabelecidos por esta. Já aconteceu montar uma equipa e fazer um projeto que estou a dirigir e eu próprio convido pessoas de outras áreas, como é o caso do *c-Vib* que teve participação de uma Arquiteta, um Artista Plástico, um Músico/Engenheiro e um Compositor. Em outros contextos sou convidado e aí o enunciado muda

porque é de outro criador. As *Orquestras de Rádio*, por exemplo foi uma obra dirigida por três artistas e esses três artistas são os orientadores do projeto de igual modo.

Portanto, as mecânicas são de facto muito diversas e muito dispares. Dependem da altura, do calendário e das motivações especificas de cada projeto.

Como se relaciona com o suporte digital?

Eu diria que passei de info excluído para programador informático de forma rápida, no sentido de ter sido um processo natural, tendo um contexto que o permitiu. Considero que inicialmente, os computadores eram a minha barreira para a criação de novos sons mas interessava-me muito a integração de programação informática para manipular esses sons, podendo controlar, no pondo de vista de interatividade, a ordem em que coisas iriam acontecer. Agora, mesmo quando estou a trabalhar para uma peça que tem um formato final em suporte, trabalho sempre com o som de maneira viva e interativa porque gosto de pensar que tenho o domínio sobre as ferramentas e sobre a programação final.

Quais são as ferramentas de representação da suas obras?

É uma pergunta muito curiosa. Sem saber bem porque e apesar de ter tido formação clássica nunca usei a partitura. A minha atividade criativa feita com o som é orgânica porque nunca senti necessidade de utilizar outra representação. A partitura, tal como uma planta de Arquitetura serve para instruir alguém, para que a obra aconteça mas eu nunca tive que passar por esse processo. Opto sempre por tocar ao vivo ou por concretizar diretamente sobre um suporte sem elemento de representação de obra. Mas existe sempre um código informático que estará sempre guardado, existe um cuidado de edição e documentação das obras porque, na realidade, essa é a documentação que, para mim, é o dado de partitura. Na verdade, a partir do momento em que edito um CD, a obra é o CD. Independentemente de outro artista conseguir tocar a minha obra ou não, considero que a obra se cristaliza no CD e qualquer um pode usar. A sua repetição é feita por audição. Até eu aprendo o meu próprio CD e é óbvio que tenho um controlo mínimo da obra que estou a criar.

Tento valorizar o lado algorítmico da obra. O contexto informático permite que aquilo que um concerto é, ao vivo, seja um sistema com regras de jogo muito apertadas. Uma partitura é o lado máximo das regras desse jogo. Ainda assim um interprete nunca toca da mesma forma uma obra. A improvisação é algo que é importante porque torna-se em algo vivo e peculiar e isso interessa-me muito. Mais do que traduzir exatamente o que está escrito interessa-me a estrutura de uma obra. Por exemplo, há um projeto a solo com

o piano que se chama *π_ano* que fala no limite do instrumento e que brinca com o facto do piano não ser um objecto fechado.

A matemática esta presente nas suas obras?

A matemática esta sempre presente na minha vida. Curiosamente só tive matemática até ao 9º ano de escolaridade. No ponto de vista de linguagem matemática tive sempre alguns obstáculos mas, ao mesmo tempo, a programação informática foi sempre importante. Para mim é claro entender o significado de uma curva logarítmica ou de outro elemento matemático. Um objecto de aleatoriedade, por exemplo, é algo muito especifico ou seja, se eu colocar um metrónomo digital de 1000 em 1000 segundos oiço uma máquina mas se o colocar de forma não exata passo a ouvir um Beat porque nós, seres humanos, somos sensíveis a essa repetição rigorosa ou não. Se for flutuante já é algo assimétrico tal como as expressões de Fibonacci. E isso é algo interessante. O facto de ter trabalhado com arquitetos de forma regular em projetos diferentes ajudou-me imenso na matemática.

Que tipos de projetos se envolveu com arquitetura?

Eu trabalhei em parceria com o arquiteto Afonso Gil durante algum tempo. Quase dois anos. Desenvolvemos vários projetos ligados à educação com a ligação entre a Música e a Arquitetura, de forma intensa. Fizemos até uma instalação na UAL.

Tenho uma enorme admiração pelo Iannis Xenakis porque gosto muito da tradição onde a estrutura e a infraestrutura de uma obra é evidente. Nessa medida, admiro toda a tradição da música contemporânea híper racionalista.

Elementos formais como a assimetria dão-nos um conforto e, essa forma assimétrica está presente na música e na arquitetura.

Quanto tinha 15 anos tive um professor que me disse que nunca se podia tocar duas vezes a mesma frase musical. Para além dessa volatilidade do meio ele falava de uma intensão expressiva. A verdade é que artistas como Debussy que criam obras tão expressivas, têm por detrás um pensamento estrutural muito extremo e detalhado, a uma escala muito pequena. Debussy aplica, por exemplo, a série de Fibonacci nas suas composições. Esse pensamento é usado em Arquitetura.

A minha relação com a Arquitetura tem muito a ver com o 'modus operandi' perante o meu trabalho de composição. Nesse sentido, sempre me senti muito próximo de Arquitetos e sempre foi muito fácil conversar criativamente com eles porque a maneira de pensar, os dispositivos, as ferramentas, os interfaces, a representação, os processos e até o lado modelar acabam por ser muito semelhantes.

A promiscuidade de ferramentas como a informática também nos torna semelhantes. De uma maneira ou outra ligamo-nos aos mesmos processos e até nos inspiramos em artistas semelhantes.

A imagem é uma forma de representação musical. Considera que a música representa a 100% a imagem que quer ver?

Nós vivemos tendencialmente envolvidos numa dinâmica cartesiana, numa estrutura racionalista e considero que nos, últimos 50 anos, têm havido muitas tentativas de pensamento de estruturas mais rizomáticas com outro tipo de estruturas. Acho que a história da percepção é uma das áreas em que isso acontece mais, ou seja, tenho muita dificuldade em separar ver de ouvir. É óbvio que na pratica consigo distinguir mas há vários estudos na neurociências que dizem que efetivamente eu posso ouvir uma coisa diferente em função da imagem que vejo. A imagem transforma o som. O exemplo do McGurk effect mostra bem a forma como o nosso cérebro nos engana nessa dinâmica. Na temática da relação som/imagem já estamos num nível de objectividade. Desta forma, imagem é uma mais valia para uma música quando os dois estímulos conversam de forma correta.

A imagem é a representação exata da música ou é apenas um complemento? Tem exemplos dessa pertinência?

Há uma instalação *iAVi* que foi estreada no Porto. É um caso onde usei a imagem e o vídeo de forma mais direta. É uma instalação vídeo com som e quatro canais. Trata-se uma peça interativa que tem uma bola branca elástica em forma de pêndulos. Neste caso trata-se de uma tomada de vista do metro do Porto na visão de quem está a usar o metro. A instalação fala do

aspecto rítmico e da quantidade de luz que entra na câmara, tendo em conta o movimento do metro. A instalação foca-se na luz como se fosse uma espécie de análise de dados em que se observa a quantidade de luz e o ritmo em que ela acontece. Esses elementos vão dar origem a números de observação de imagem que são convertidos, por síntese, em som. Assim, o vídeo é a partitura e o tempo do vídeo permite abrir e fechar portas na formação dos sons. Esta relação cria uma espécie de universo em progressão. Queria que as pessoas ouvissem o som mas que a imagem remetesse imediatamente para a rotina de vivência do metro mas de forma deslocada porque há sempre uma deformação. O facto de ser interativa coloca o sujeito em dois contextos. O primeiro, na circunstância de experimentar a instalação e o segundo na imersão por mais tempo da mensagem do que estivesse a contemplar a obra de forma passiva.

A interatividade interessa-me porque se relaciona muito com a teoria do comportamento e com a psico-percepção.

Quais são as principais qualidades que retira na relação entre a música e a Arquitetura após a utilização de uma obra?

A vivência de uma obra é o que me interessa mais. Como o exemplo da obra *c_Vib*. É uma peça interativa onde as pessoas podem mexer e o som deve ser sentido de forma táctil, através de materiais a vibrar. Os sons utilizados foram feitos para fazer vibrar especificamente os materiais utilizados nessa instalação e essa instalação foi feita para ser entendida dessa

maneira. Nesse sentido o lado da relação é responsável por gerar conteúdos sonoros que jamais existiriam se pensasse apenas de forma clássica que dão outras qualidades à própria produção do objecto artístico. É importante pensar como as pessoas vivem aquilo que promovo ou inibo, que tipo de relação estou a criar criando um jogo de percepção, porque no fundo estou a gerar e a manipular o contexto em que ela é recebida e claramente que as relações de contexto têm a ver com a expectativa.

Dou conta que a Música tem a mesmo tipo de fisicalidade que a Arquitetura e relaciono-me com a Música como um objecto. Para mim fazer uma peça musical é como montar um lego porque é possível de facto, desenhar tudo! Posso desenhar desde timbres a tipos de sons. Adoro o som acústico, nada substitui o lado orgânico de um instrumento, mas adoro também o lado electrónico e informático.

A minha principal ideia é propor eventos acústicos que se relacionam com as pessoas, com o contexto e com o que se comunica num determinado tempo. e o meu principal desejo é poder entrar num edifício musical assim com se entra num outro edifício qualquer.

PARTE II

VERTENTE PROJETUAL

CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

INTRODUÇÃO

O seguinte capítulo diz respeito à vertente prática do Projeção Final de Arquitetura que decorreu no ano lectivo de 2015-2016. A vertente projetual teve uma pequena ligação com a vertente teórica na implementação de processos de harmonia, ortogonalidade geométrica e acústica.

O projeto centra-se em Sines e tem como objectivo melhorar toda a infraestrutura urbana, requalificando e repensando a cidade. Como primeira abordagem, através de uma estratégia de grupo, é feita uma análise e interpretação geral sobre a cidade no sentido de interpretar e produzir reconhecimento sobre o território para posterior elaboração de uma intenção projetual de grupo que engloba o projeto individual.





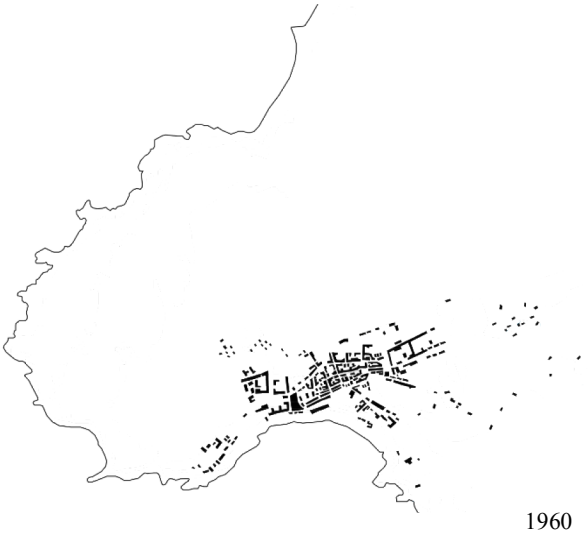
I – ESTRATÉGIA DE GRUPO

Como fase inicial, após uma primeira análise do local de estudo, foi pertinente definir uma proposta de intervenção com intuito de desenvolver um estudo de melhoramento e requalificação para a zona urbana de Sines. A proposta foi debatida em grupo de forma a delinear as intenções urbanas adequadas para a zona, esboçando as premissas iniciais como primeira intensão de projeto.

Feita uma análise histórica, territorial, de usos e de vivências da cidade denotou-se uma grande heterogeneidade entre espaços que definem uma área urbana contrastante. O centro-sul da cidade apresenta uma densidade de construção bastante elevada em contraponto com a zona norte. A construção a norte revela-se mais débil na zona dos oleodutos. Apresenta uma forte malha industrial, havendo uma falha de estruturação urbana.

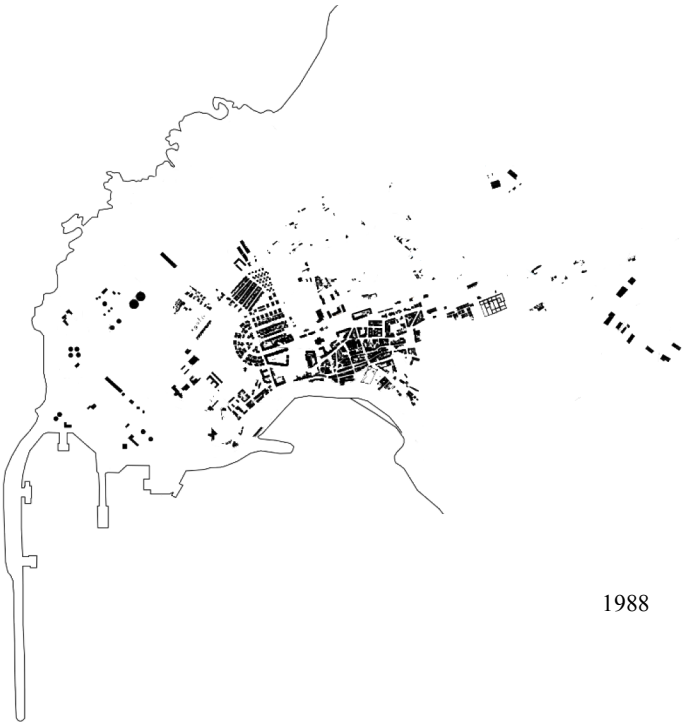


1790



1960

Sines cresceu com o desenvolvimento da sua atividade piscatória e industrial. A sua ligação ao mar fez desta cidade um centro de comunicações portuárias que possibilitaram uma grande troca industrial para outras partes do mundo, possibilitando um contributo para economia Portuguesa. O seu desenvolvimento foi avançando ao ritmo do crescimento industrial. Com o êxodo rural novas famílias unificaram-se na cidade que, na época, era um ponto de grande progresso e esperança comercial. A cidade cresceu em toda a extensão sul. Composta, em grande parte, por uma densidade habitacional. Pequenas habitações foram pontuando a mancha sul ao longo dos anos, a este e norte nascem as industrias. Desenvolveu-se também a atividade piscatória, o que originou o desenvolvimento de pequenas habitações de pescadores junto à costa sul.



1988



2016



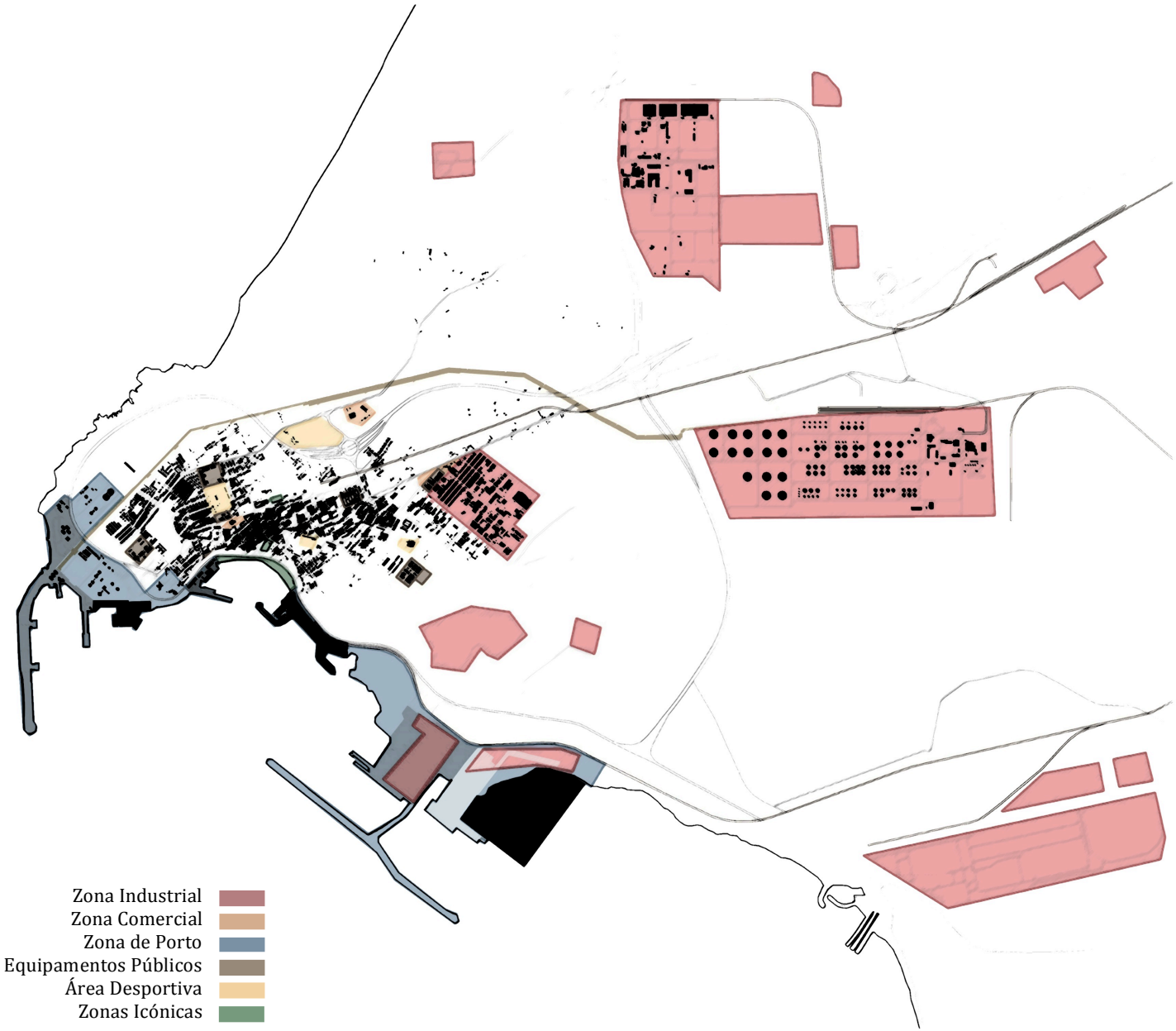







AVISO
C.M.S.T.N.E.S




Zona Industrial
Zona Comercial
Zona de Porto
Equipamentos Públicos
Área Desportiva
Zonas Icónicas

Cortando o território a este surge o traçado do Comboio. Elemento essencial no transporte de mercadorias para o País e para o resto da Europa. O seu traço representa um limite e uma separação na malha urbana de Sines. Essa separação era mais evidente no seu tempo de atividade. Hoje, apenas restam as linhas de ferro sem qualquer uso. Traços de uma época onde prosperava a revolução industrial.

A linha demarca o choque entre uma malha que foi sendo gerada para sul e a falta de planificação para norte. Na zona a norte existem apenas algumas habitações de carácter não planificado que se foram assomando junto a campos de cultivo.

A indústria tomou conta do desenho a norte e, a construção de um troço de oleodutos, fez com que a cidade se dividisse mais.

Em contra partida, a zona sul apresenta uma densidade habitacional muito grande. Um aglomerado que nasceu em torno da zona de Porto.

Foi tido como principal mote de trabalho o contraste entre a zona sul e a zona norte e, com o objectivo de contribuir para o crescimento a longo prazo da cidade, surgiram as primeiras premissas de intervenção de grupo.

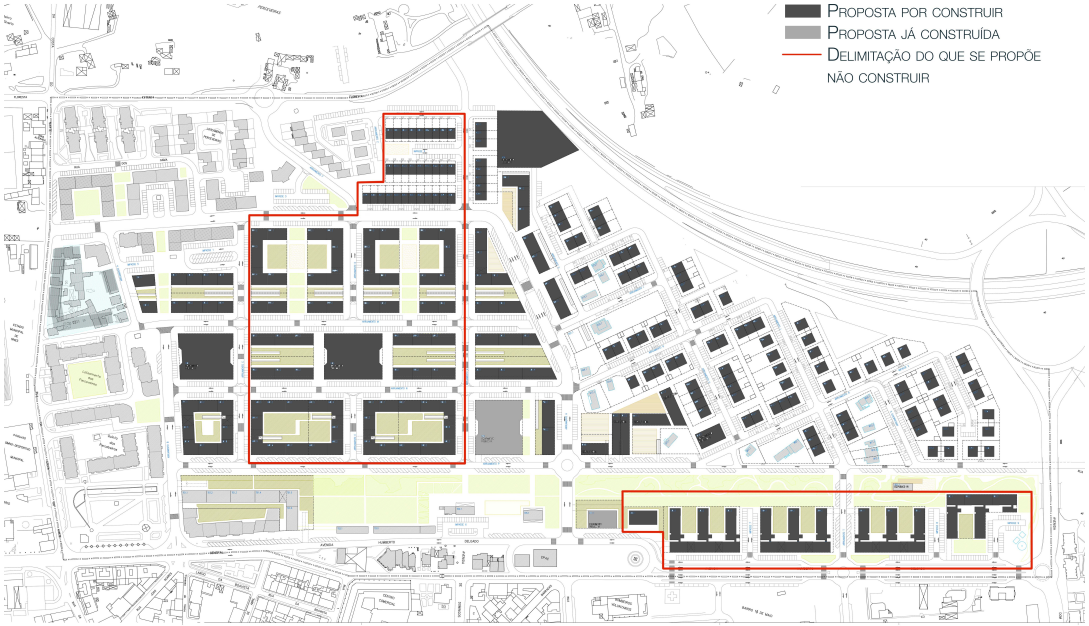
A proposta de grupo inicia-se com a delineação de dois eixos estruturais, procurando uma solução para o problema fulcral: o corte da linha de comboio e da falta de planificação na zona norte.

O primeiro eixo está alinhado com as linhas de caminho de ferro e o segundo é desenhado ligando a zona centro com a costa marítima a norte.



Na zona dos antigos caminhos de ferro, existe um plano de pormenor desenhado pela Câmara Municipal. Um plano que está a ser construído em parte, estruturando uma zona verde e o novo centro de Saúde no centro da cidade. O mesmo plano abrange a envolvente dessa zona com a construção de equipamentos públicos e habitação a norte. Essa parte do plano de pormenor não está construída.

A proposta de grupo passa pelo redesenho do plano de pormenor, optando pela diminuição da densidade de construção projetada, com o objectivo de contrapor a densidade habitacional já existente na cidade. A construção de um eixo de percurso para norte e de um eixo sobre os antigos caminhos de ferro permite estruturar uma nova malha habitacional para norte dando ao território mais equipamentos públicos e espaços verdes.





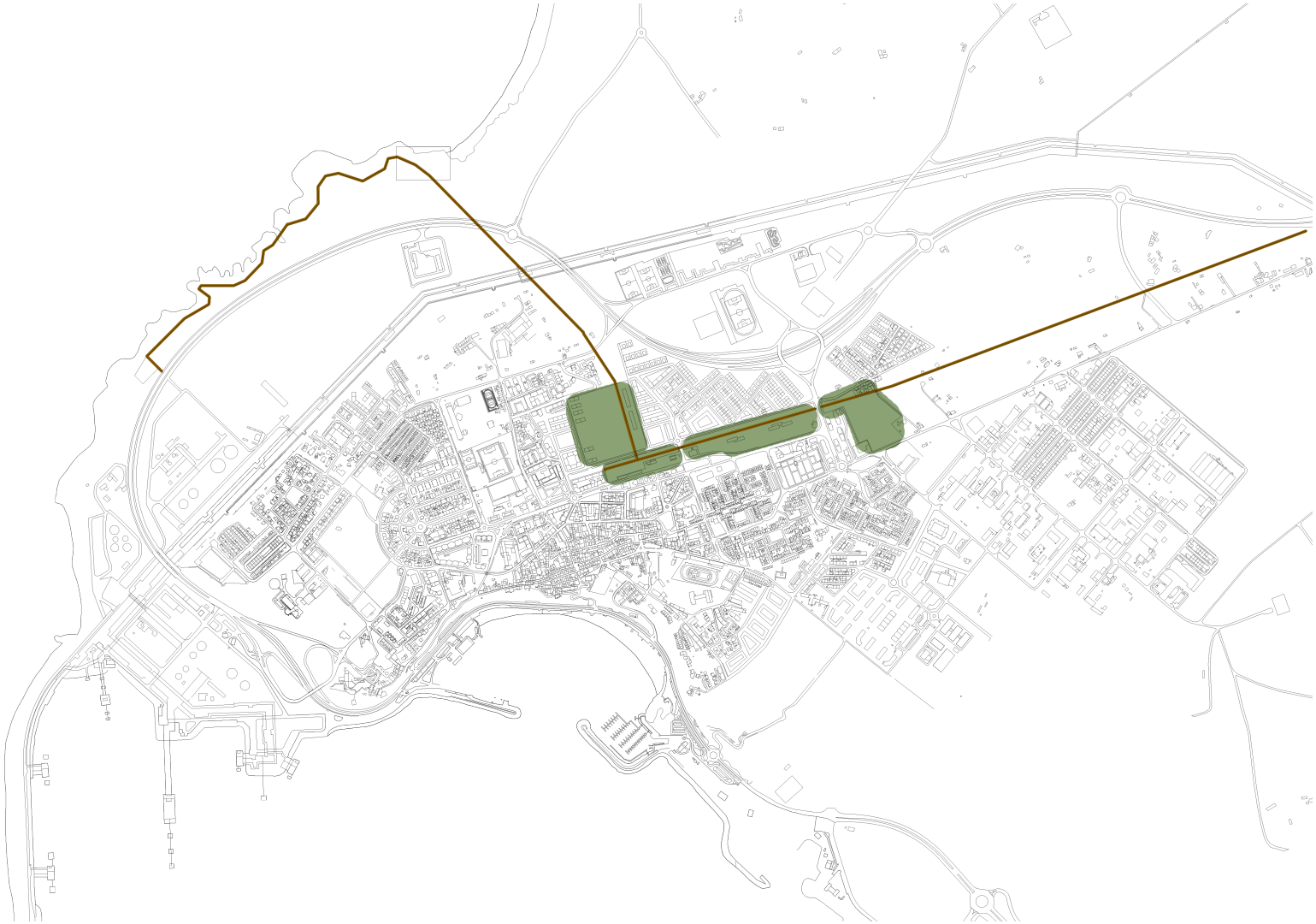
O Centro



O Centro + Eixos propostos



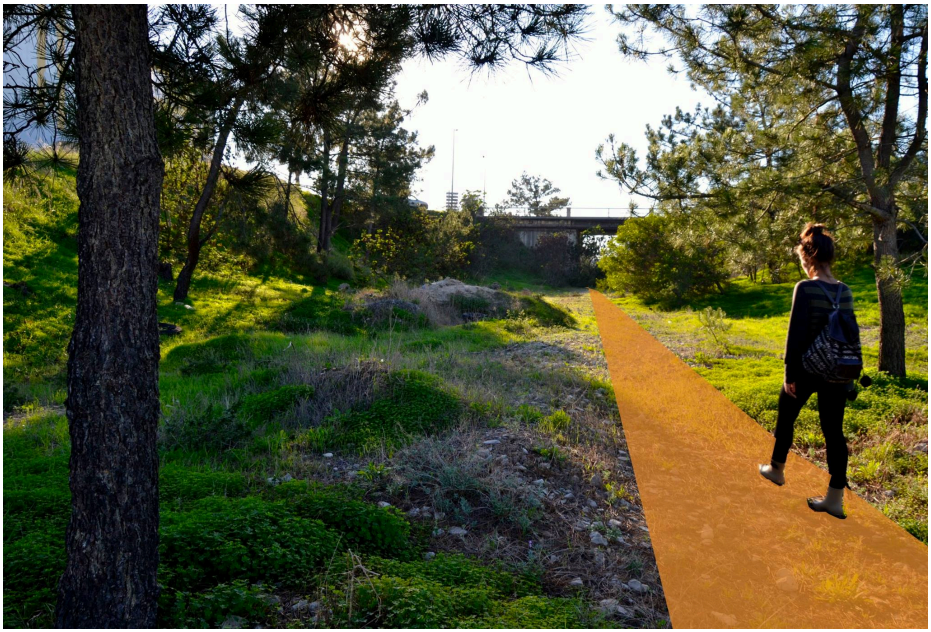
Locais de intervenção das
propostas individuais e acessos



Novo percurso + Zonas Verdes

Com esta proposta é possível criar uma nova frente de chegada à cidade, onde a desertificação e a densidade industrial ganham uma nova 'entrada'.

