



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Artes Aplicadas



Faculdade de Belas-Artes
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Procedimentos no Desenvolvimento de Materiais



Mestrado Design de Interiores

César Pedro Ferrás Moreira

Orientadores

Professor José Simão

Professor Nelson Antunes

Março 2014



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Artes Aplicadas



Faculdade de Belas-Artes
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Procedimentos no Desenvolvimento de Materiais

César Pedro Ferrás Moreira

Orientadores

Professor José Simão

Professor Nelson Antunes

Trabalho de Projeto apresentado à Escola Superior de Artes Aplicadas do Instituto Politécnico de Castelo Branco e à Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Design de Interiores, realizada sob a orientação científica do Professor José Simão e Professor Nelson Antunes, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Março 2014

Composição do júri

Presidente do júri

Professor Doutor Raul Cunha

Professor Associado da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa

Vogais

Professor Pedro Paulo Eugénio de Oliveira

Professor Adjunto Convidado da Universidade Europeia - Instituto Superior de Educação

Professor José Simão Gomes (Orientador)

Professor Adjunto da Escola Superior de Artes Aplicadas – IPCB

Ao leitor.

Agradecimentos

A concretização do projeto *Procedimentos no Desenvolvimento de Materiais* e a respetiva dissertação de relatório para obtenção do grau de mestre, não seria possível sem a contribuição e apoio de várias pessoas, às quais gostaria de mostrar o meu profundo agradecimento e reconhecimento.

Ao Professor José Simão, que durante todo o percurso académico contribuiu para o meu desenvolvimento profissional e pessoal, por todo o apoio prestado, pela preocupação com o meu bem-estar, pelo auxílio, simpatia, disponibilidade, pelo apoio, imparcialidade e bom senso demonstrados na gestão de situações que para mim se revelaram hostis ao longo do percurso, pelos conselhos e orientação no estudo, pelo profissionalismo e sensibilidade e por ter feito muito mais que ensinar.

Ao Professor Nelson Antunes, que sempre me tem apoiado, por ajudar a tornar possível este projeto, pelos seus conselhos, por acreditar, por todas as diligências e esforços que desenvolveu para que eu pudesse atingir os objectivos do projeto e pela generosidade que sempre demonstrou.

À Engenheira Odete Domingues, pela disponibilidade demonstrada, pelo importante contributo na validação do projeto e pela confiança depositada.

Ao Senhor António Varanda, pelo apoio disponibilizado nomeadamente no processo produtivo dos painéis acústicos.

À minha família, pelo apoio incondicional que me dão em todos os momentos da minha vida.

Por último mas não menos importante, agradeço profundamente à pessoa que me despertou e me devolveu a alegria de criar. Partilho este triunfo, assim como a minha vida, com Cátia Vieira.

“ O meu propósito não é ensinar aqui o método que cada qual deve seguir para bem conduzir a sua razão, mas somente mostrar de que modo me esforcei para conseguir a minha”.

René Decartes

Resumo

Dentro do campo dos materiais, desenvolveu-se um conjunto de procedimentos úteis para o profissional da área de design de interiores e equipamento, abordando conhecimentos teórico-práticos de técnicas provenientes de diversas áreas, refletindo sobre o potencial e a influência que estas poderão ter na metodologia criativa em design. Assumindo que o conhecimento técnico é fundamental na atividade do design, o presente trabalho serve de suporte no apoio à execução de novos projetos, aproximando-os a uma realidade produtiva.

Na sequência do trabalho, desenvolveram-se painéis com características comportamentais de teor acústico a incorporar em espaços interiores. Tendo em conta que o conforto acústico é indispensável para o bem-estar do ser humano, pretende-se com estes painéis corrigir ambientes extremamente ruidosos, transformando-os em ambientes confortáveis, de forma, a promover a interação do utilizador com o espaço.

Palavras chave

Design, Metodologia Criativa, Materiais, Conforto Acústico, Reverberação.

Abstract

Within the field of materials, have been developed a set of procedures useful for the professional of interior and equipment designer, addressing theoretical and practical knowledge of techniques from different areas, and reflecting on the potential and the influence that these may have on the creative methodology design. Assuming that technical knowledge is crucial in the design activity, this study serves to support the implementation of new projects, bringing them to a productive reality.

Following the work evolved panels with behavioral characteristics of acoustic content to incorporate on interior spaces. Given that the acoustic comfort is essential to the well-being of humans, it is intended with these panels correct extremely noisy environments, transforming them into comfortable environments in order to promote user interaction with the space.

Keywords

Design, Creative Methodology, Materials, Acoustic Comfort, Reverberation.

Índice geral

Resumo	XI
Abstract	XIII
1 Introdução	1
1.1 Objectivos da investigação	2
2 Metodologia e organização estrutural	3
3 Enquadramento das áreas de estudo	7
3.1 Pensamento criativo e conhecimento técnico	7
3.2 Modulação do espaço	8
4 Concepção de modelos: Processo criativo e processo construtivo	11
4.1 Criação de volumes em MDF com recurso a meios mecânicos	11
4.2 Criação de volumes com recurso a materiais, formas e texturas existentes.....	14
4.2.1 Composição com manipulação de elementos autocolante	14
4.2.2 Composição com manipulação de superfícies texturadas: tecidos.....	19
4.2.3 Composição com manipulação de volumes: cordão.....	21
4.2.4 Composição com captura de texturas e volumes.....	25
4.3 Criação de volumes com recurso a técnicas tradicionais de formação em gesso	29
4.3.1 Construção de cérceas para translação e rotação	31
4.3.2 Peças formadas por translação e rotação	36
4.3.3 Composições através do volume obtido pela cércea por translação	43
4.4 Criação de volumes com aglomerados de cortiça	49
5 Materiais e instrumentos de apoio à produção de protótipos	55
5.1 O gesso	55
5.1.1 Preparação da pasta	57
5.2 Borracha de silicone	58
5.2.1 Preparação da pasta.....	59
5.3 Desmoldantes	61
5.4 A cofragem	63
6 Desenvolvimento de protótipos e processo de reprodução	65

6.1 Composições em MDF.....	65
6.2 Composições com elementos autocolante	69
6.3 Composição através de elementos têxteis – Tecido.....	71
6.4 Composição através de elementos têxteis – Cordão.....	73
6.5 Composição com folha natural.....	79
6.6 Composições com origem no processo das cérceas.....	81
6.6.1 Produção de moldes em borracha de silicone	81
6.6.2 Produção das peças em gesso.....	85
6.6.3 Criação do negativo do volume obtido pela cércea por rotação.....	89
7 Aplicação dos produtos desenvolvidos em espaços interiores	95
8 Desenvolvimento de painéis acústicos	111
8.1 Enquadramento do problema e motivação	111
8.2 Escolha do material.....	112
8.2.1 A cortiça – A origem e