É proposto, na frente verde, a construção de espaços de co-working e de lazer. É projetado também um edifício polivalente de usos públicos com espaços de habitação temporária, escritórios, restaurante e sala de exposições. Pretende-se que seja permeável com a envolvente. Um espaço de percurso acompanhando o trajeto dos antigos caminhos de ferro.



Ainda sobre a reestruturação do Plano de Pormenor proposto pela Câmara Municipal é redesenhado o quarteirão central junto ao novo Centro de Saúde. Trata-se de um ponto estratégico que faz a ligação entre dos dois percursos pedonais propostos. Nessa zona é projetada habitação, adaptada à alteração do plano da Câmara. São feitas duas propostas para um conjunto habitacional que liga a cidade à nova malha urbana, fortalecendo o eixo pedonal construído para norte. Este conjunto habitacional tem um objectivo a criação de habitações temporárias para artistas, técnicos e investigadores.

As habitações têm tipologias de T1 a T3 com espaços comuns de Comércio, Café, Restaurante, Ginásio, Sala de Estar, Sala de Refeições e Campo de Jogos.



Como estratégia de grupo foi pertinente, através da construção do percurso pedonal que liga o centro da cidade ao mar, promover o desenvolvimento a norte da cidade. Em torno deste novo percurso é possível o desenvolvimento de novos pontos de observação. Um percurso que se relaciona com a paisagem sendo o meio pedonal mais rápido de acesso ao mar.

Como ponto estratégico, é proposta a construção de um Centro de Estudos de Mar. Um centro semipúblico de investigação com valência turística que pretende investigar assuntos ligados às espécies marinhas, ao habitat aquático e a estudos climatéricos.

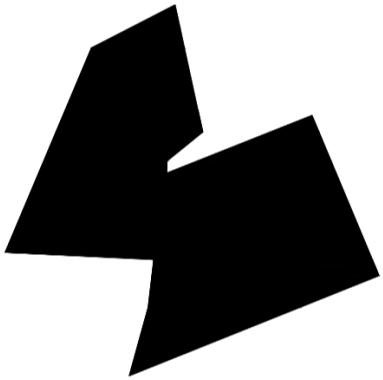


O Centro de Estudos de Mar é assim projetado na costa norte de Sines, ligando o percurso anteriormente referido a um percurso requalificado que já existe ao longo de toda a costa até ás imediações do porto de Sines. Um contraste com a cidade densa e industrial. Esse percurso transforma-se assim numa plataforma 'museu' que permite aos seus utilizadores a contemplação histórica e paisagística da zona norte da cidade, atravessando os oleodutos, o porto e farol. Esse percurso culmina novamente com centro da cidade.

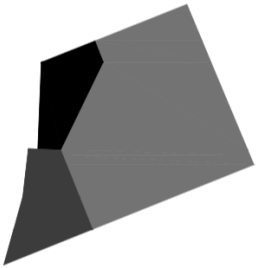


A estratégia de grupo propõe ainda a reabilitação do Porto Marítimo da Calheta. Um porto antigo em ruina que, requalificado, dá apoio ao Centro de Investigação.

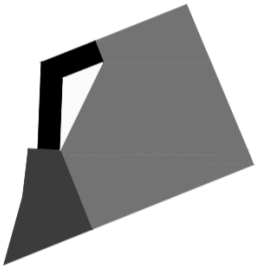




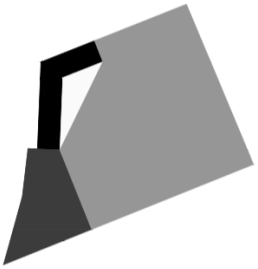
Planta de Cobertura



Piso 1 – Oficina e Escritórios



Piso 2 – Oficina



Piso 3 – Sala de colheitas

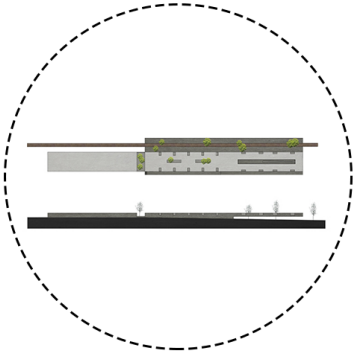


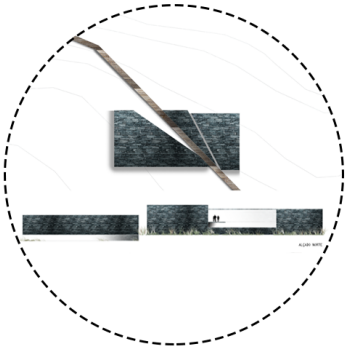
Piso 4 – Recepção, Refeitório e Escritórios

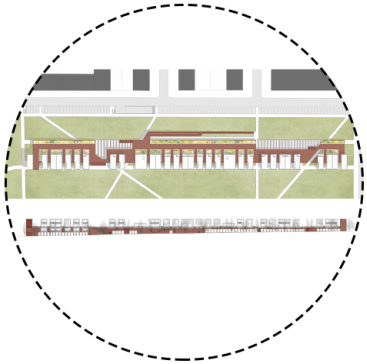


Piso 5 – Escritórios

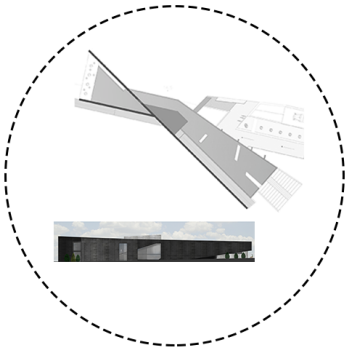
Em síntese, a estratégia de grupo reconstrói a entrada da Cidade, promove o crescimento a norte, melhora os acessos e projeta equipamentos com o intuito de promover o crescimento da Cidade desenvolvendo novas formas de transmitir conhecimentos, novas condições de habitabilidade e de trabalho.



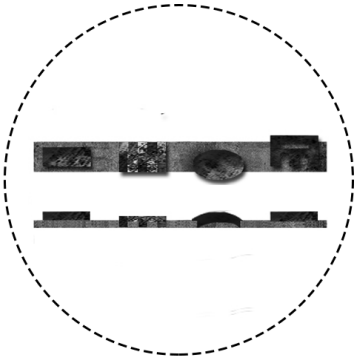




Conjunto Habitacional
para Investigadores



Centro de Estudos
de Mar



Co-Working
Lazer

Em síntese, as implantações das propostas de grupo envolvem, a zona central norte, a zona dos antigos caminhos ferroviários e a costa marítima norte. As presentes implantações surgem entre o ajuste do alinhamento pretendido para o acesso pedonal e a estruturação do Plano de Pormenor envolvente.



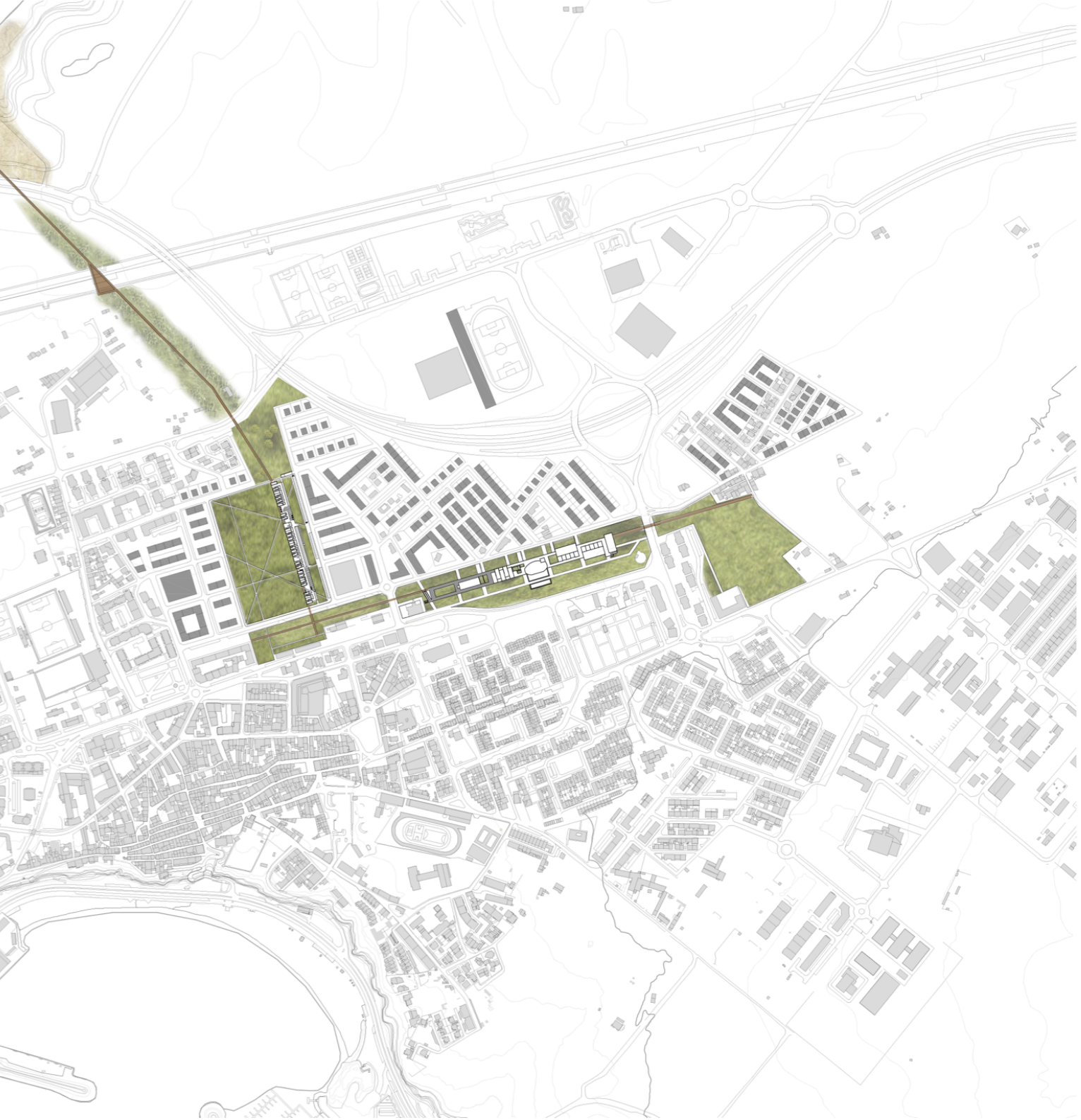












II – PROPOSTA INDIVIDUAL



O LUGAR

Caracterizado como o ponto mais a norte da cidade, o local de intervenção situa-se junto à costa de Sines. É composto por uma forte envolvente rochosa, por uma baixa densidade arbórea e pela, quase, ausência de envolvente edificada.

Trata-se de um local que apresenta severas condições climatéricas por se encontrar junto a costa e pela sua orientação a Norte. É composto por uma forte envolvente natural e uma ligação acercada pelo mar.

Atualmente, no local de intervenção apenas existe um edifício de restauração e um percurso em trilho por toda a costa, dando a este local um estado quase selvagem.















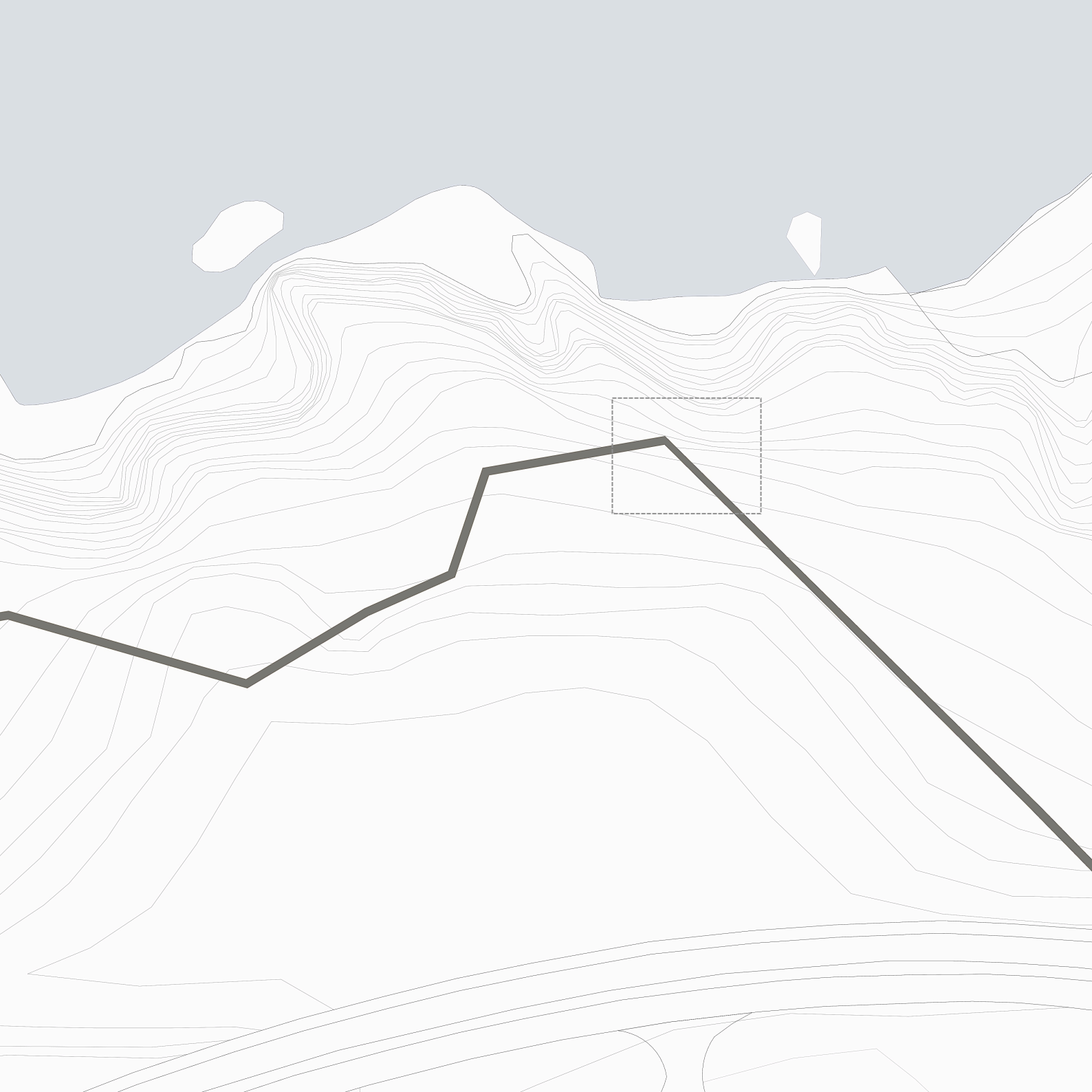






É dessas premissas que surgem as primeiras ideias de projeto para o Centro de Estudos do Mar. Para além de seguir a proposta do grupo, permite potenciar a deslocação dos habitantes da Cidade e dos Turistas para norte.
Trata-se de um ponto estratégico de contacto com o meio natural e essa é a principal característica a ter em conta promovendo o Turismo e a Investigação ligada à Natureza.

A conservação do seu estado quase natural é um ponto importante a ter em conta pois influência toda a proposta individual. Assim, através da materialidade, o Centro de Estudos procura, como principal característica em relação ao local, a simbiose entre a envolvente e a sua materialidade.



PROGRAMA DE INTERVENÇÃO

O programa de intervenção é definido, seguindo os objectivos do Centro de Estudos de Mar, por espaços de acesso exclusivo à Investigação e por espaços públicos direcionados ao Turismo.

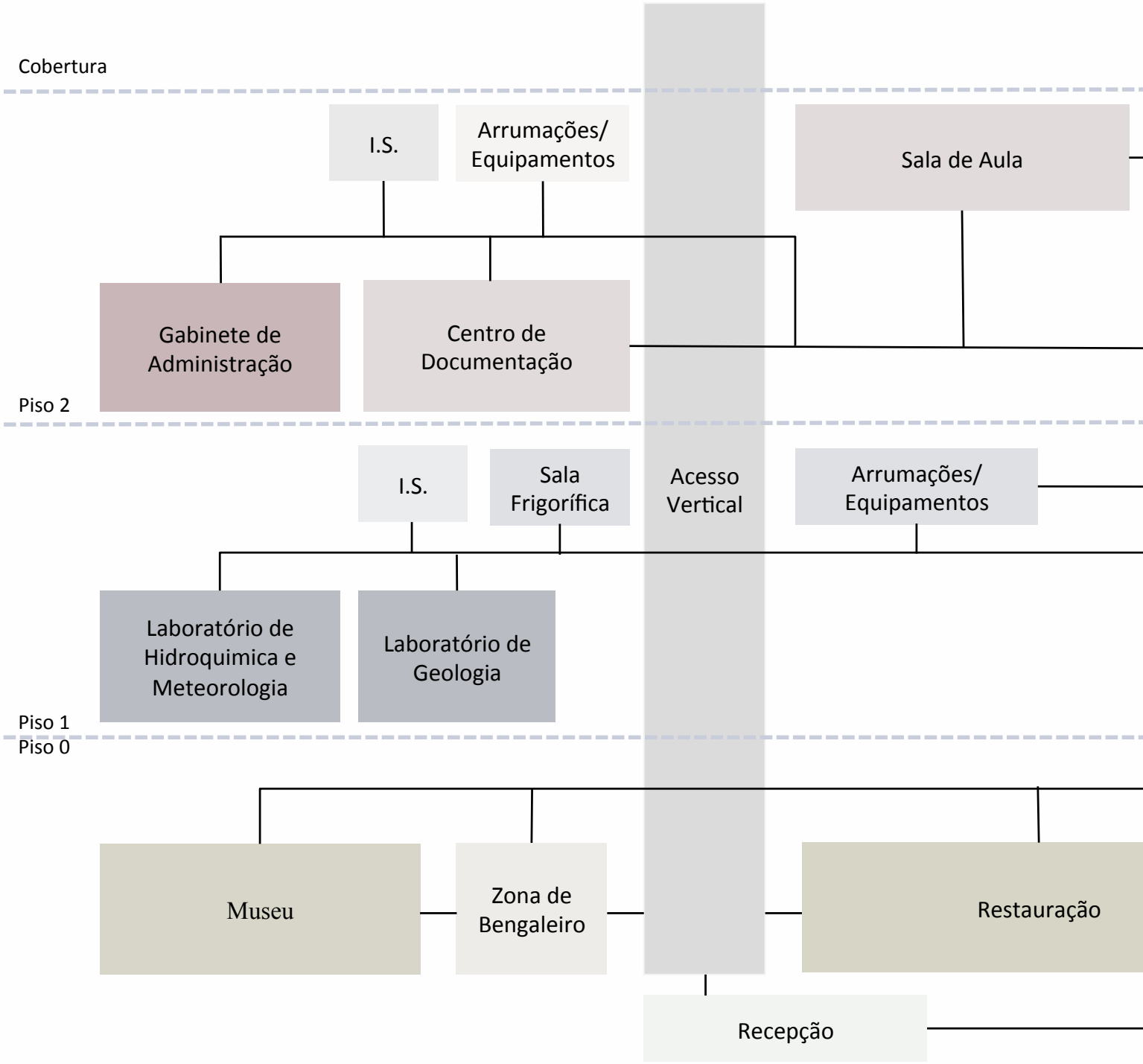
Na sua generalidade, os espaços estão desenhados para Investigadores e Técnicos na área da Biologia, Biologia Molecular, Geologia, Microscopia, Microquímica e Meteorologia, através de espaços de Laboratório e Gabinetes.

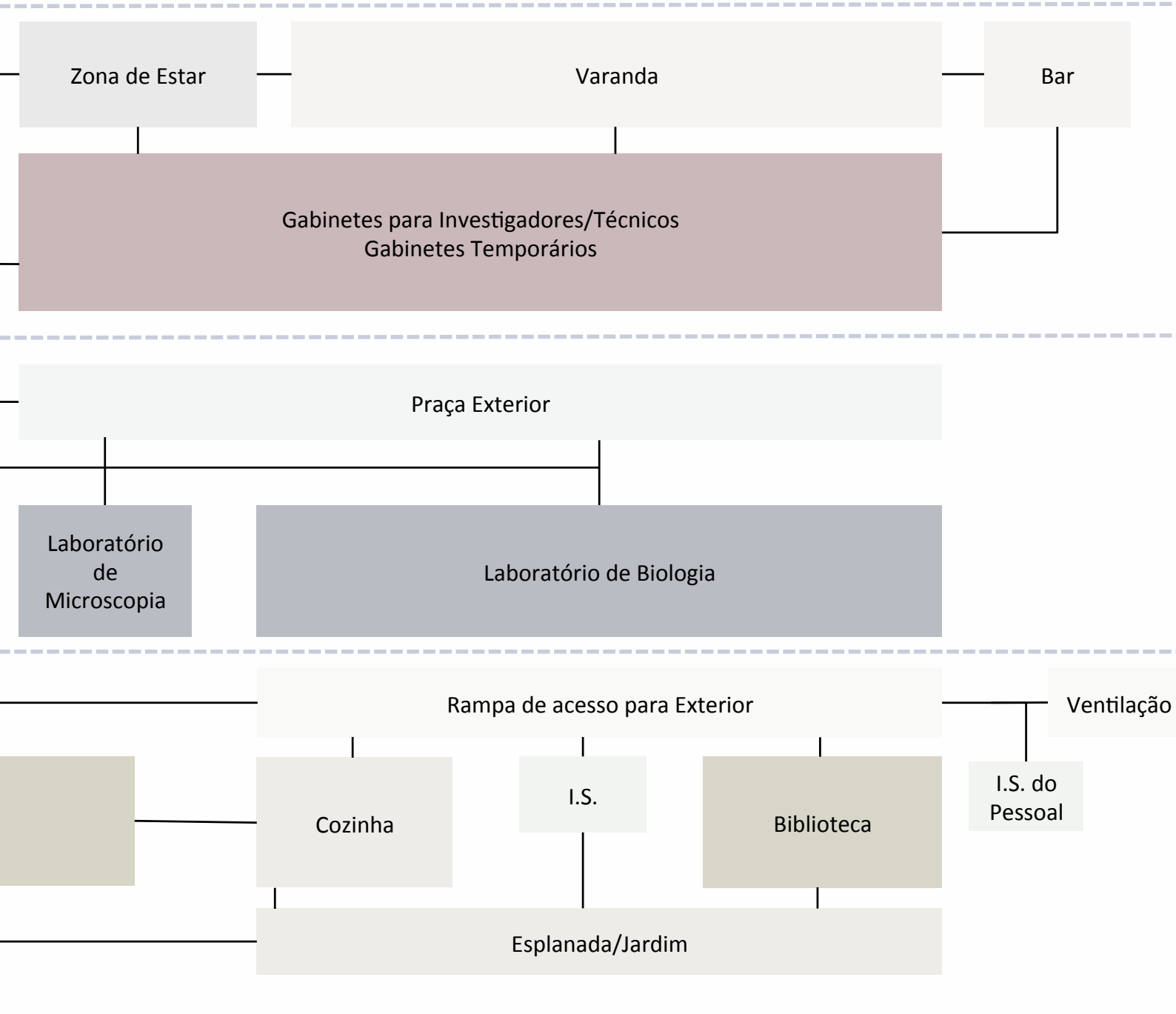
O próprio posicionamento do Centro permite aos Investigadores e Técnicos um rápido acesso ao Mar, através da proximidade com a praia e com o Porto da Calheta. Seguindo a proposta de grupo, o Porto da Calheta é projetado como apoio ao Centro de Estudos de Mar, auxiliando-o através de Escritórios, Sala de Colheitas, Armazenamento de Material, Oficina e Balneários. A ligação entre o Porto da Calheta e o Centro é direta, graças à rodoviária A26-1 já existente.

A ligação entre o acesso pedonal proposto que se prolonga desde o centro da Cidade, o percurso pedonal sobre os trilhos já existentes na costa e o posicionamento da intervenção permite que o Centro de Estudos de Mar possa ter mais valência turística. É pretendido que, devido à sua localização quase isolada e à sua envolvente, tenha uma qualidade icónica para a Cidade, tornando-se num ponto de visita frequente. Desta forma o Centro apresenta serviços públicos de Restauração, Museu e Biblioteca. É possível ligar a Investigação ao Conhecimento e Ensino através de exposições de Ictiologia e de uma Biblioteca com um repositório centrado em assuntos do Mar.

Desta forma e de maneira concisa, o programa de Intervenção desenvolvido é:

- Gabinetes (Gabinetes para Direção, Investigadores e Técnicos. Gabinetes Temporários);
- Sala de Reuniões;
- Sala de Aula;
- Bar;
- Centro de Documentação/Informática;
- Laboratório de Biologia/Biologia Molecular;
- Laboratório de Geologia;
- Laboratório de Microscopia;
- Laboratório de Microquímica e Meteorologia;
- Sala Frigorífica;
- Salas de Armazém;
- Espaço de Armazenamento de Reagentes;
- Área Exterior de Acesso ao Armazenamento;
- Sala de Estudo/Biblioteca
- Museu de Ictiologia;
- Zona de Restauração;
- Cozinha;
- Tanque Técnico
- Recepção
- Instalações Sanitárias


Cobertura
I.S.
Arrumações/ Equipamentos
Sala de Aula
Gabinete de Administração
Centro de Documentação
Piso 2
I.S.
Sala Frigorífica
Acesso Vertical
Arrumações/ Equipamentos
Laboratório de Hidroquimica e Meteorologia
Laboratório de Geologia
Piso 1
Piso 0
Museu
Zona de Bengaleiro
Restauração
Recepção

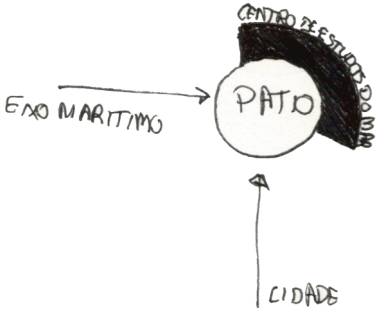

Zona de Estar
Varanda
Bar
Gabinetes para Investigadores/Técnicos
Gabinetes Temporários
Praça Exterior
Laboratório de Microscopia
Laboratório de Biologia
Rampa de acesso para Exterior
Ventilação
Cozinha
I.S.
Biblioteca
I.S. do Pessoal
Esplanada/Jardim

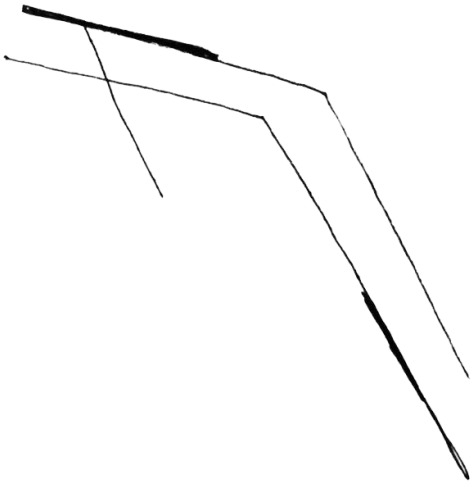
PROCESSO

O projeto seguiu quatro premissas iniciais que dão propriedade ao mesmo:

MURO, PÁTIO, SOM e CONTEMPLAÇÃO

É no cruzamento dos percursos pedonais que se posiciona o Centro de Estudos do Mar. Com este cruzamento é pertinente criar um momento de contemplação através de um pátio interior e dois muros estruturais.

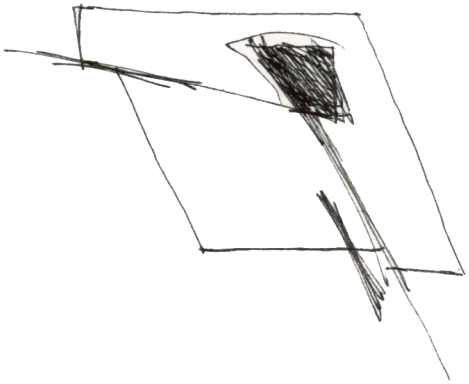




O pátio surge da ideia de gruta evidenciando assim as propriedades da sombra e da acústica. Pretende-se criar um momento de paragem isolado. Dessa forma, os visitantes do Centro de Estudos de Mar descem os percursos em rampa para o pátio, onde o som e a envolvente são contidos através da presença de dois muros. Os muros são demarcados pela orientação dos percursos e são o elemento estrutural mais pertinente do projeto.

Através do pátio e dos muros desenhou-se toda a zona pública do Centro de Estudos de Mar, permitindo que a sua existência se transformasse num local de contemplação visual, sonora e de paragem.

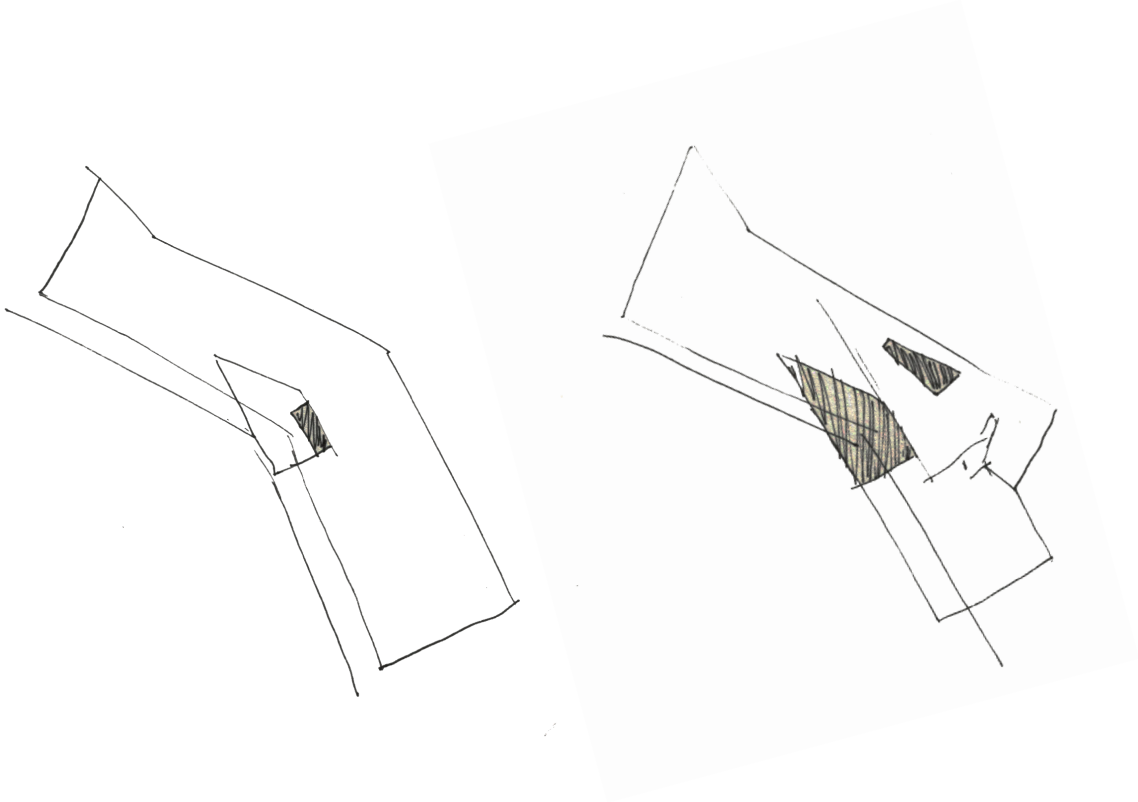
As condições de vento fortes, quase constantes no local de intervenção, fazem do pátio um local exterior recolhido. A acústica é valorizada neste espaço permitindo ouvir o som do mar sem a sua percepção visual. Os muros permitem proteger o Centro da erosão e também dos ventos graças à sua robustez e rudeza.



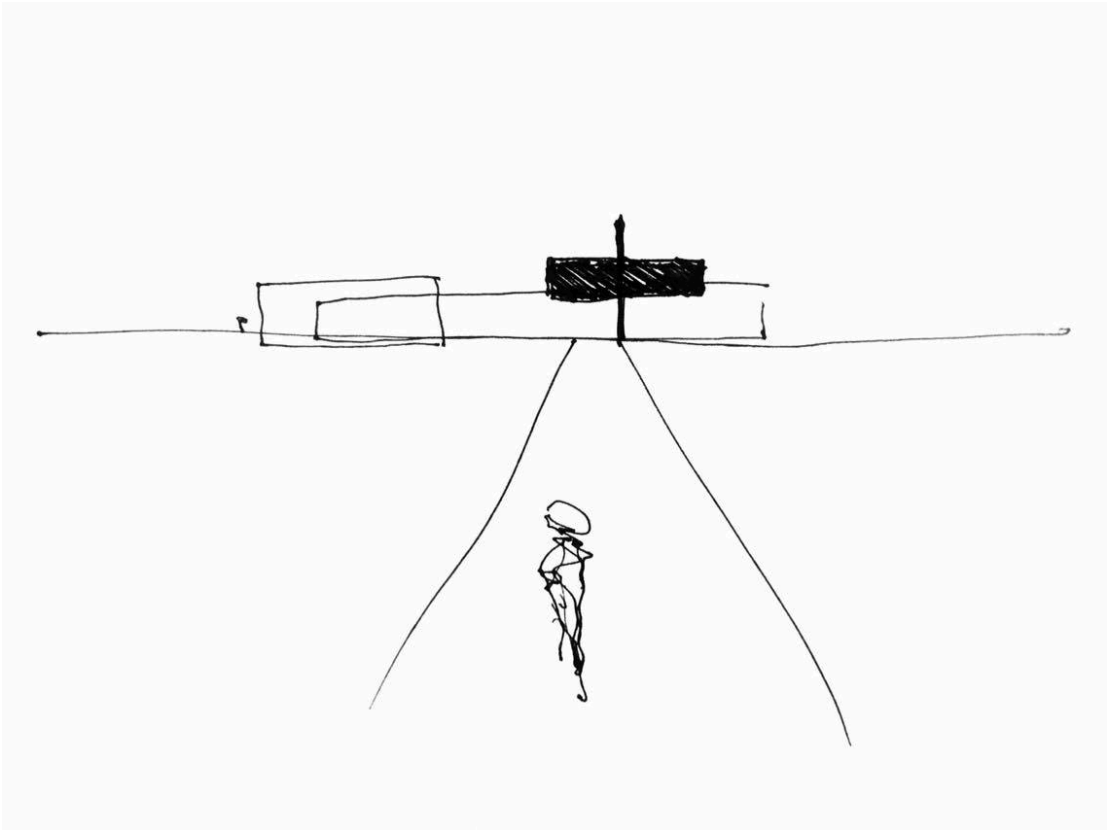
No encontro entre os dois percursos surge um ponto de rotula, um momento pertinente onde se vai situar a torre de recepção e acessos a todo o Centro. O Centro de Estudos molda-se a partir desse desdobramento seguindo a orientação do muros e da presença da torre central.

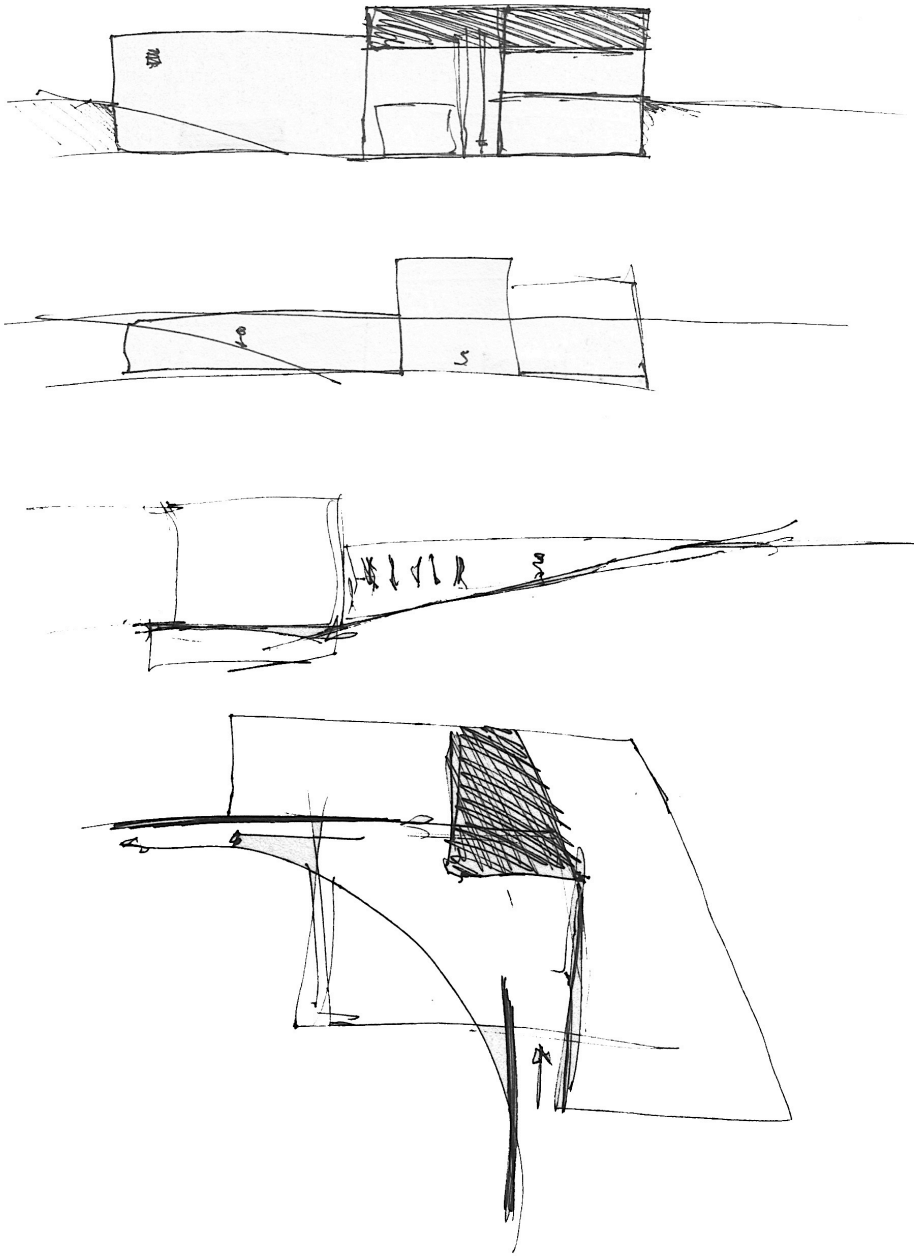
Surge também o tanque técnico como elemento que influencia todo o desenho do Centro. O tanque tem como principal objectivo o suporte no estudo de espécies marinhas de pequenas dimensões.

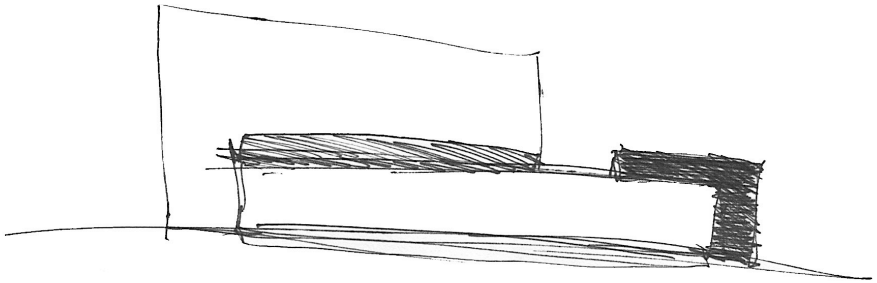
É sob consequência destes elementos que se formaram os espaços interiores.

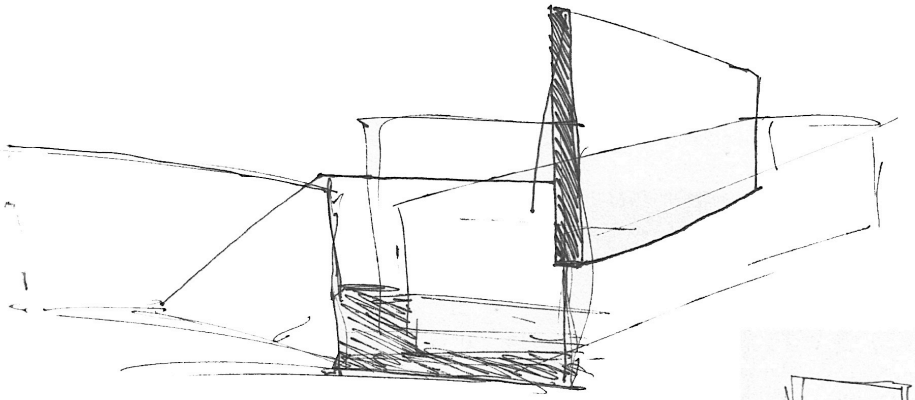


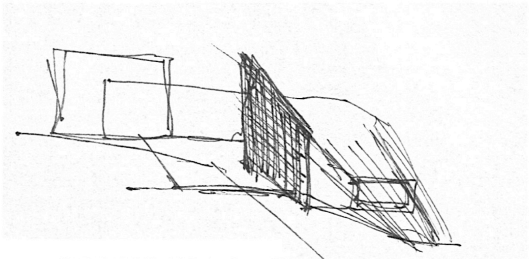
O desenho do Centro de Estudos foi feito seguindo, para além da paralelismo dos muros, a sua ortogonalidade. Essa ortogonalidade permitiu, em conjunção com a envolvente e com o local de intervenção, gerar o desenho dos espaços interiores que se modelaram, na sua maioria, de forma não ortogonal.

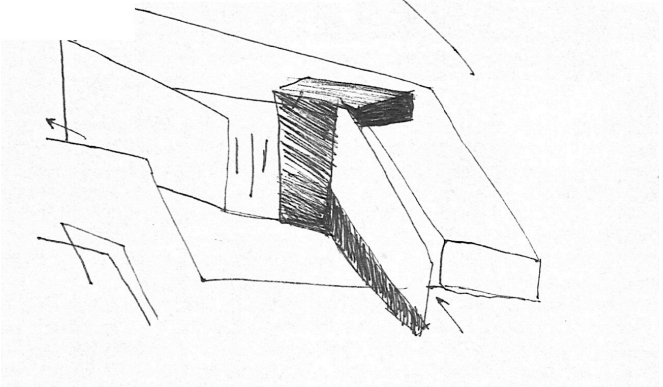


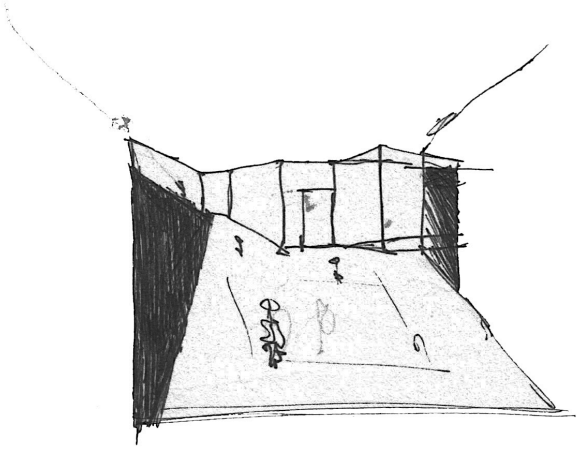


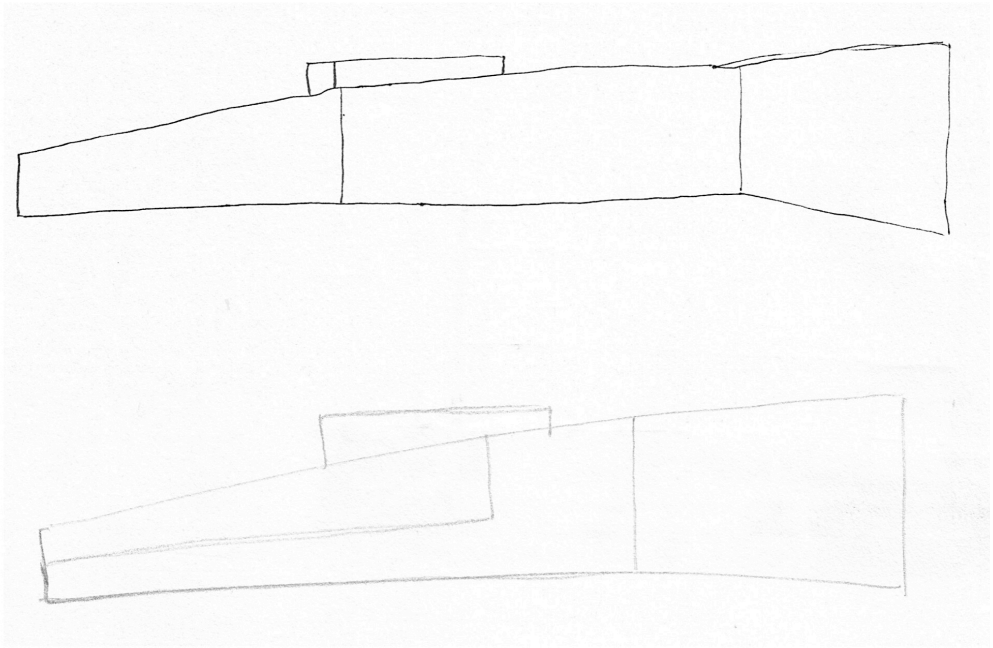


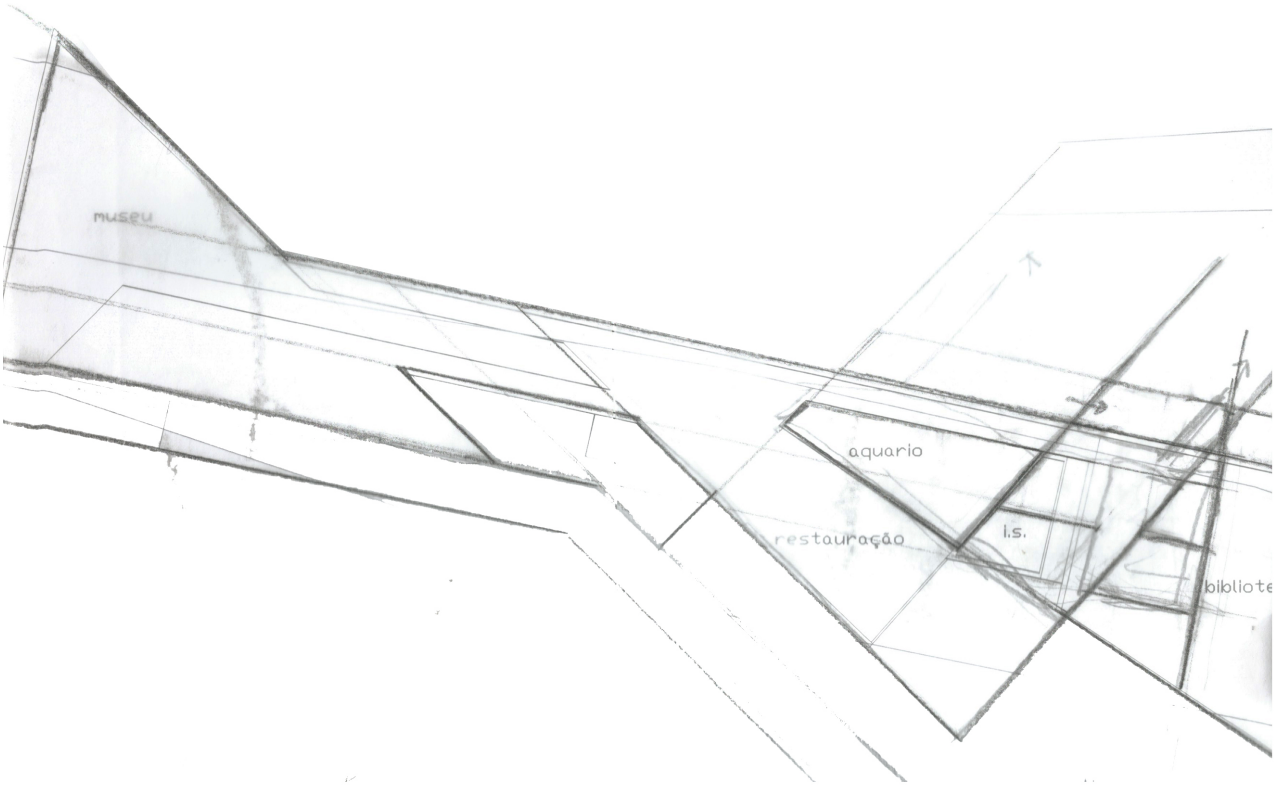


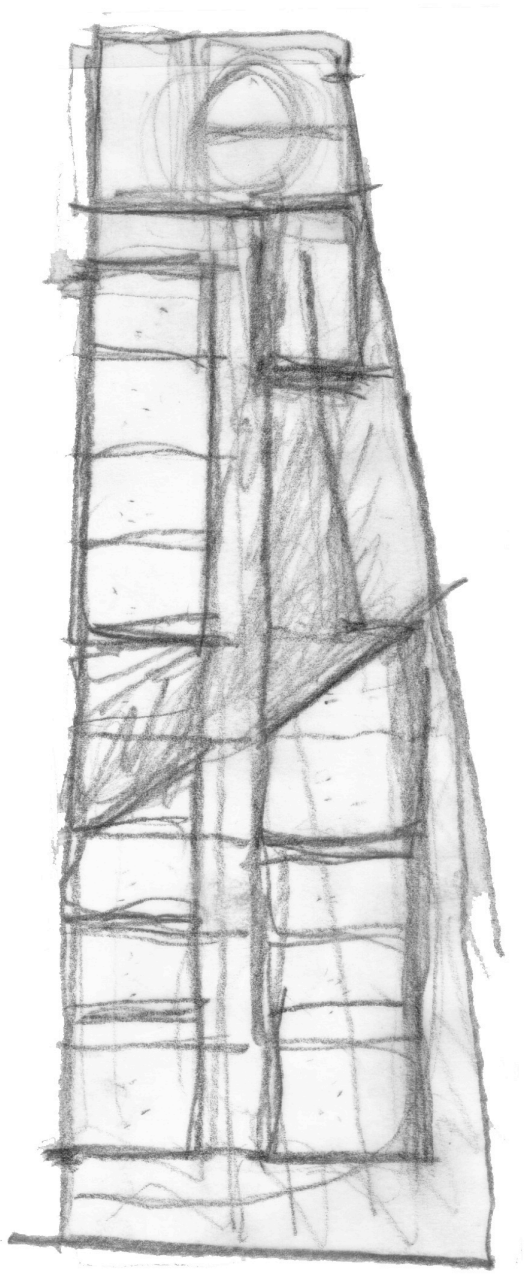


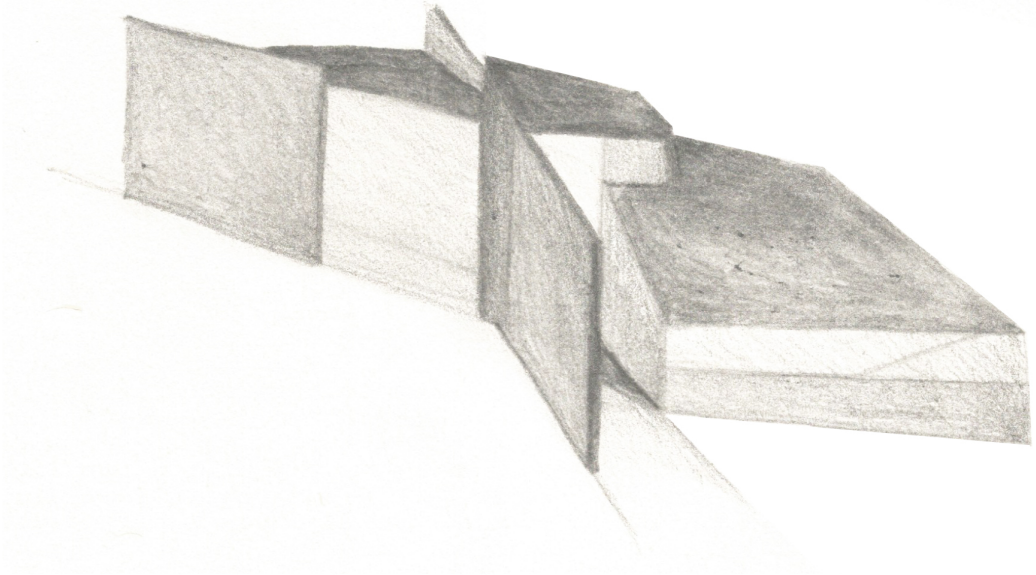




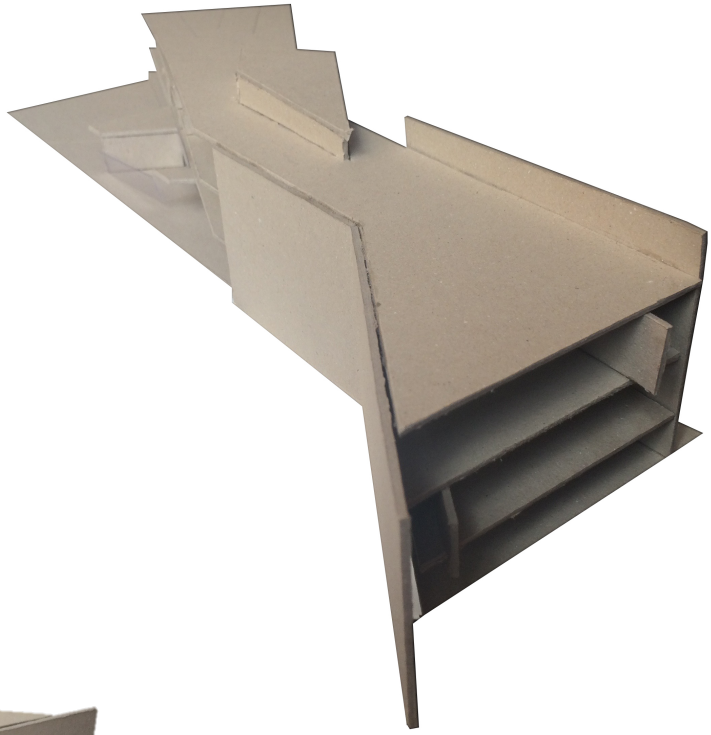


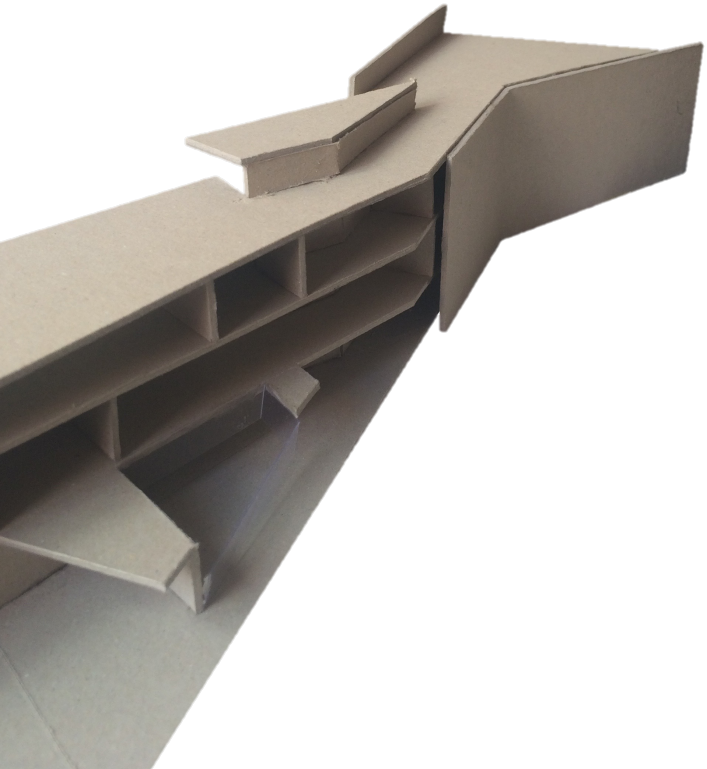

museu
aquario
restauração
i.s.

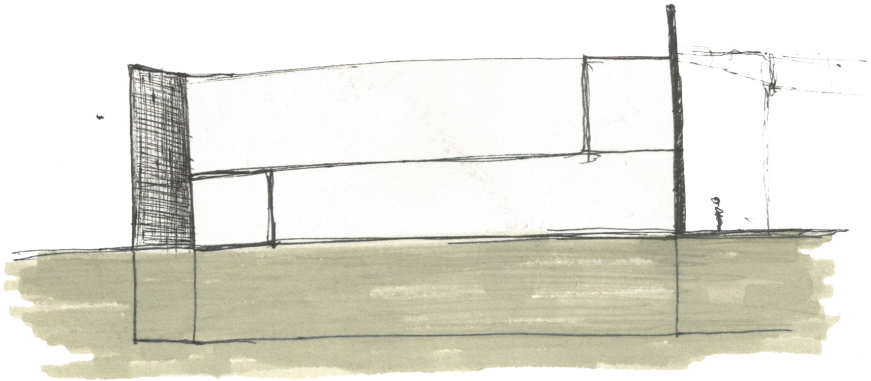


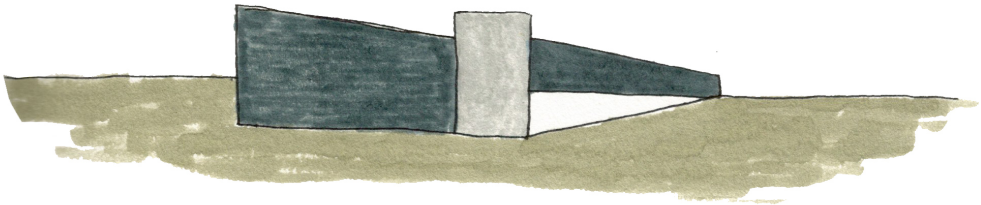


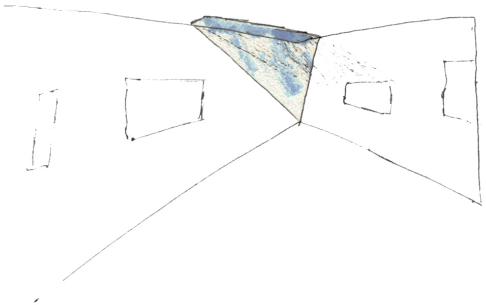


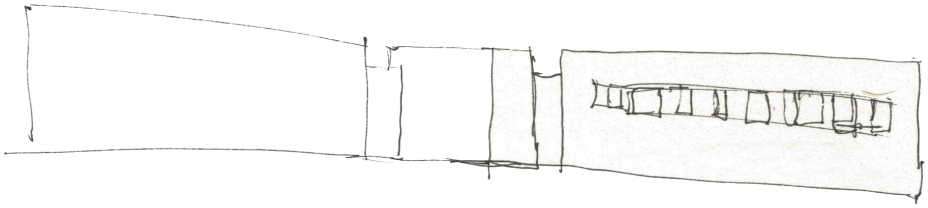


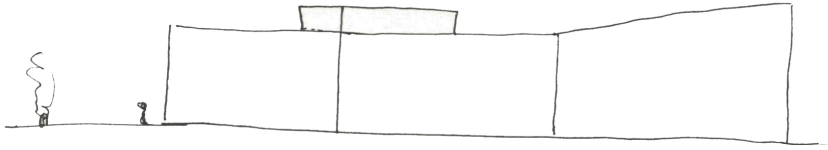


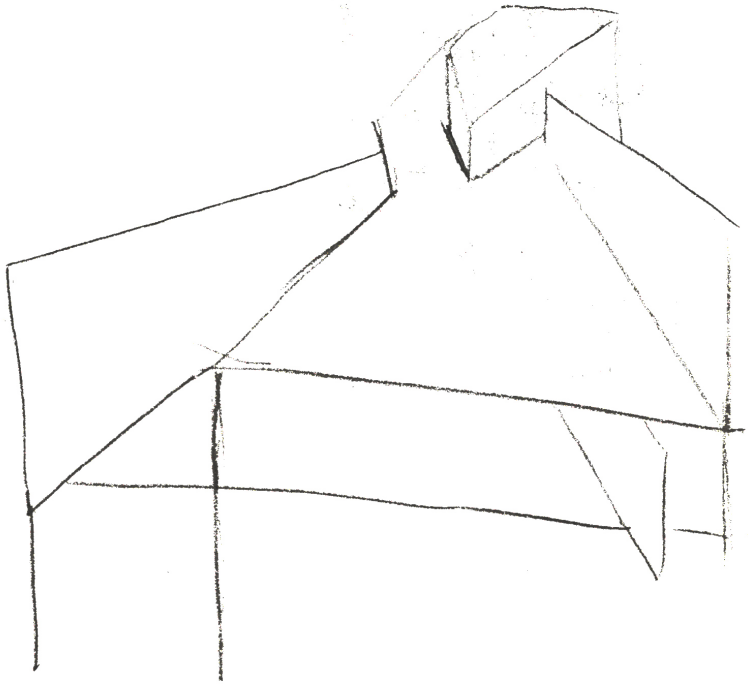


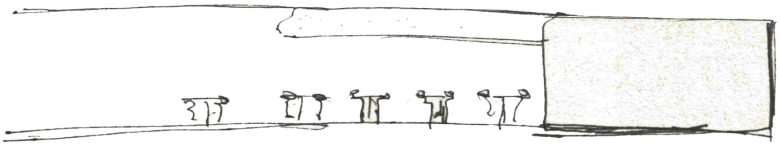


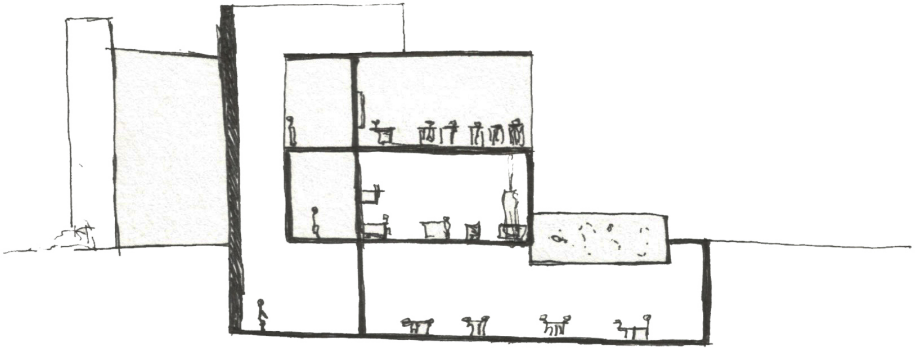


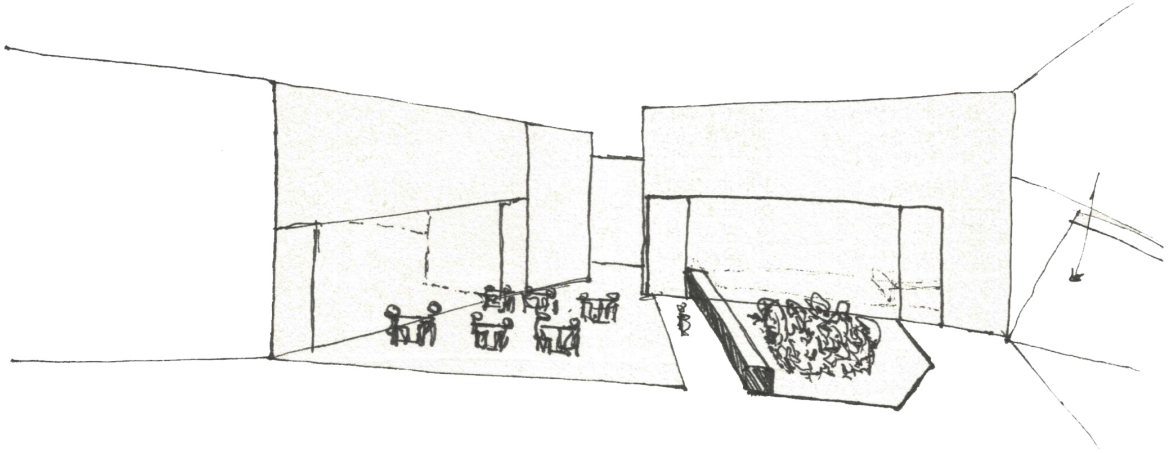


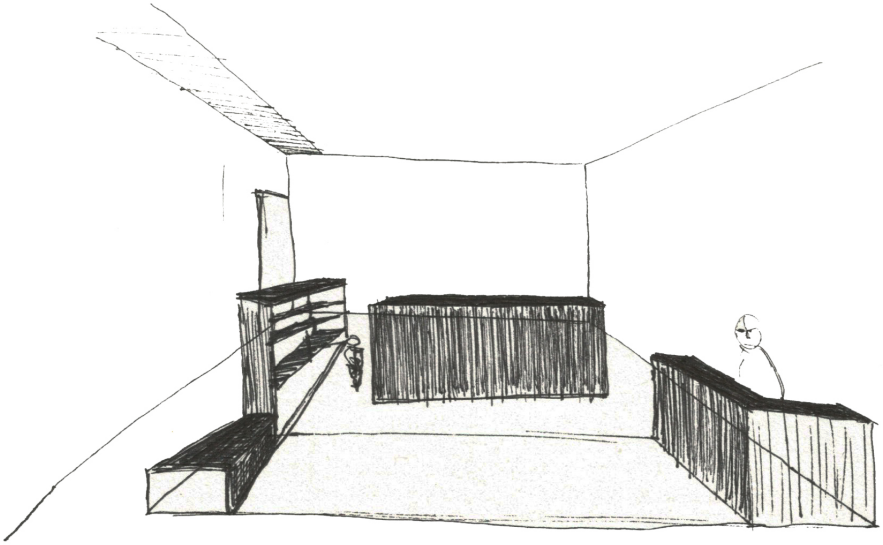


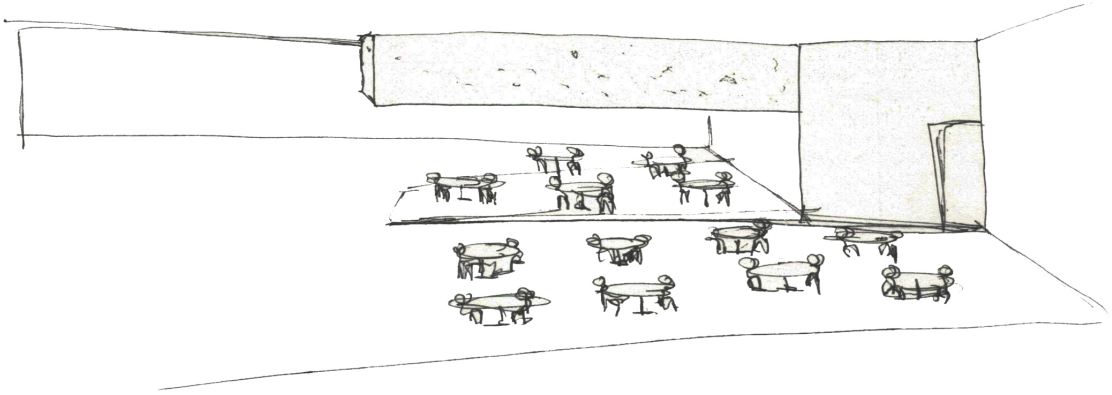


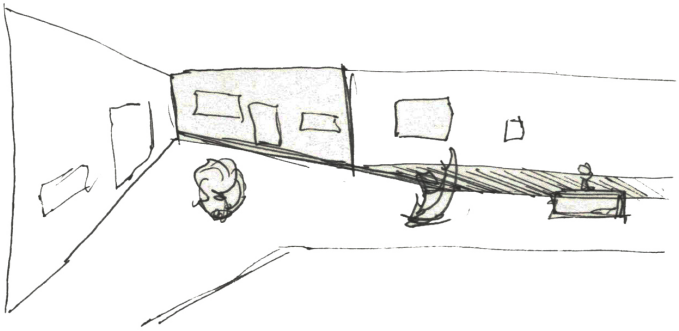


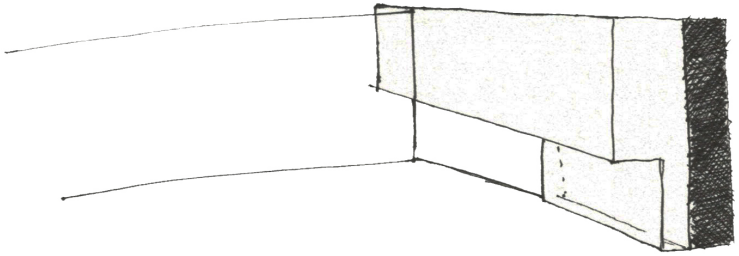


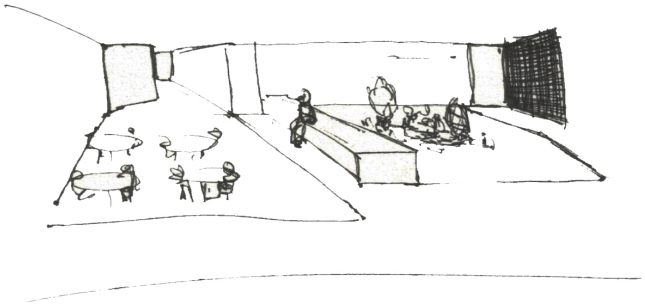


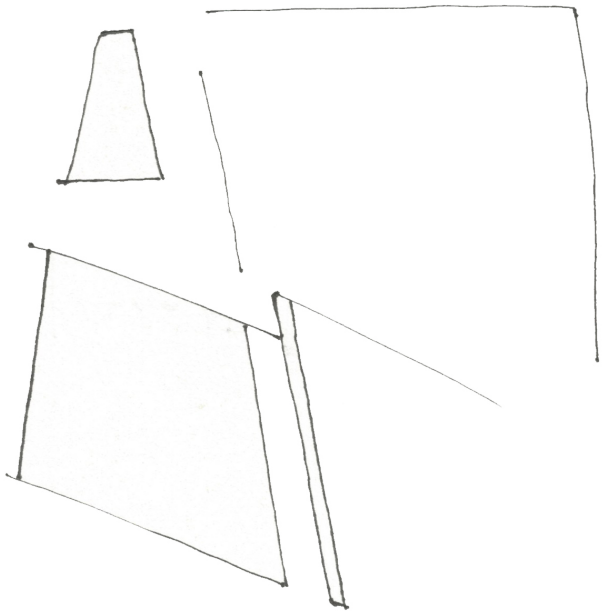


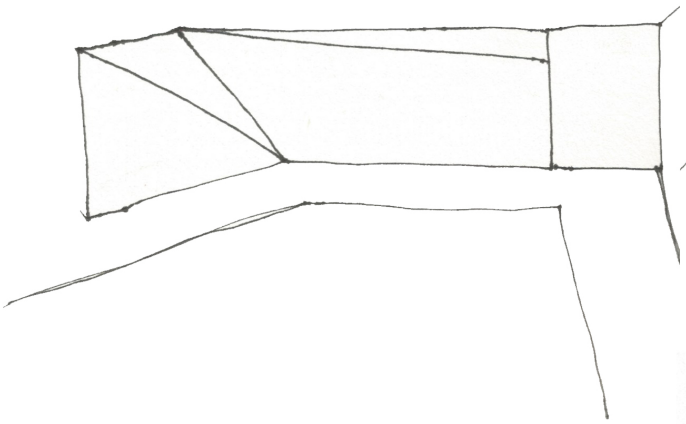


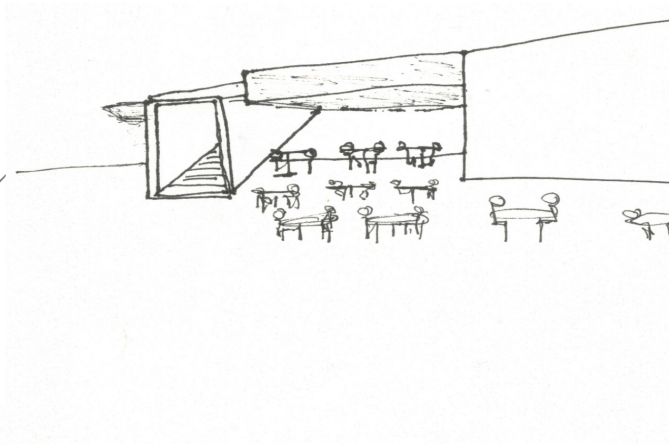


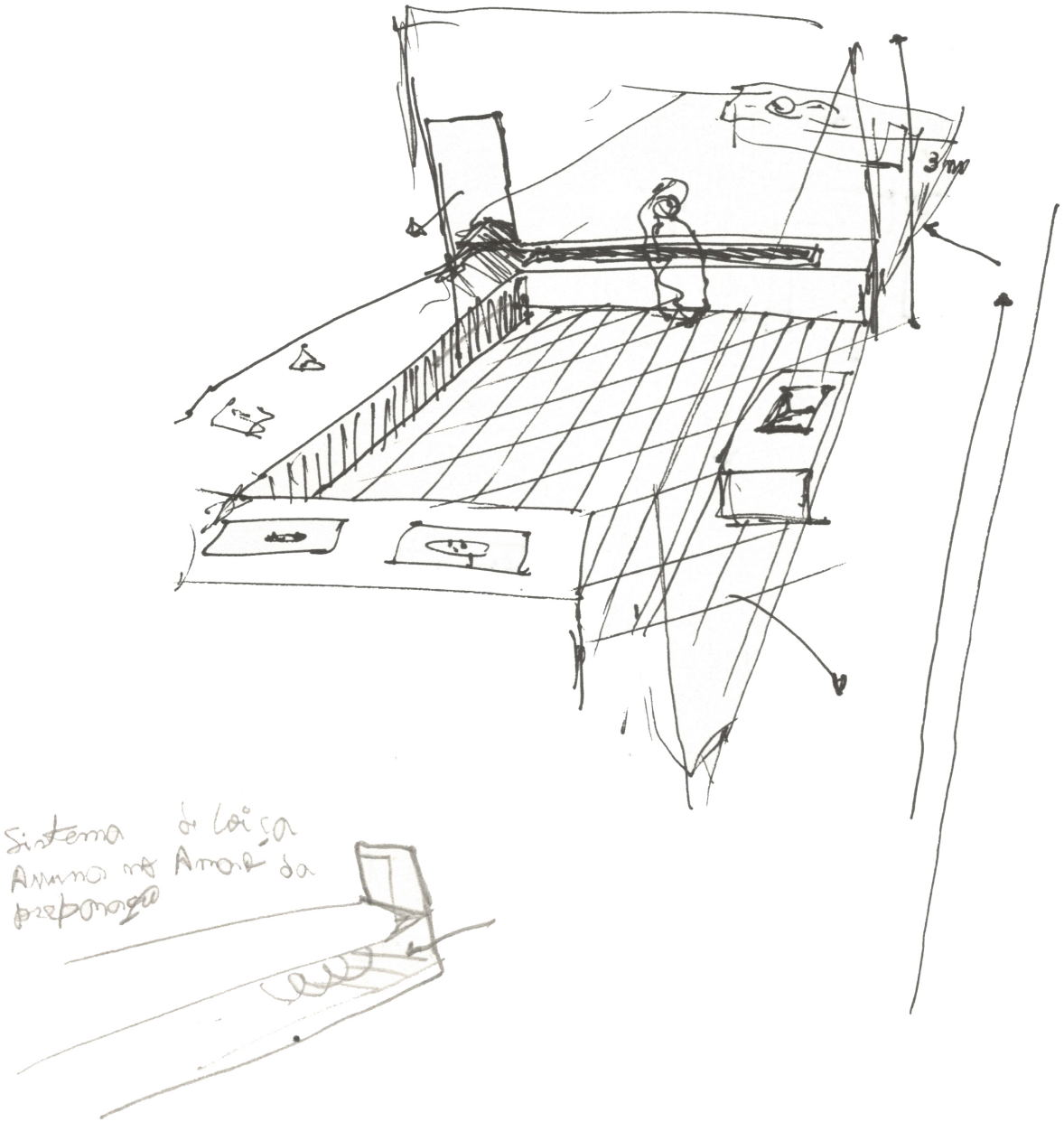


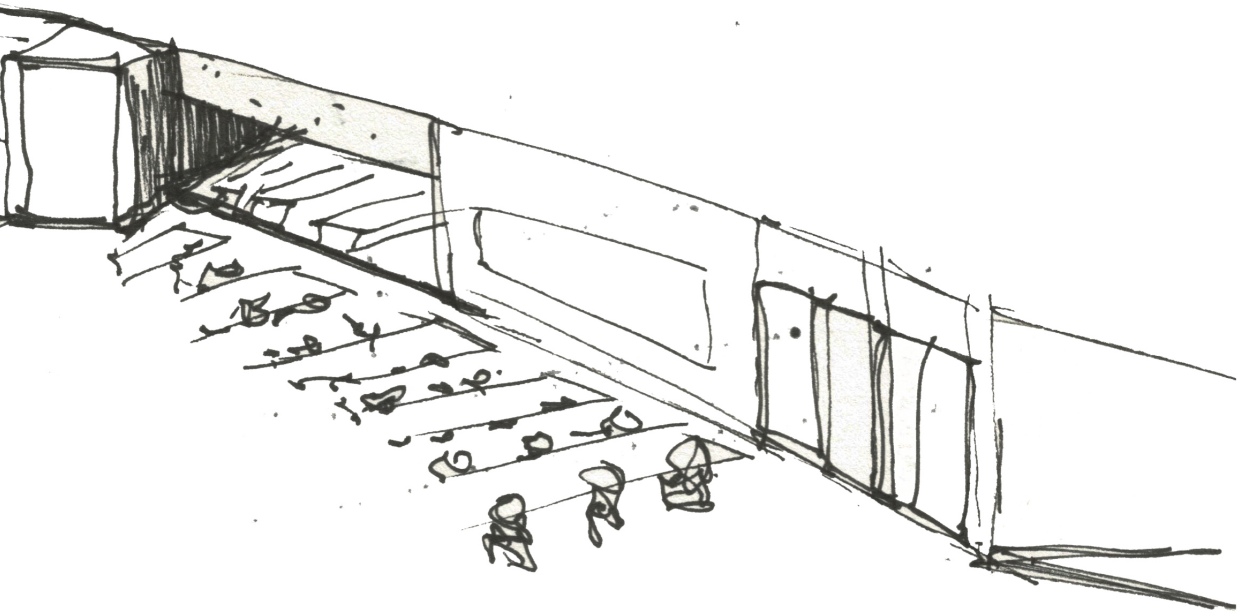


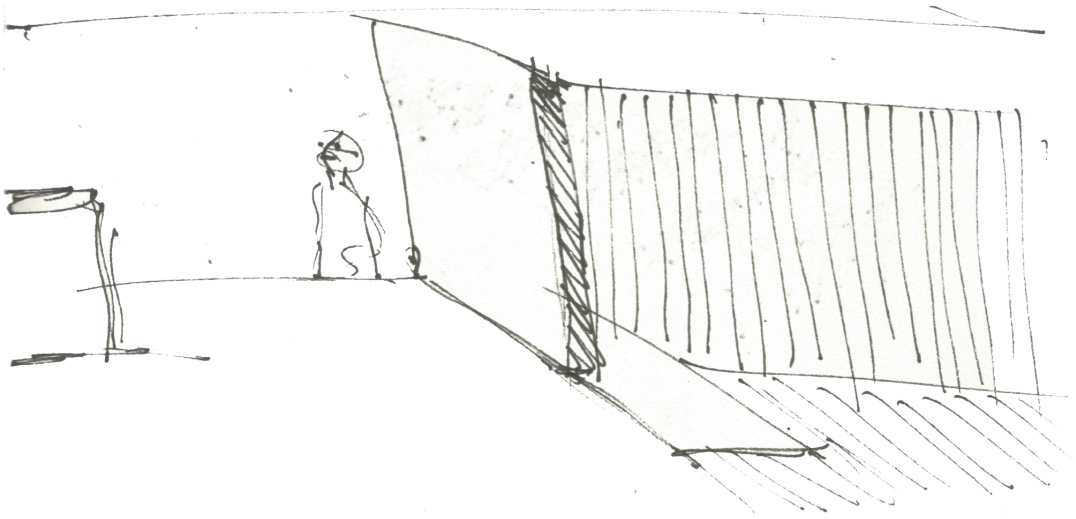


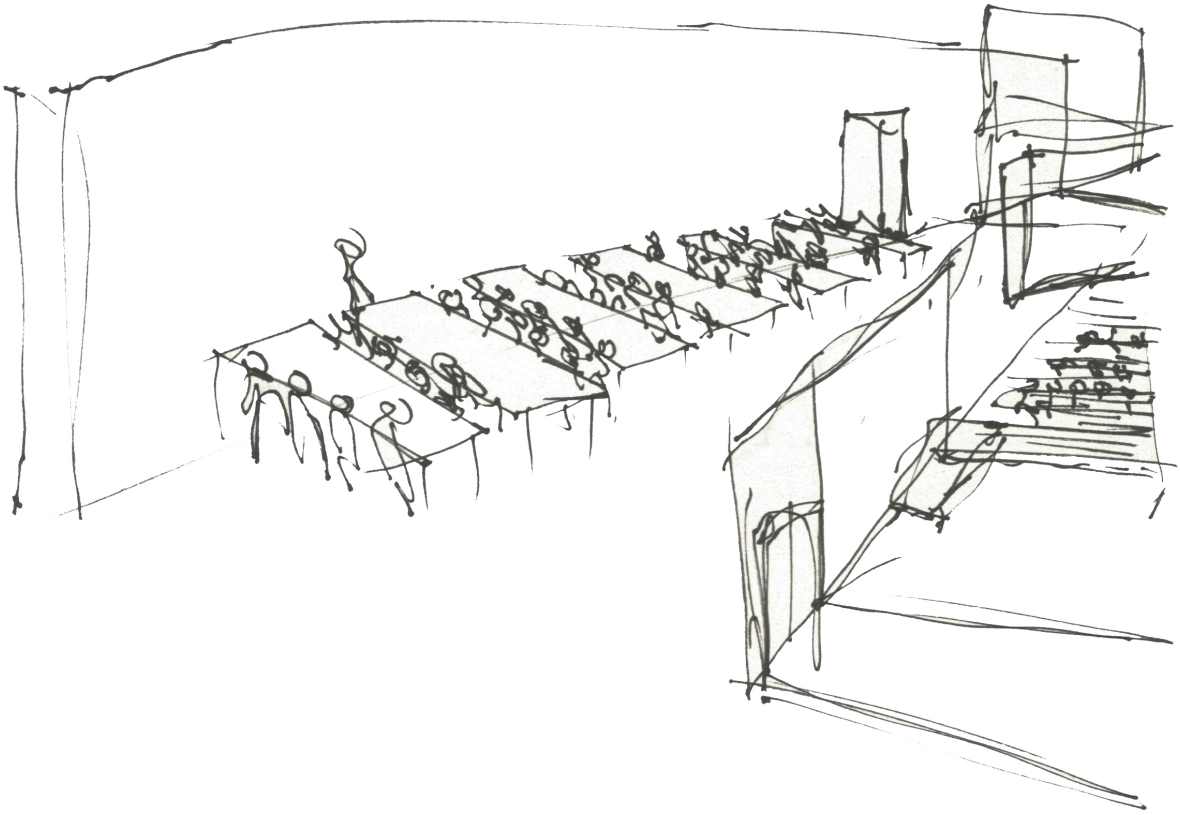


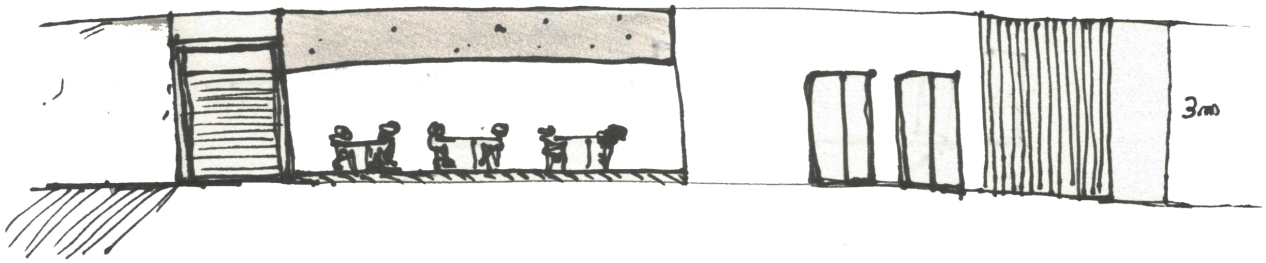


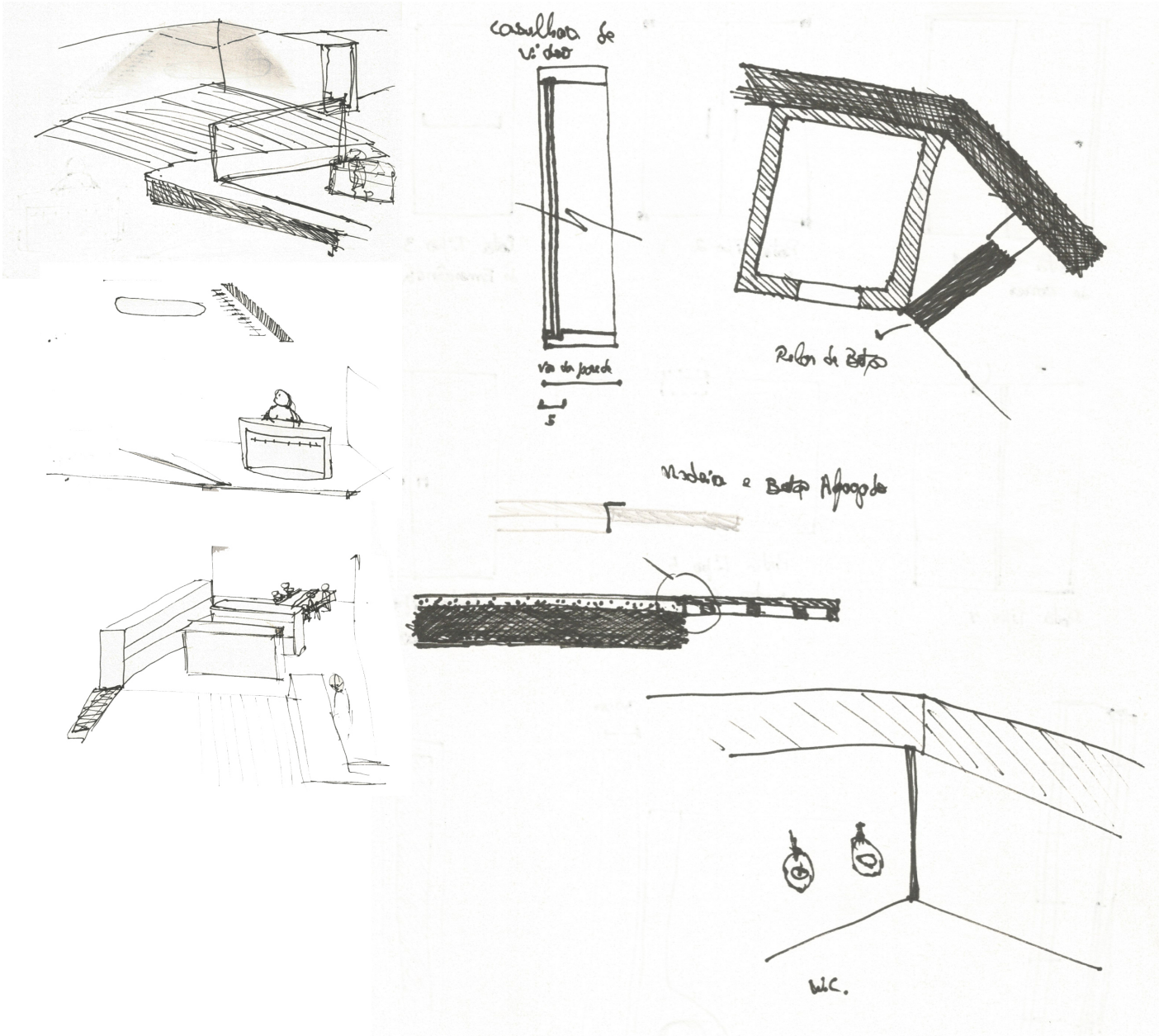

3m
Sistema de Loiça
Arranjo na Arca da
personagem

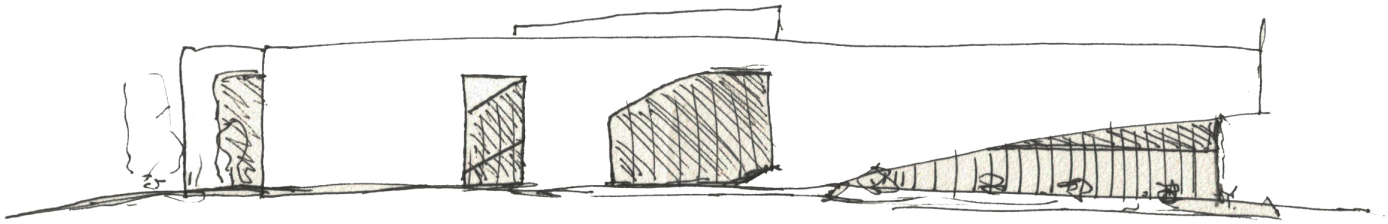


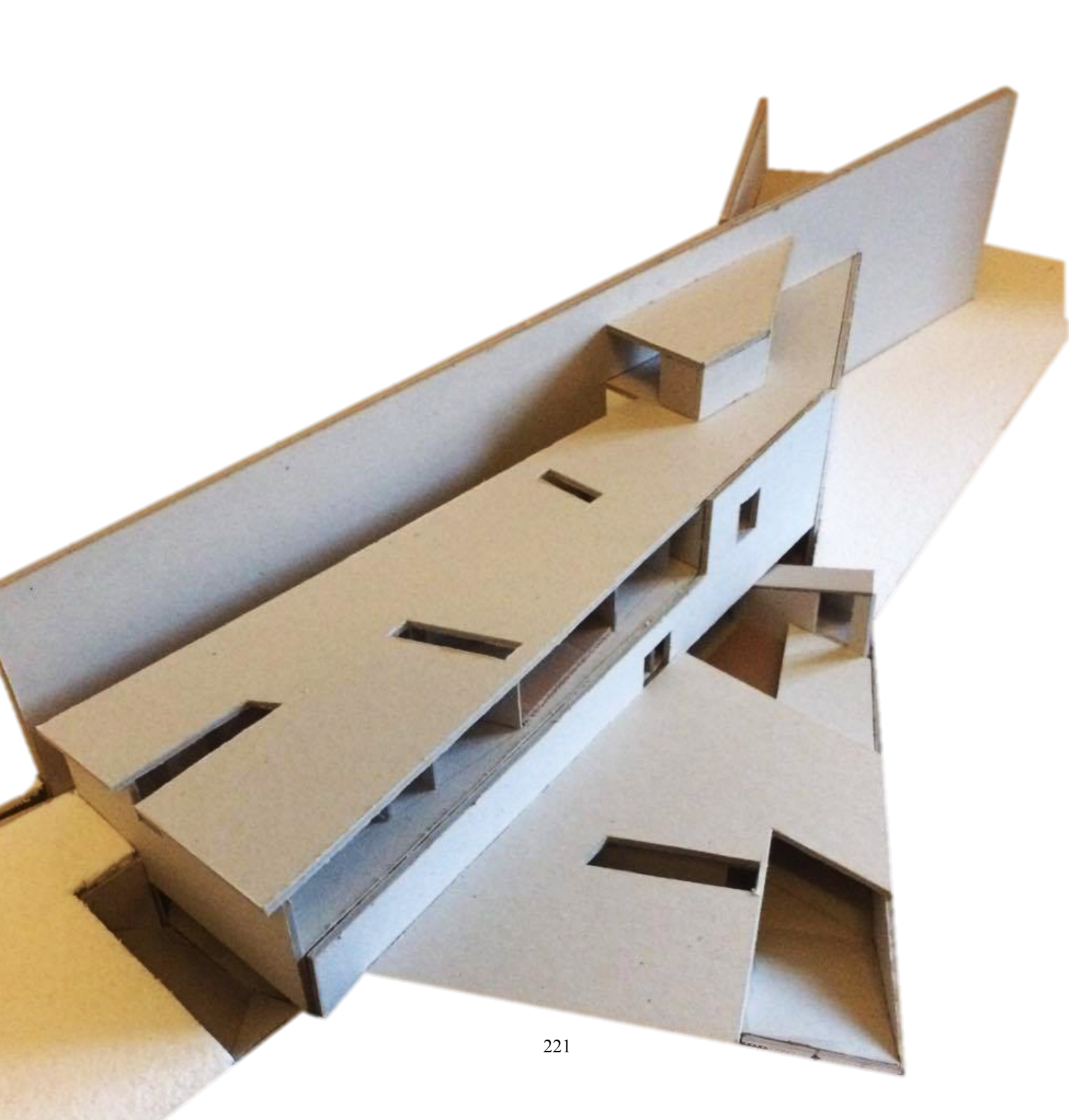


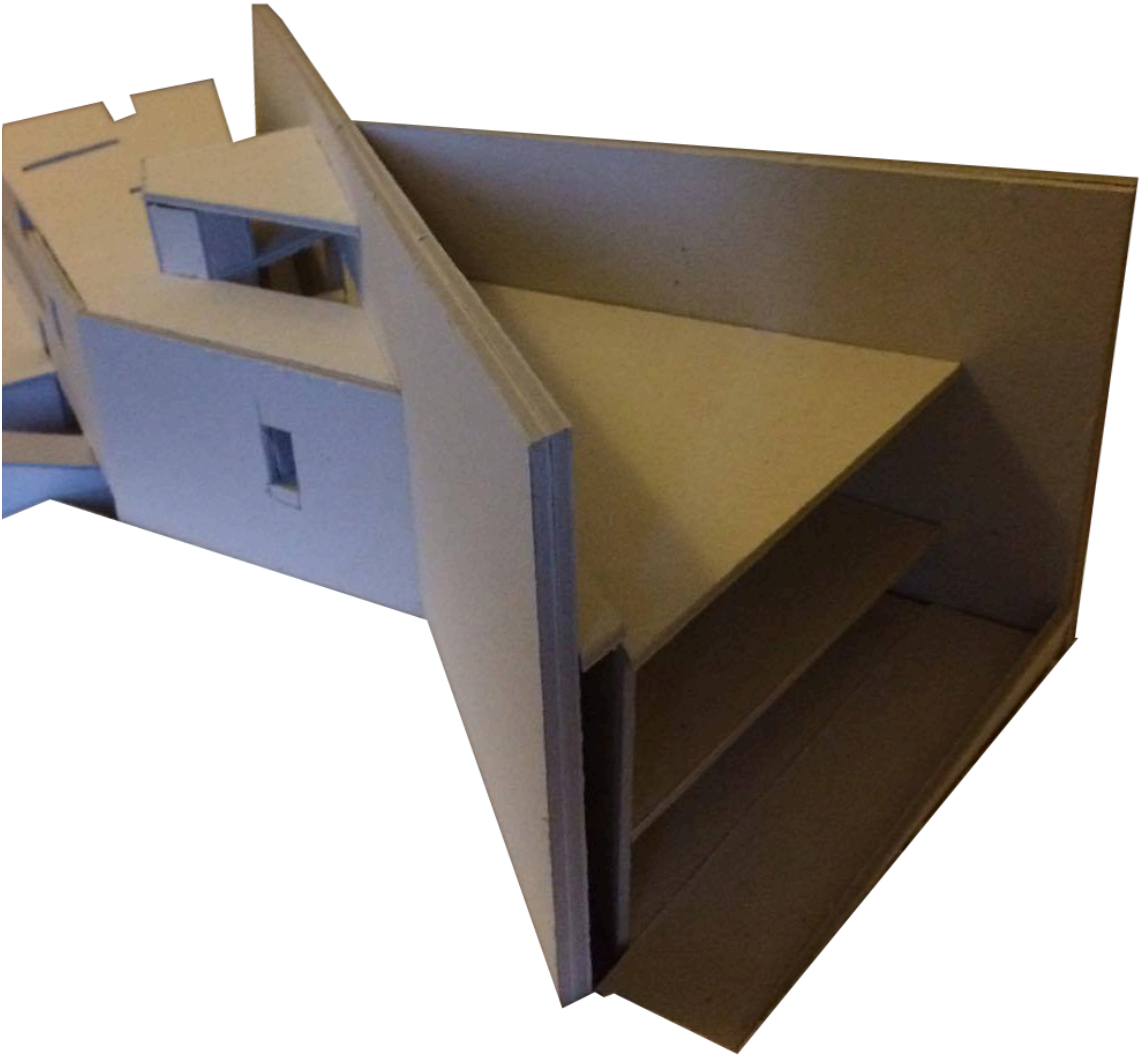


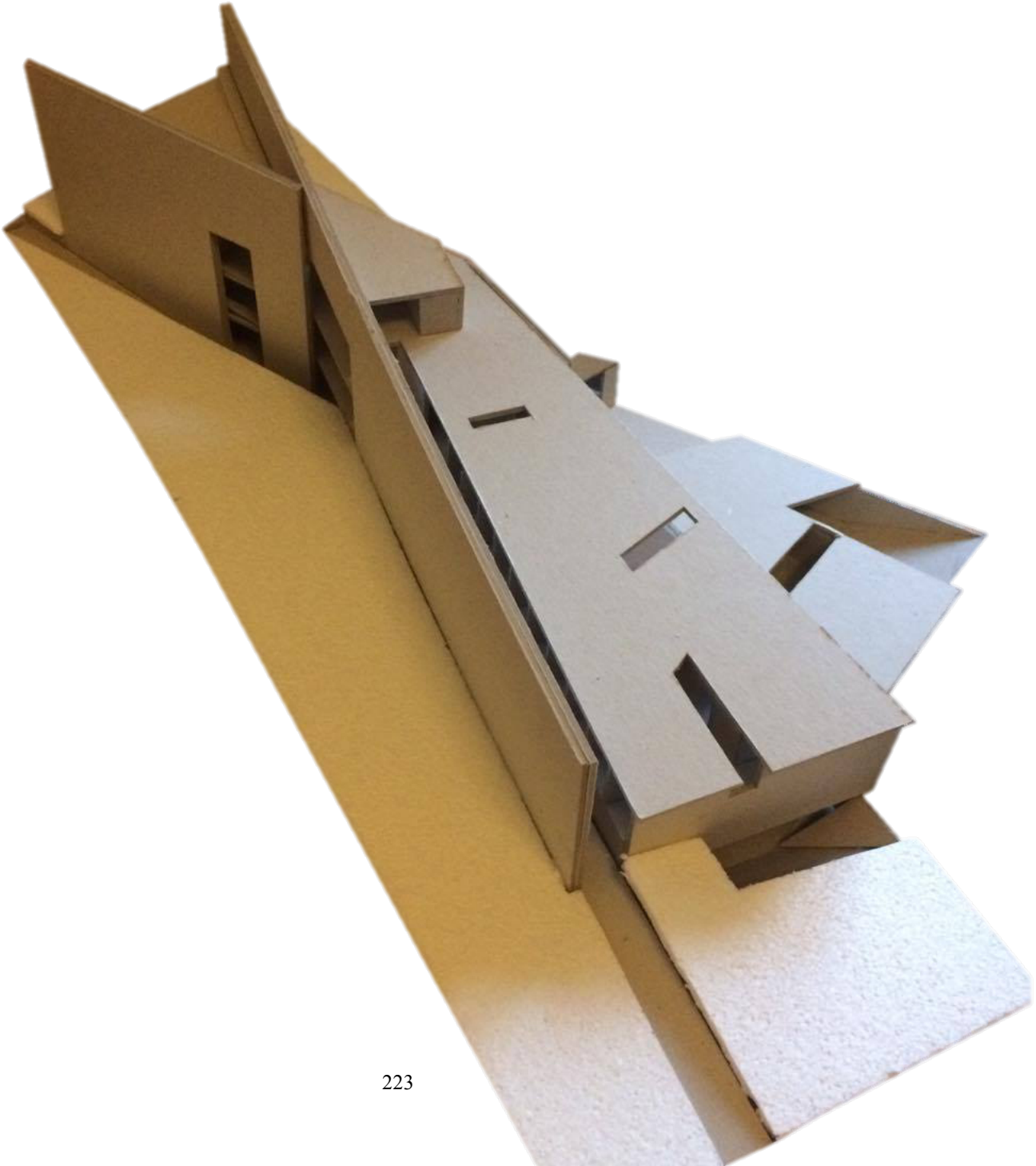

3m


Cobertura de vidro
Via da parede
5
Rolon de Betão
Madeira e Betão Afagado
W.C.







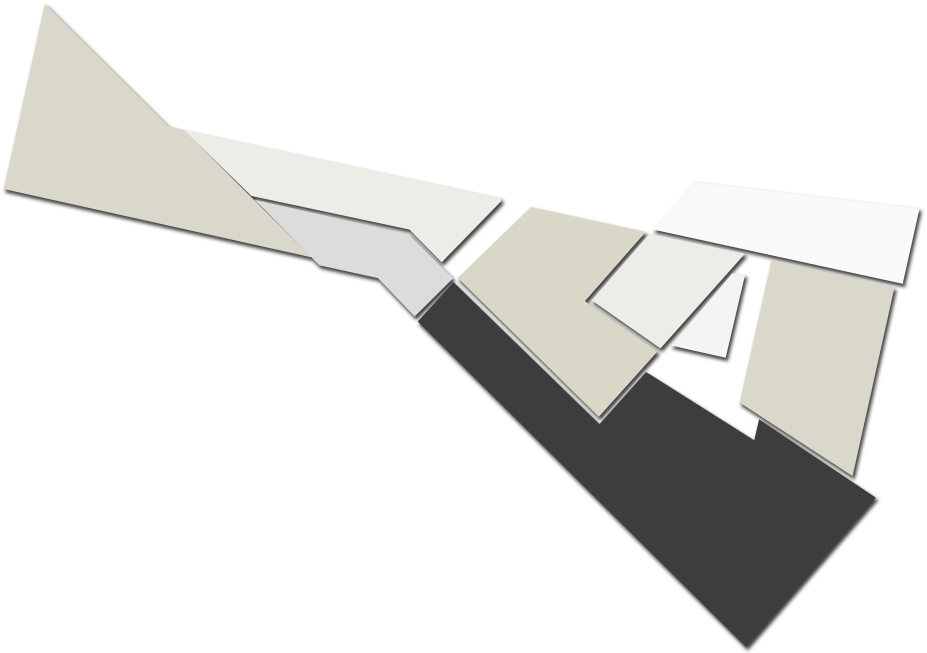




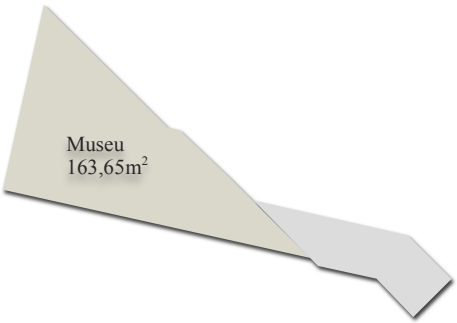




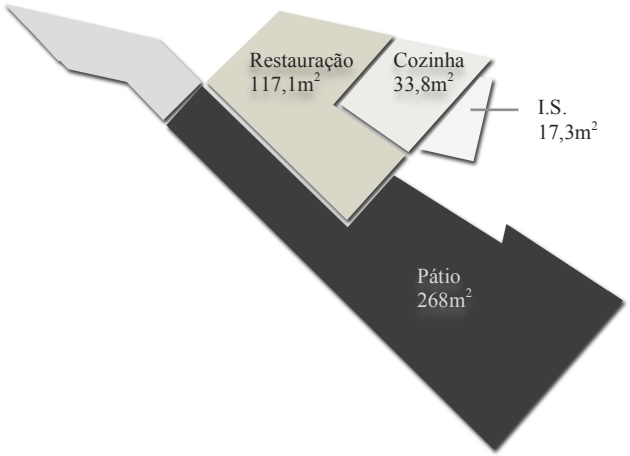
No piso 0, correspondente ao piso do pátio interior, foram desenhados os espaços públicos de recepção aos visitantes. O Pátio tem relação com todos os espaços através de um corredor secundário.



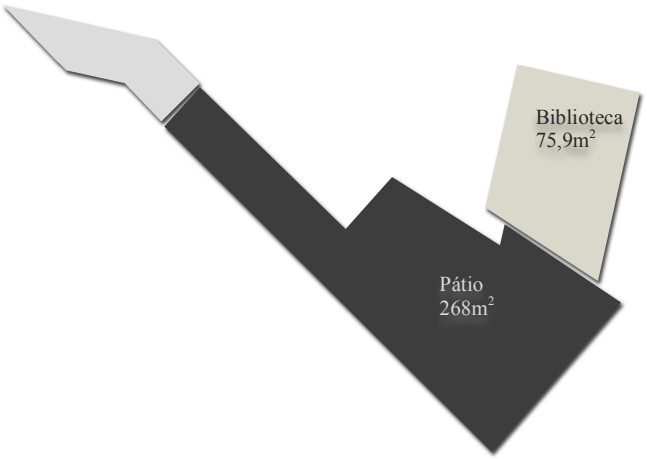
O Museu de Ictiologia surge num dos vértices mais acentuados do Centro e apresenta três níveis de cota diferentes, criando diferentes subespaços para exposições.



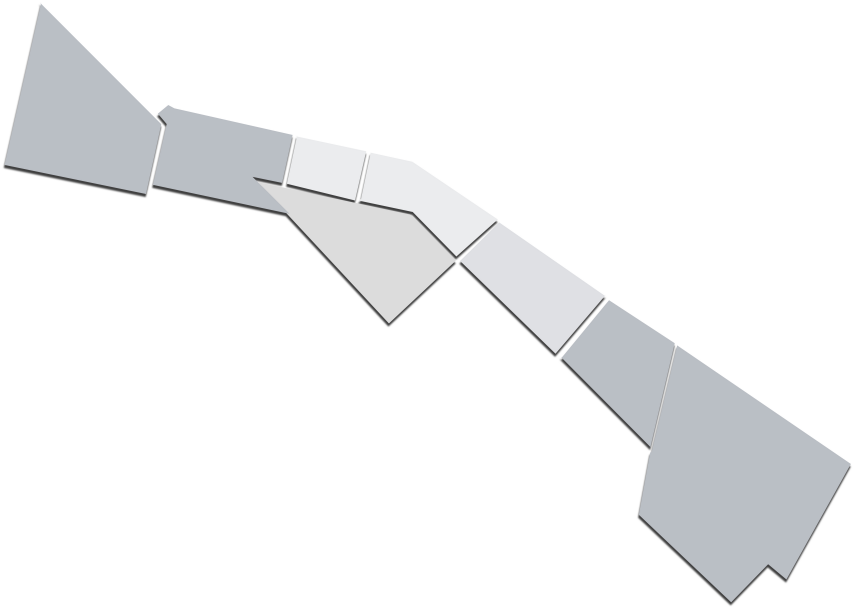
A restauração surge ao centro, tendo ligação com a zona de estar e de bengaleiro. É possível ver, em parte da zona de restauração, o tanque técnico. O seu posicionamento permite uma vista inferior valorizando o carácter marinho através de uma base de vidro. A restauração liga-se ao pátio (através de uma esplanada), às Instalações Sanitárias e a Biblioteca. Tem ligação direta com a cozinha e com a rampa de acesso a funcionários.



A Biblioteca encontra-se na extremidade oposta ao Museu. Relaciona-se com o jardim do pátio. A sua posição permite um maior isolamento e silêncio. Todos os espaços têm uma ligação à recepção e à torre de acessos central.

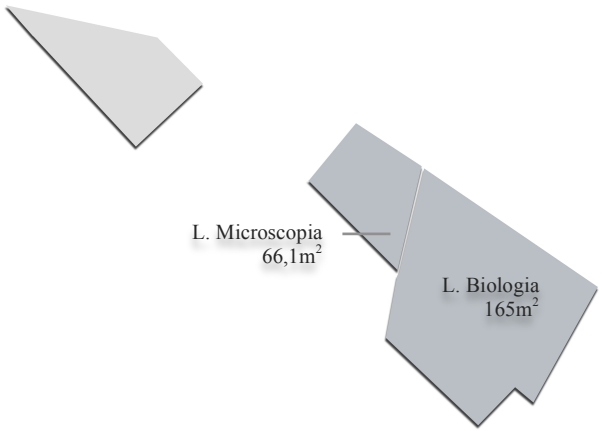


O piso 1 é referente ao piso dos Laboratórios. Os quatro Laboratórios estão dispostos tendo uma relação direta com a torre central e com o exterior, permitindo assim a facilidade de acesso para cargas e descargas. São projetadas também a sala frigorifica e a sala de arrumos de equipamentos.



Os Laboratórios de Microscopia e de Biologia encontram-se na zona este. Ambos os laboratórios estão ligados a um corredor que tem ligação visual com a rampa de entrada. Os Laboratórios têm acesso direto com exterior e com o Tanque Técnico.

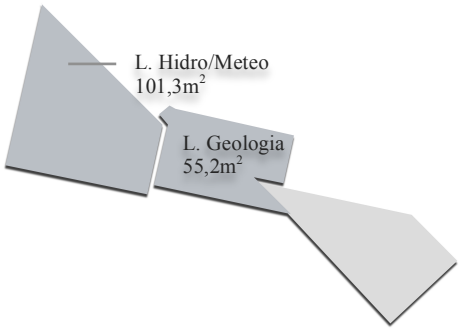
O Laboratório de Microscopia foca-se: no estudo dos organismos associados ao fundo do mar; na análise de amostras marinhas; no estudo e conservação da qualidade das águas; no estudo do impacto dos ecossistemas. O Laboratório de Biologia foca-se: no estudo de espécies marinhas; na proteção e educação ambiental; no estudo dos ecossistemas.



Os Laboratórios de Geologia, Hidroquímica e Meteorologia estão virados para o mar tirando maior partido da vista.

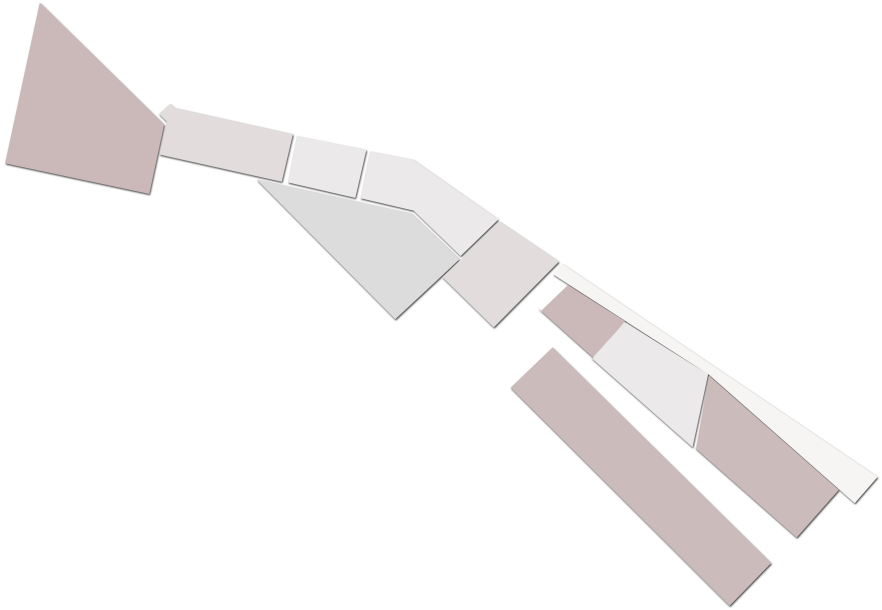
Relacionam-se com um espaço de reagentes e com o acesso principal.

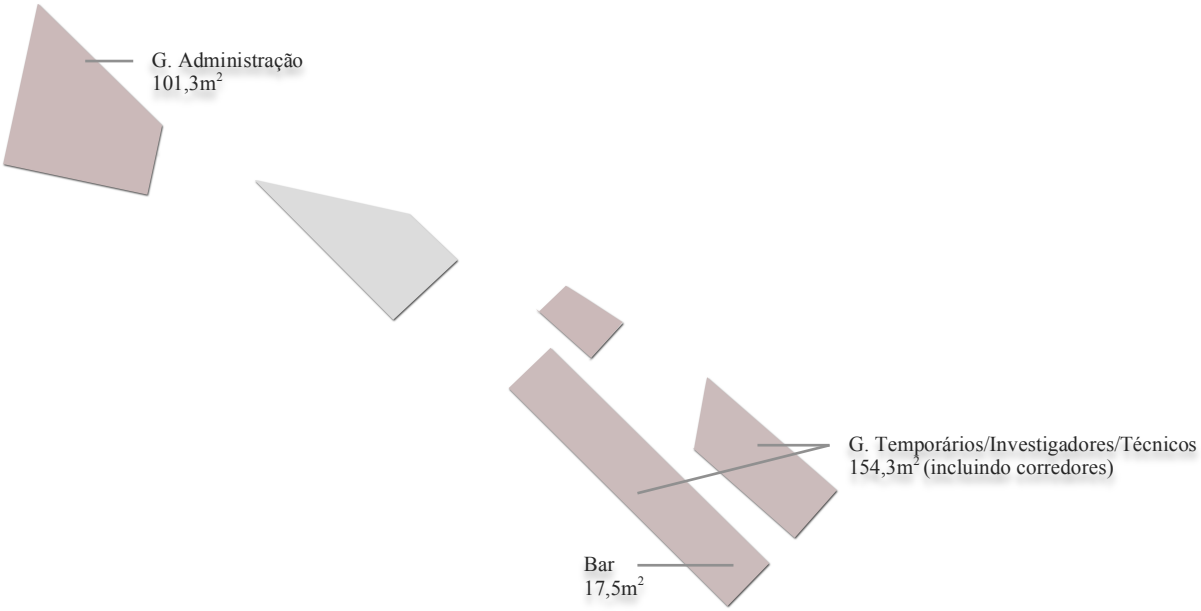
O laboratório de Hidroquímica e de Meteorologia foca-se: no estudo da qualidade do ambiente aquático; na qualidade do ar; nas condições climatéricas; influencias do clima em ecossistemas. O Laboratório de Geologia foca-se: no estudo de composições elementares e isotópicas; análise de materiais geológicos; estudos de sismologia.



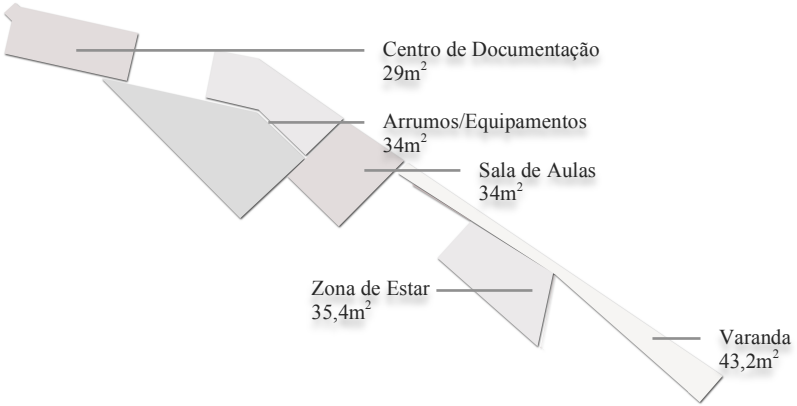
O piso 2 é referente aos Gabinetes, dando importância ao Departamento de Investigação não só com vertente prática mas também teórica. Estes estão dispostos de formas distintas :

- Os Gabinetes da Administração, dispostos na zona oeste e voltados para o mar;
- Gabinetes de Investigação temporária ou permanente, localizados na ala este do Centro. Estes estão voltados para a praia e têm um espaço exterior de varanda.



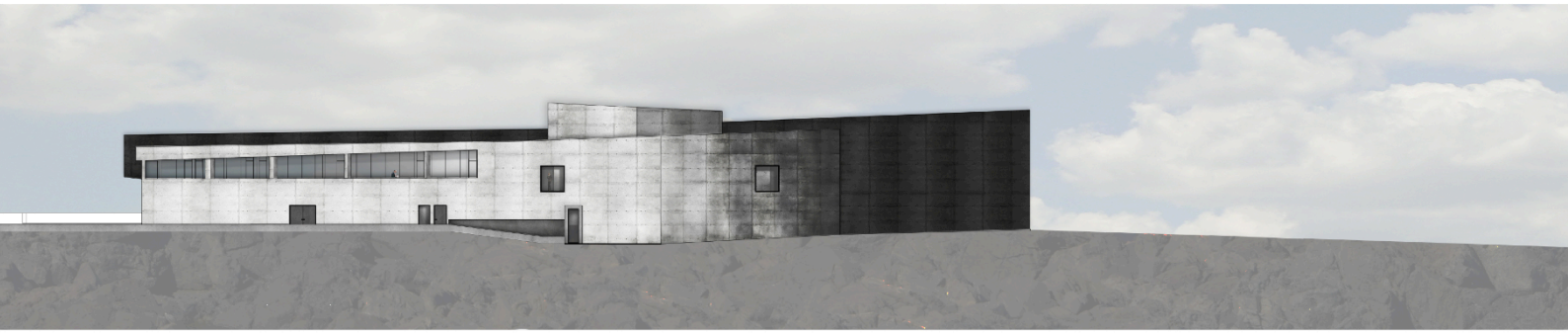


São projetados também, neste piso, o Centro de Documentação, com repositório do próprio Centro, uma sala de Aula para apoio ou conferências, uma Zona de Estar, um Bar, uma Zona de Estar e um espaço exterior em varanda.



ENVOLVENTE

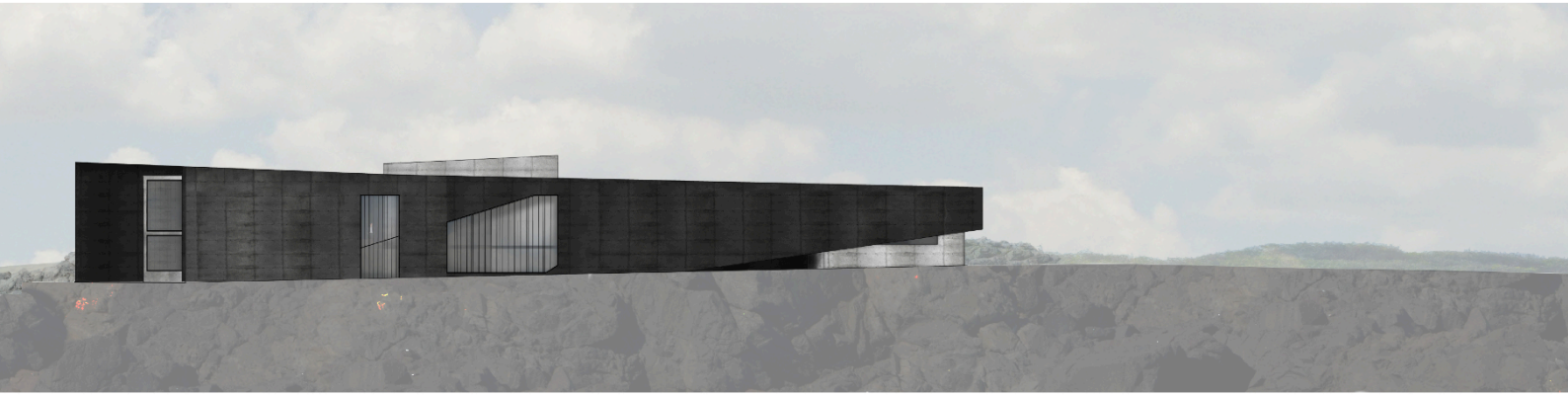
A envolvente projetada, como antes referido, pretende obedecer às condições naturais da costa de Sines. Seguindo essa premissa, todo o trabalho de intervenção da envolvente centrou-se na projeção, para além do acesso pedonal desenhado em grupo, de um acesso rodoviário, um parque de estacionamento exterior, um anfiteatro exterior com ligação ao Pátio interior, um acesso em túnel para os visitantes ligado à restauração, um acesso em rampa para cargas e descargas e um jardim. São projetados também pontos de paragem através de uma estrutura em betão com função de acento que acompanha a geometria da intervenção.






0
10
20
40





MATERIALIDADE E ESTRUTURA











A materialidade apresenta, nesta proposta, uma grande importância na relação com a envolvente. Para tornar o edifício quase brutalista, confundindo assim a sua presença com a envolvente rochosa, a materialidade de todo o Centro tem de ter um forte ênfase estruturalista.

Deste modo o betão cofrado à vista é o material utilizado, servindo, para além de um uso estético, de estrutura de todo o Centro. Os muros são os elementos com maior evidência em todo o projeto, desta forma o betão neles utilizado é pigmentado obtendo muros de betão negros.

O uso de betão também é um factor de projeção de todo o edifício, visto que em frente de mar, a corrosão pode influenciar as condições do mesmo. Pretende-se que a utilização do botão permita proteger a estrutura da corrosão e que o seu efeito crie, com o tempo, características diferentes na própria superfície.

As soleiras, os peitoris e as ombreiras das janelas e das portas são em madeira ebanizada e alumínio seguindo os tons dos muros.

Os pavimentos são de linóleo cinzento, usado para melhorar as questões de higiene nos Laboratórios. Pavimentos como o da Restauração ou da Biblioteca são de betão afagado. Os pavimentos que pontuam algumas zonas de destaque como a esplanada ou a zona de bengaleiro são de placas de madeira com acabamento rústico.

As paredes de betão servem como estrutura do próprio edifício. As paredes secundarias são em alvenaria simples ou dupla de tijolo conforme o tipo de acústica e isolamento pretendido.

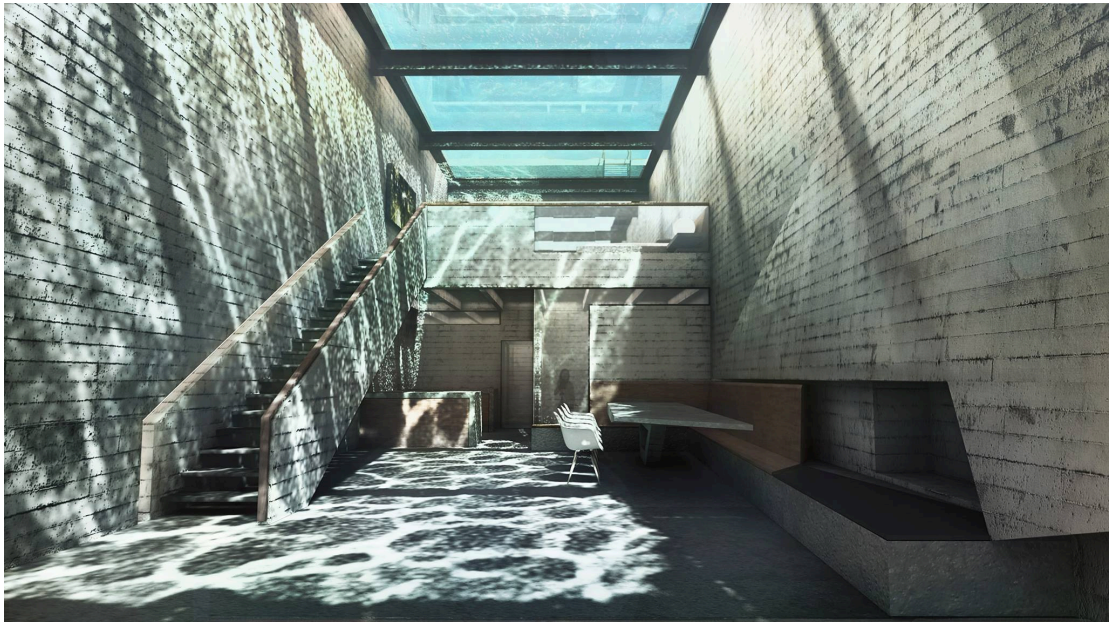
A cobertura é composta por vigas invertidas em betão armado que acompanham a inclinação da laje de cobertura. No seu topo, já em nível, é colocada uma estrutura metálica que suporta um pavimento em madeira que permite, que a cobertura seja acessível em situações esporádicas.

Os tectos são em *pladur* por questões de ventilação e nivelamento e de aplicações elétricas.

REFERÊNCIAS



Casa *Brutale*, atelier OPA (2015) (fonte: http://opaworks.com/portfolio/casa-brutale/).



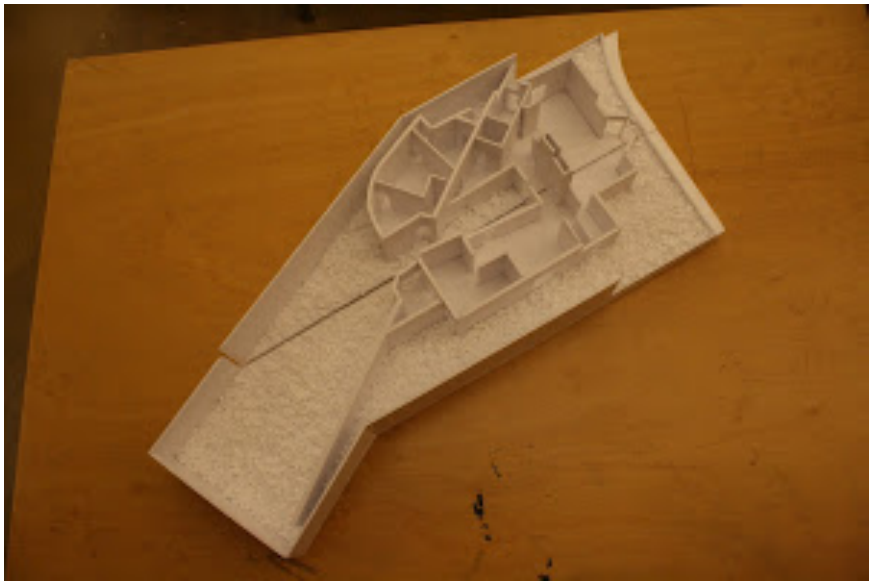


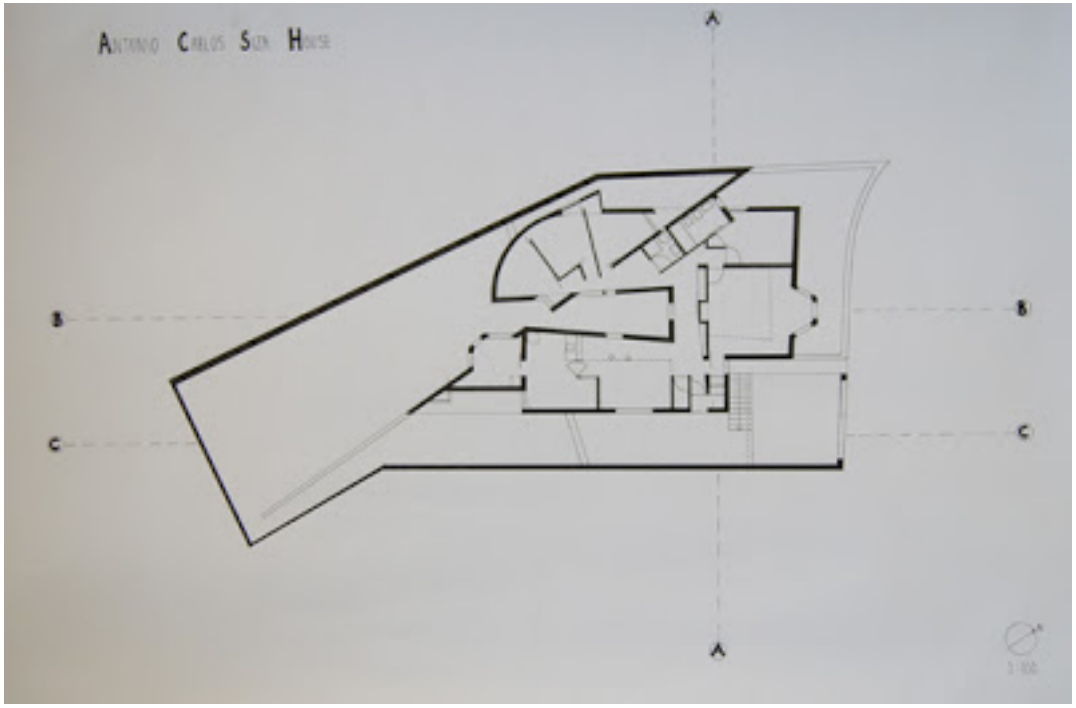






Casa António Carlos Siza (1976), Siza Vieira (fonte: http://casaantoniocarlossiza.blogspot.pt/).

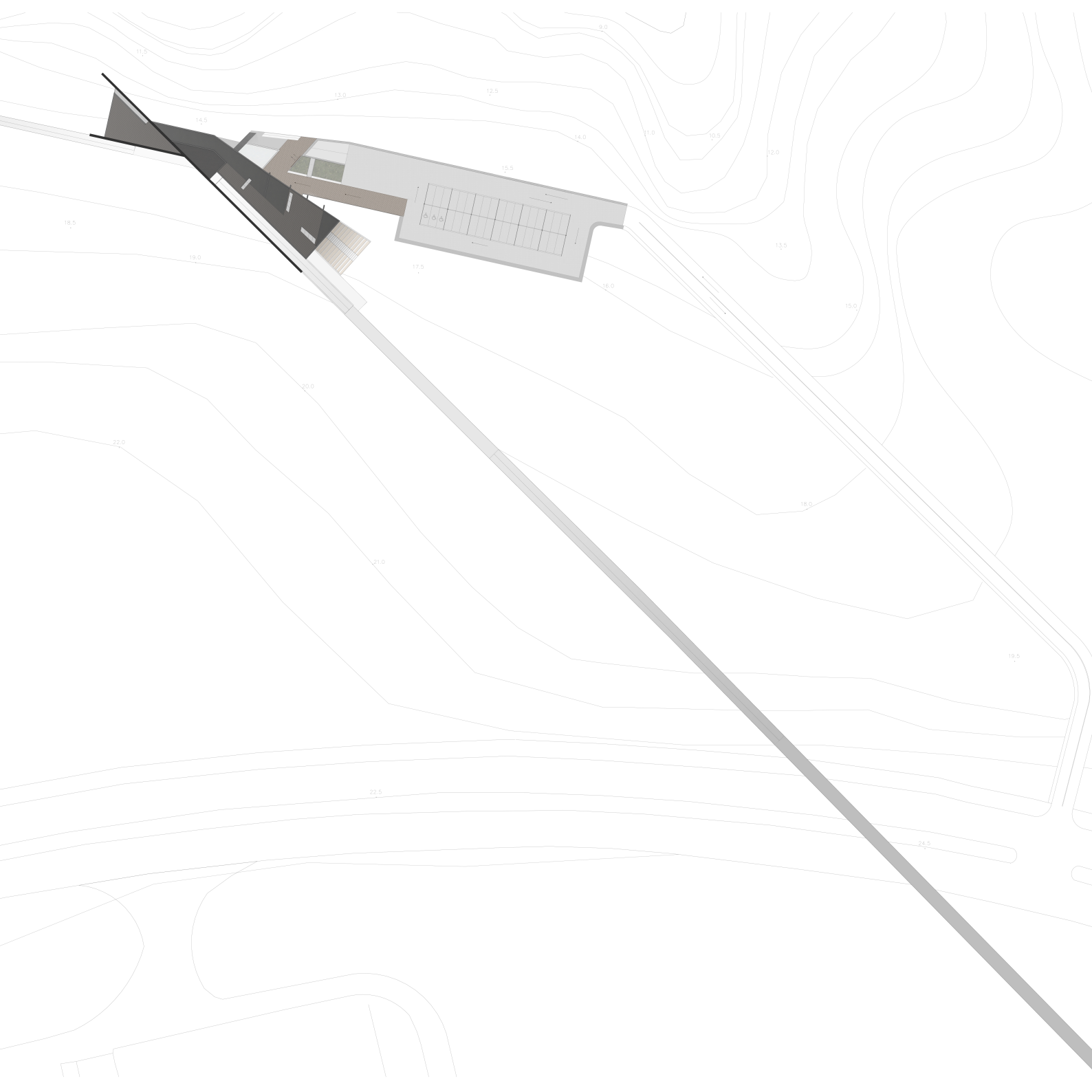


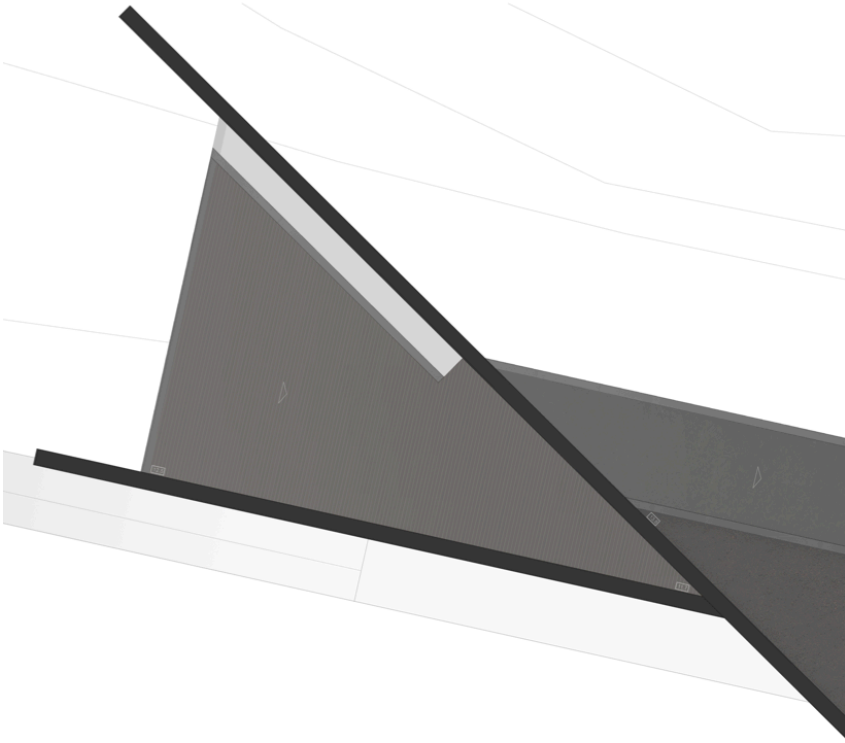

A
B
B
C
C
A

IV – DESENHOS TÉCNICOS



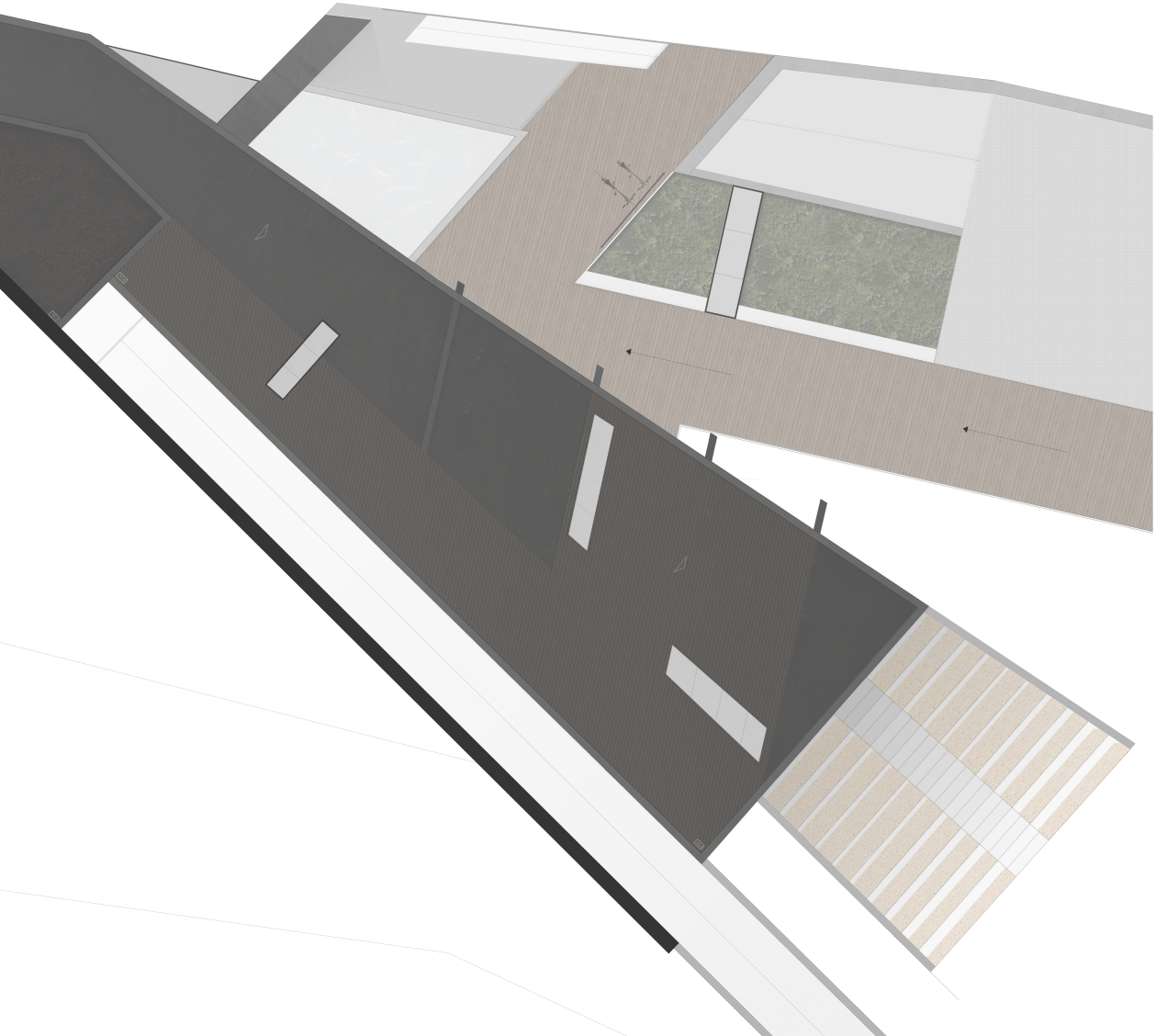
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO

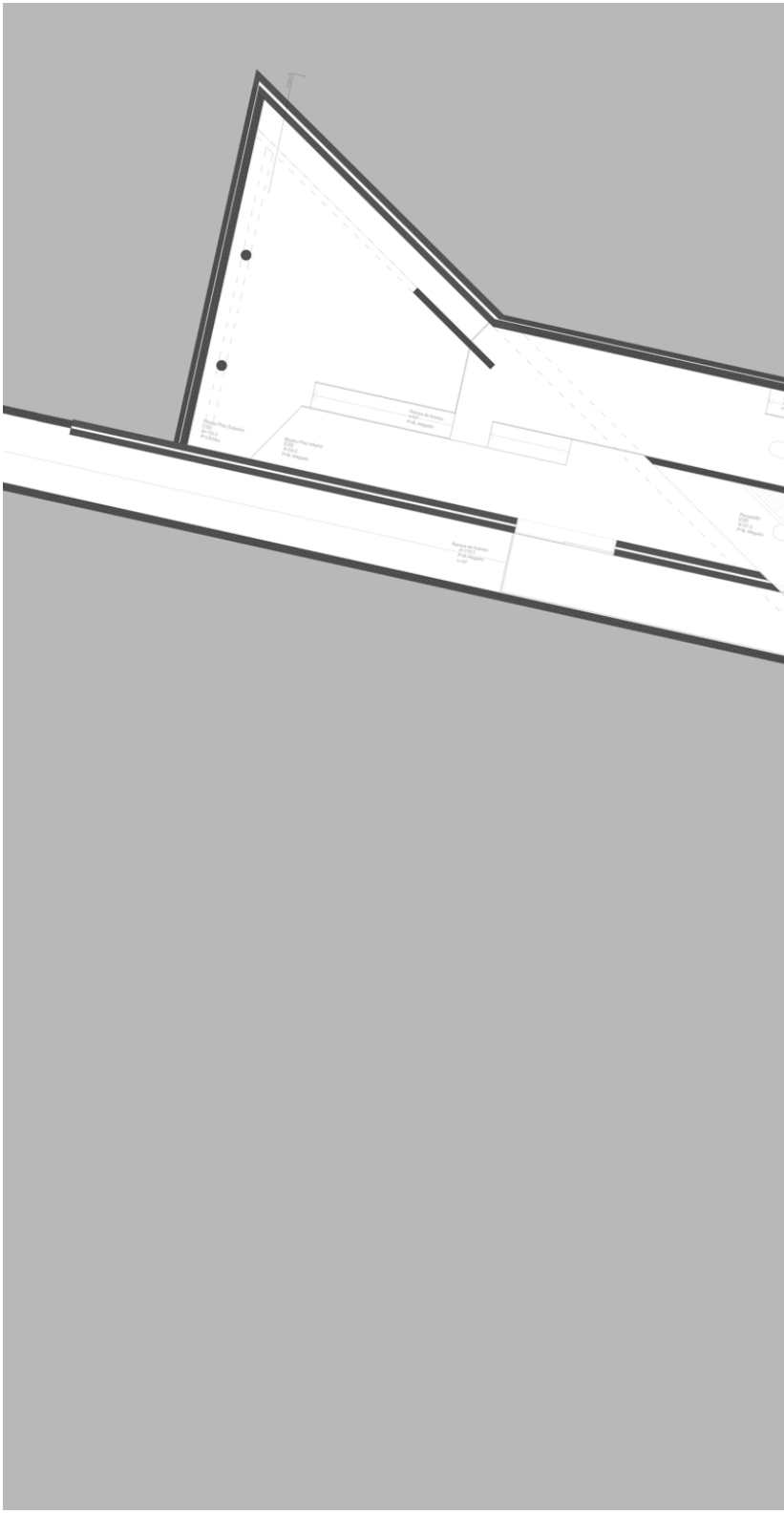




PLANTA DE COBERTURA | 1:100

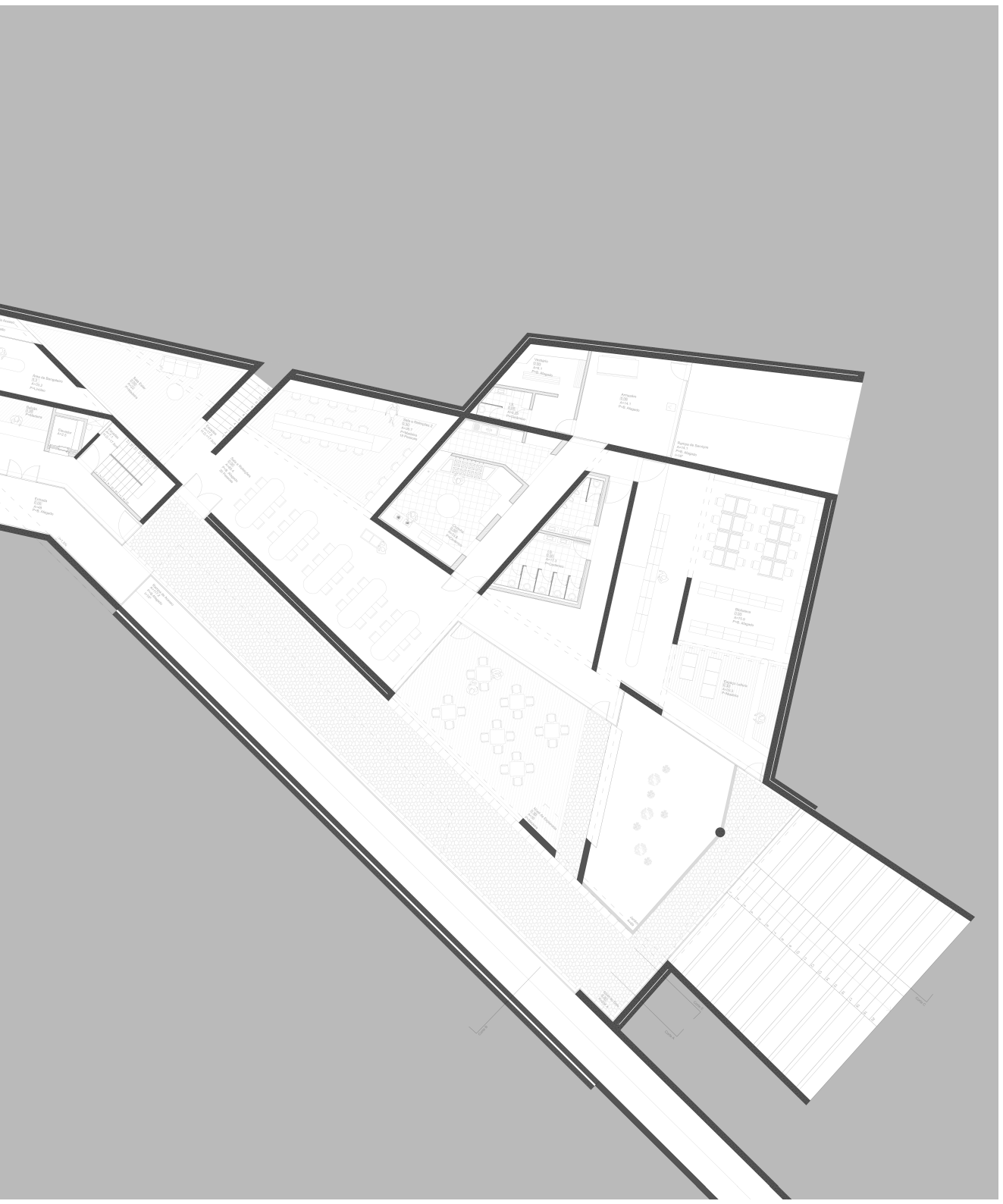
0 5 10

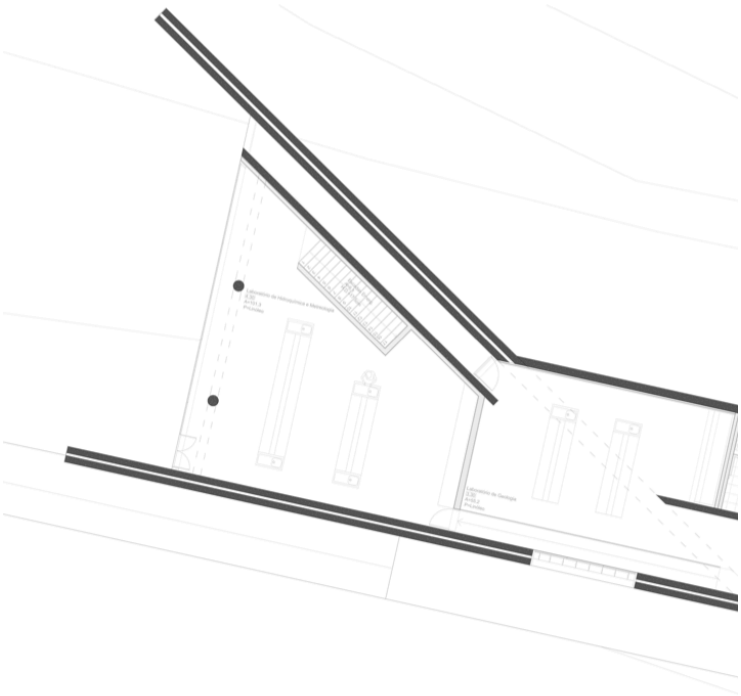




PLANTA DE PISO 0 | 1:100

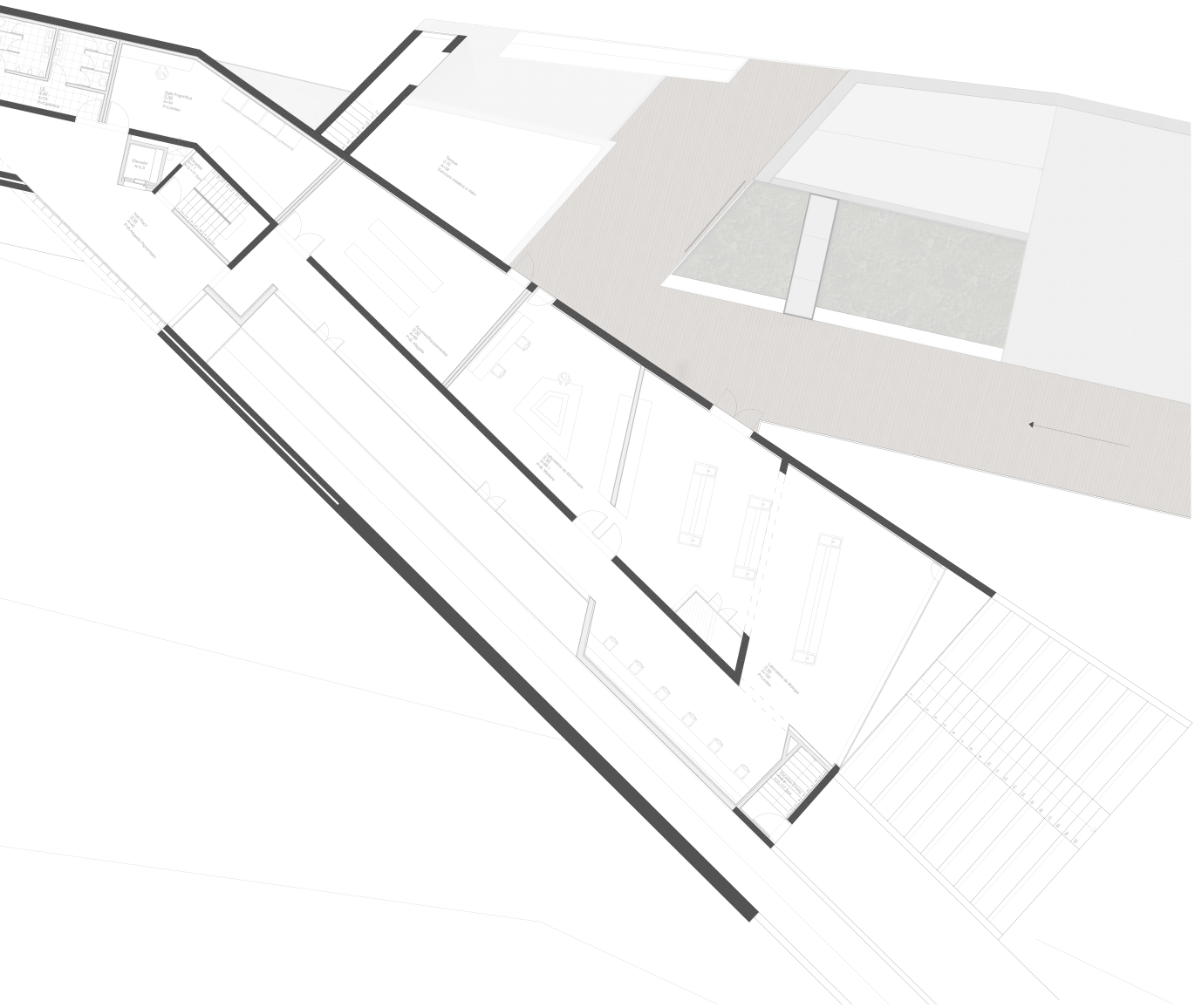
0 5 10

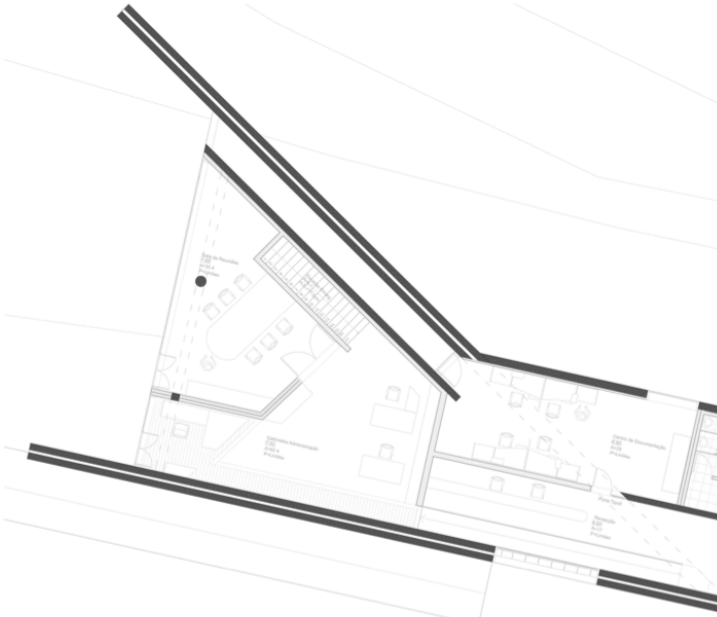




PLANTA DE PISO 1 | 1:100

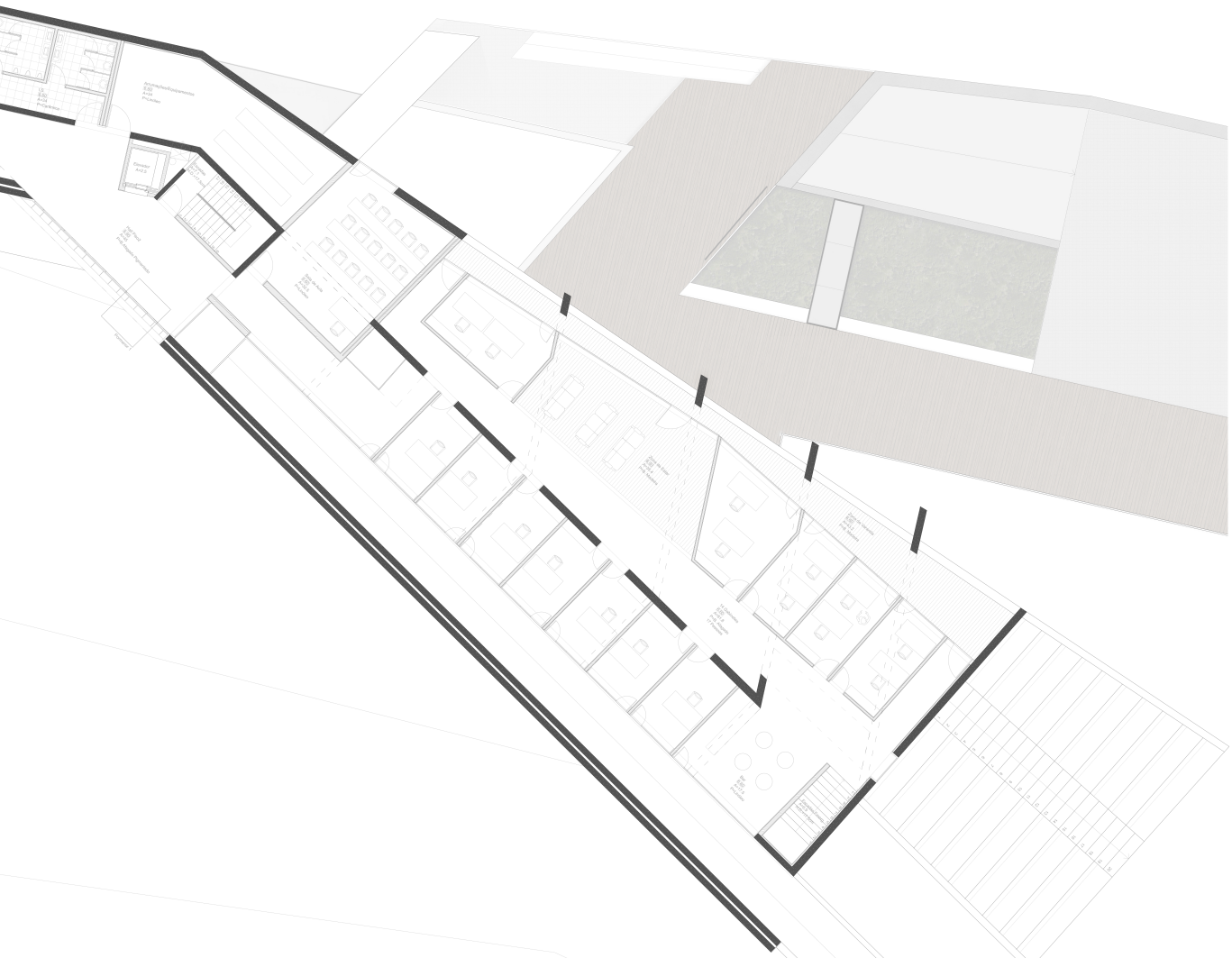
0 5 10

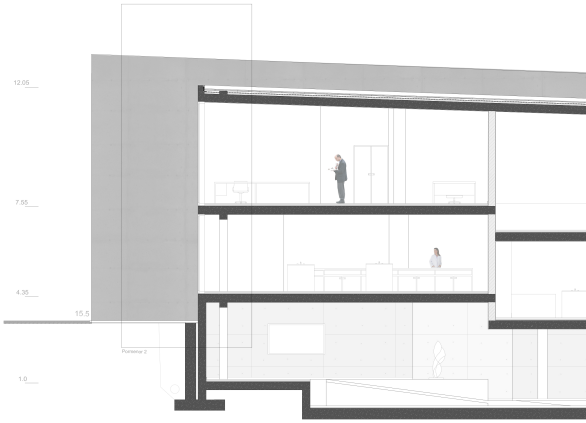




PLANTA DE PISO 2 | 1:100

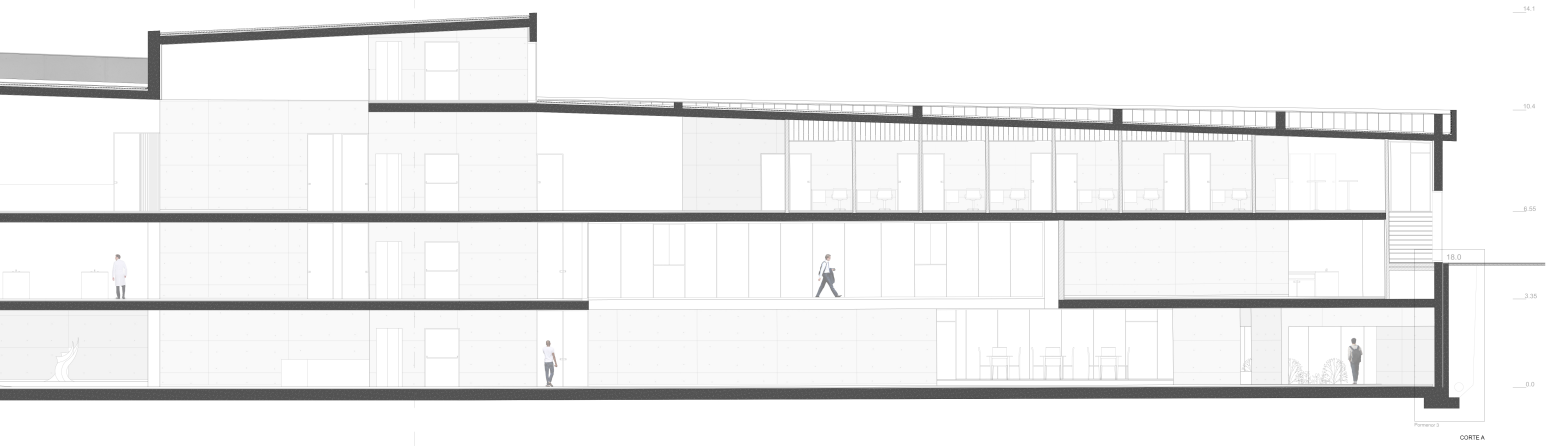
0 5 10



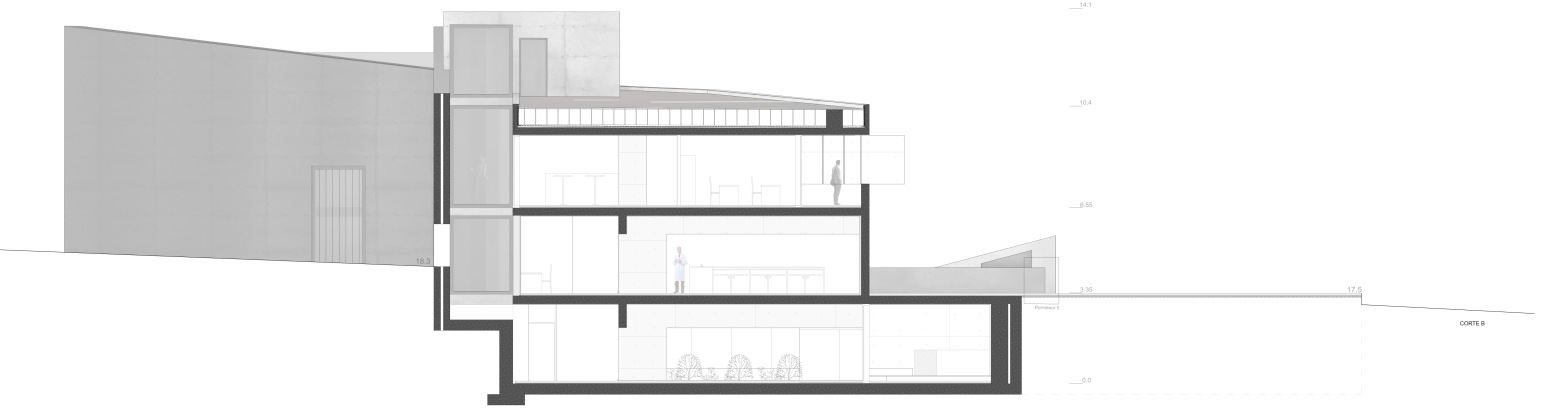


CORTES A e B

0 5 10



CORTE A



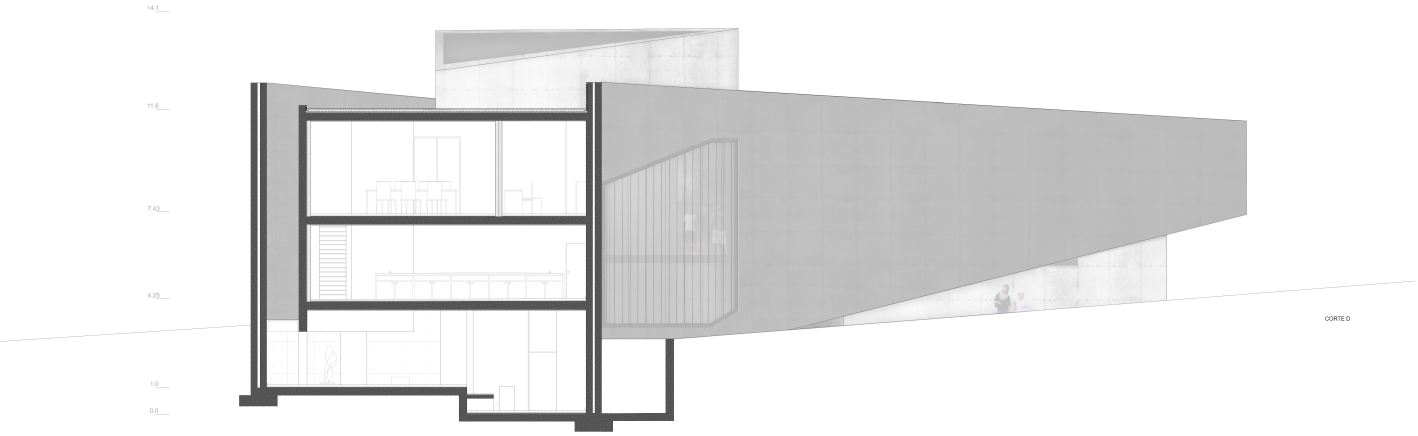
CORTE B

CORTES C, D e E | 1:100

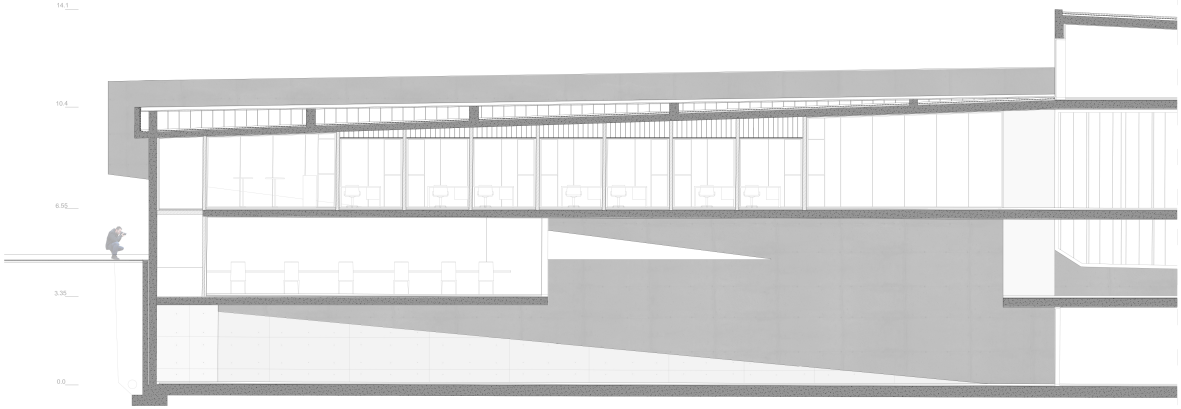




CORTE C

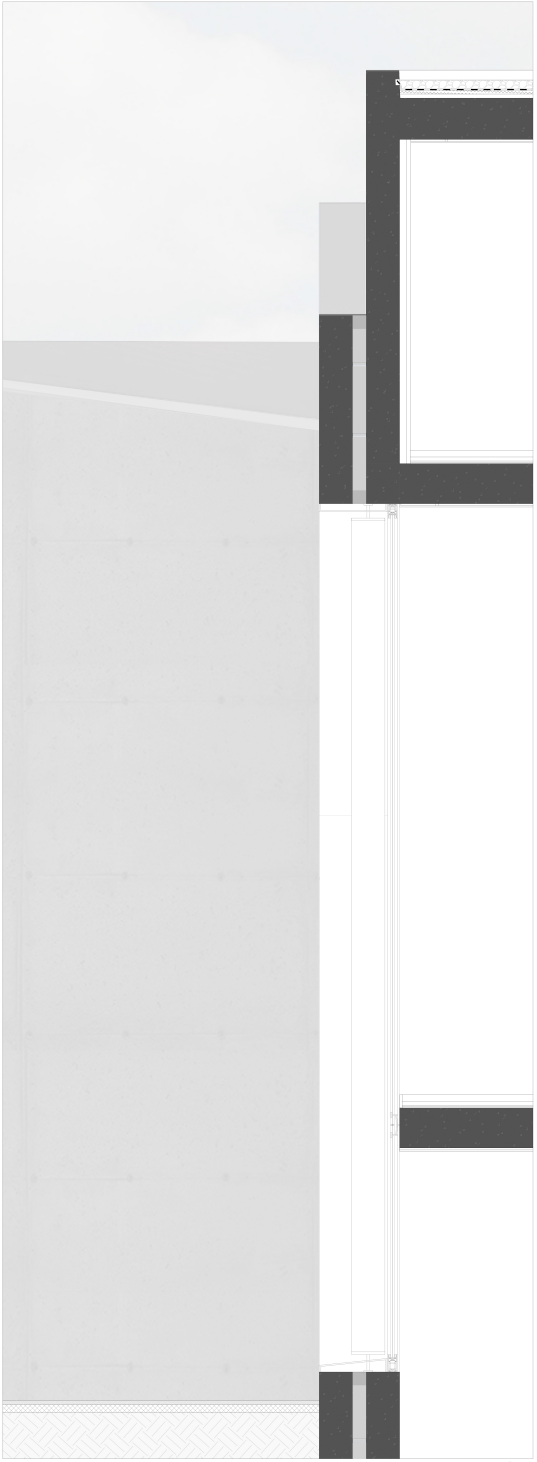


CORTE D



CORTE E

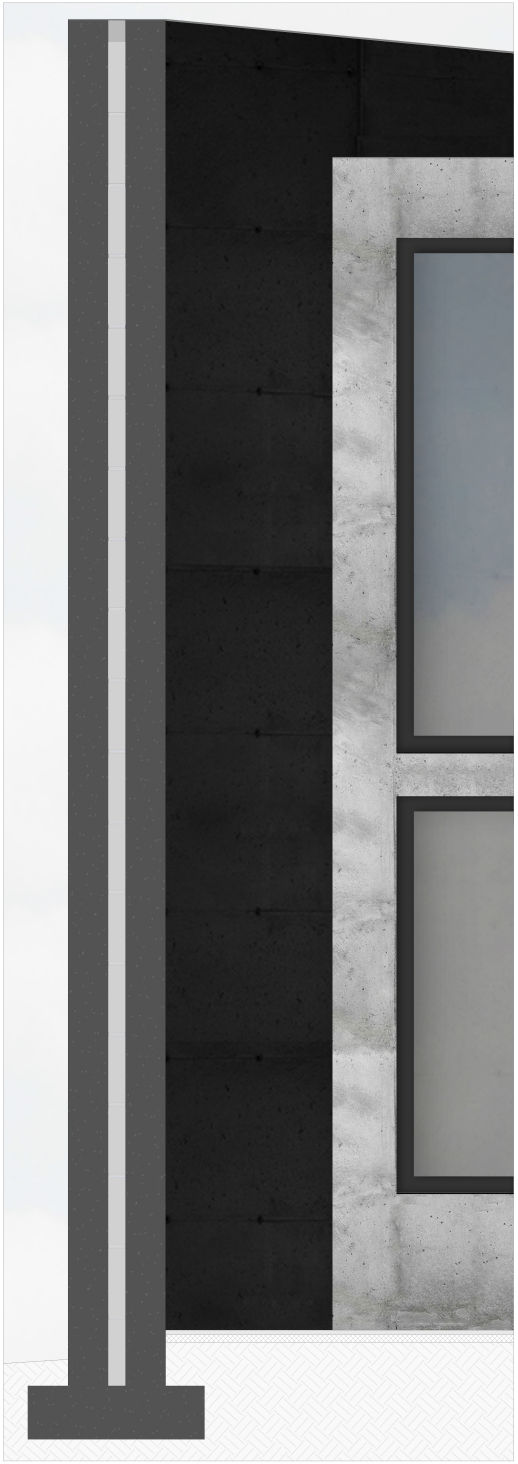


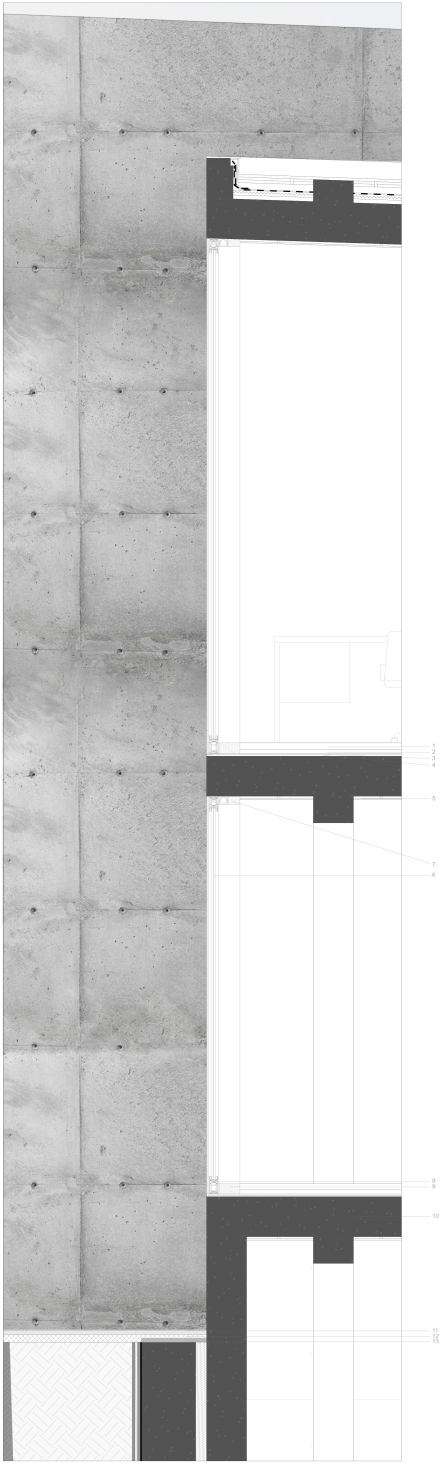


PORMENOR 1

PORMENORES CONSTRUTIVOS | 1:20

0 1 2

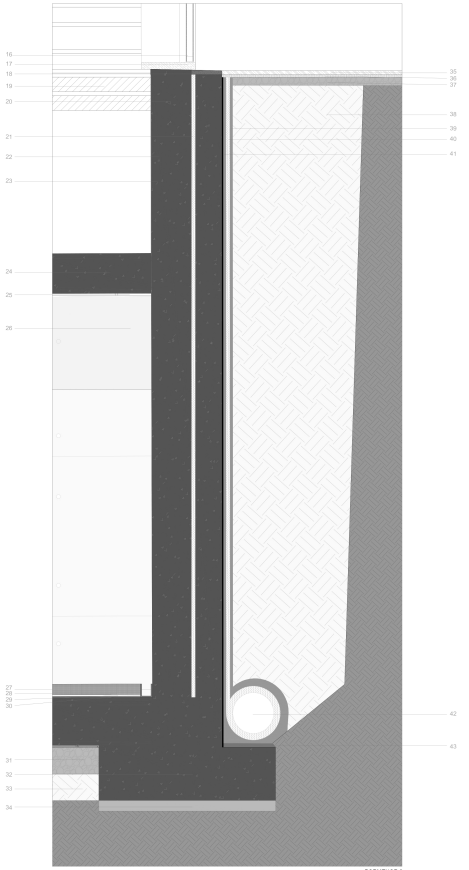




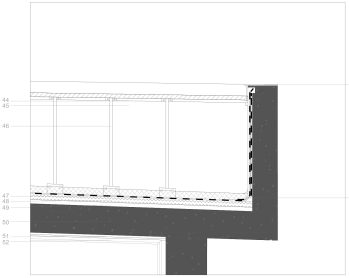
PORMENOR 2

LISTA DE MATERIAIS

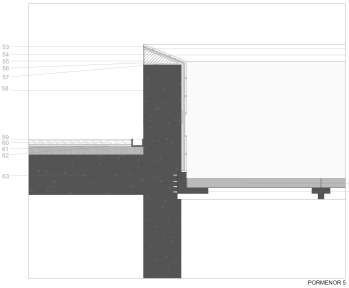
1 - Pavimento em Madeira
2 - Camada e Betão
3 - Argamassa de Assentamento
4 - Betão de Limpeza
5 - Pladur
6 - Vidro Duplo
7 - Ombreira de Madeira
8 - Caixilharia de Alumínio
9 - Soleira de Madeira
10 - Laje
11 - Grama
12 - Subtracto
13 - Betão de Limpeza
14 - Sistema de Fachada Contínua
15 - Ripa de Estore Vertical Fixo
16 - Porta Corta Fogo de Alumínio
17 - Soleira em Madeira (6mm)
18 - Betão de Limpeza
19 - Alvenaria de Tijolo
20 - Parede Estrutural de Betão
21 - Caixa de Ar com Isolamento Térmico
22 - Ferro Armado (ø10mm)
23 - Ferro Armado (ø8mm)
24 - Laje de Betão
25 - Pladur
26 - Estereotomia da Cofragem
27 - Calha de Escoamento
28 - Pavimento em Pedra
29 - Argamassa de Assentamento
30 - Betão de Limpeza
31 - Betão de Nivelamento
32 - Fundação Sapata
33 - Betonilha de Regularização
34 - Betão de Limpeza
35 - Pavimento em Betão
36 - Argamassa de Assentamento
37 - Betão de Nivelamento
38 - Betonilha e Regularização
39 - Camada Drenante
40 - Isolamento Térmico
41 - Geotextil
42 - Dreno
43 - Betão de Limpeza
44 - Pavimento em Madeira
45 - Estrutura em Metal
46 - Vareta Metálica
47 - Geotextil e Impermeabilização
48 - Roofmate SL
49 - Betonilha de Regularização
50 - Laje de Cobertura
51 - Lintel de Madeira
52 - Caixilharia de Alumínio
53 - Platibanda
54 - Calha de Escoamento
55 - Azulejo fixo com cola resistente à Água
56 - Impermeabilização com Vandex Super
57 - Argamassa de Assentamento
58 - Muro de Betão
59 - Calha de Escoamento
60 - Pavimento em Pedra
61 - Argamassa de Assentamento
62 - Betão de Limpeza
63 - Laje de Cobertura
64 - Vídeo Laminado (7cm)
65 - Suporte em Aço
66 - Perfil Metálico
67 - Varão Galvanizado
68 - Estrutura Metálica
69 - Placas de Gesso Laminado
70 - Reboco
71 - Alvenaria de Tijolo



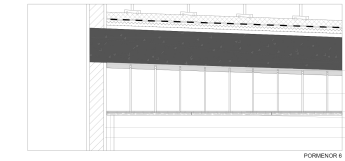
PORMENOR 3



PORMENOR 4



PORMENOR 5

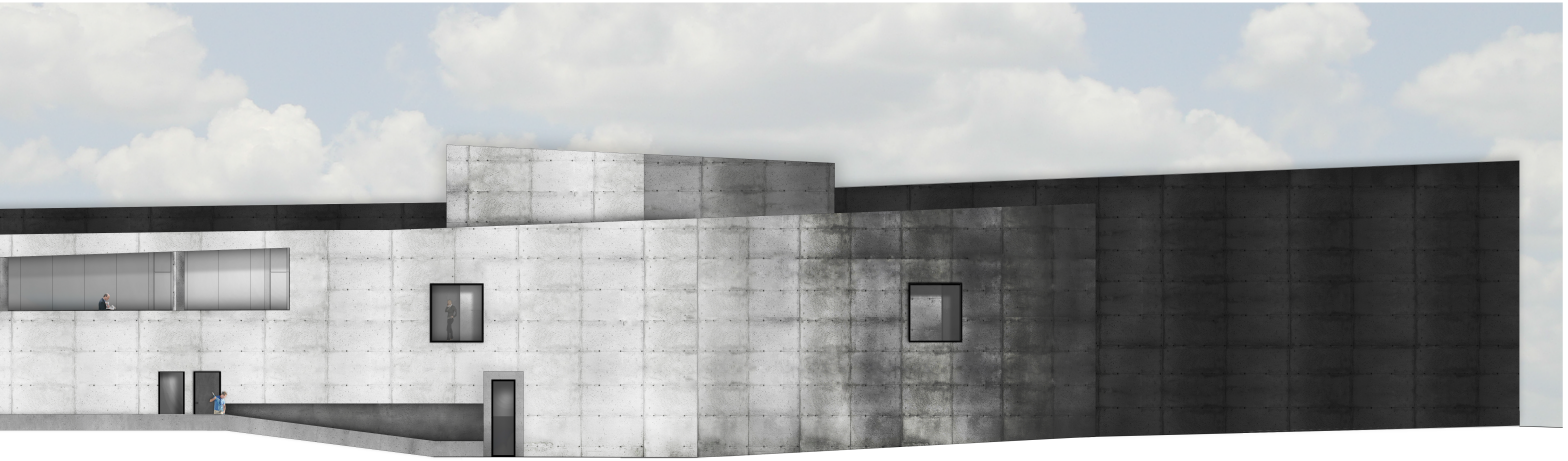


PORMENOR 6

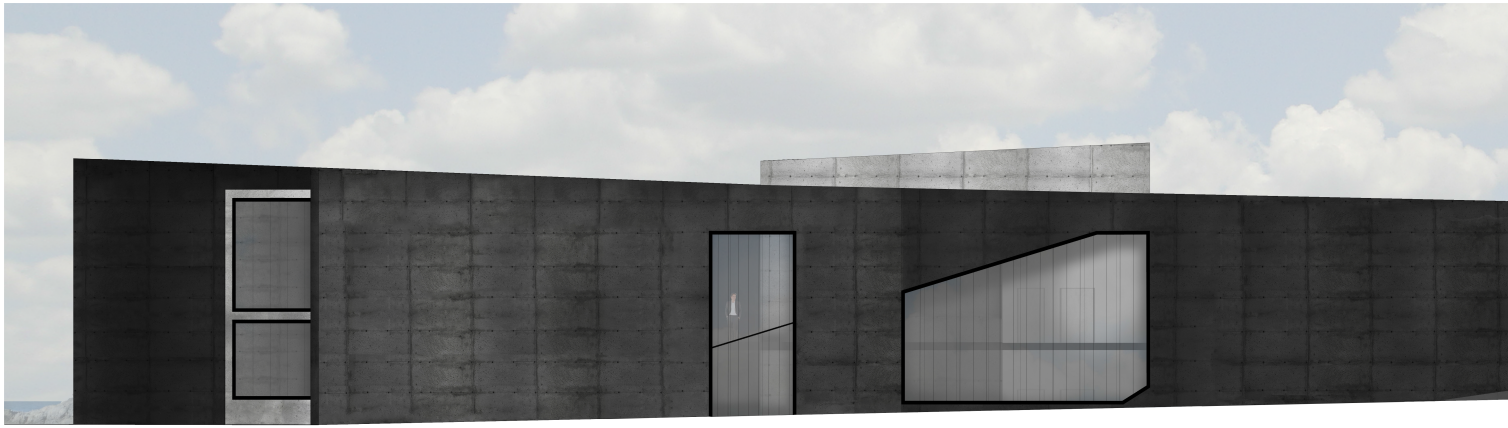


ALÇADOS NORTE E ESTE | 1:100

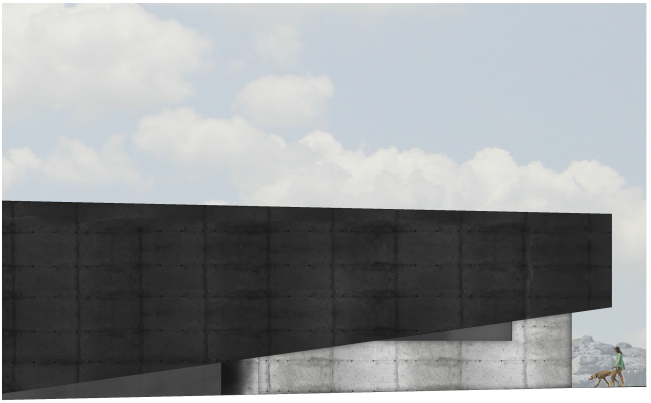








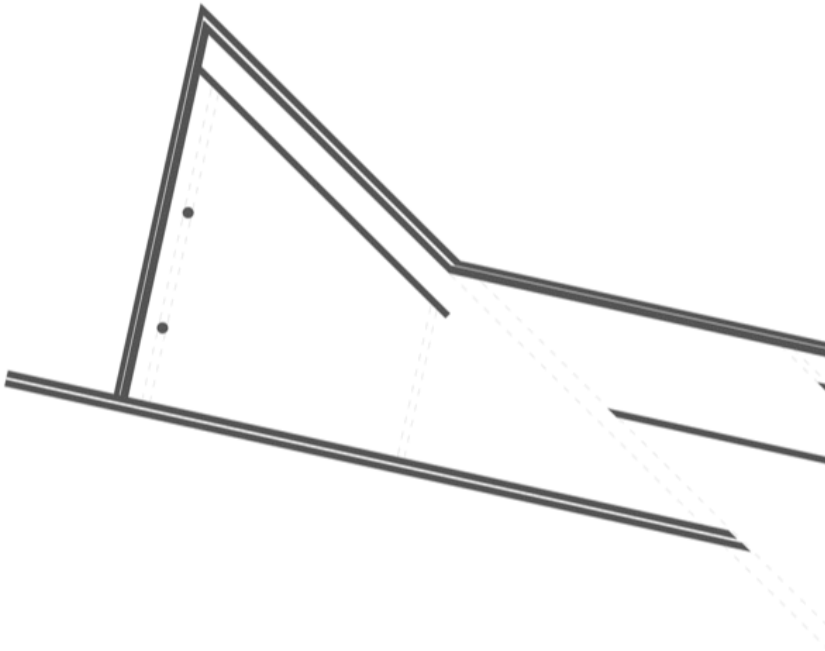






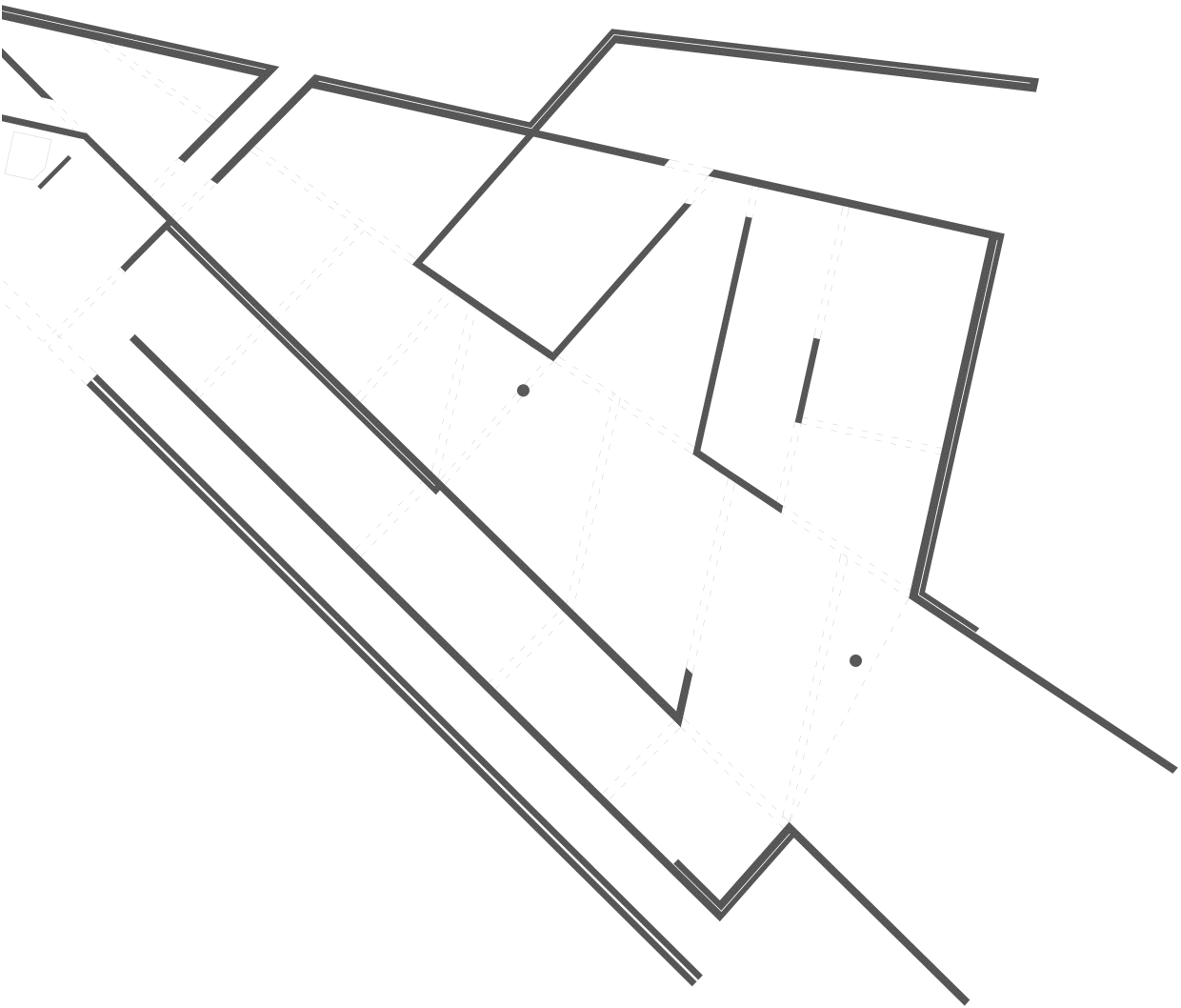
ALÇADOS SUL E OESTE | 1:100

0 5 10



SOBREPOSIÇÃO DE ESTRUTURA | 1:100

0 5 10



V – REPRESENTAÇÃO 3D









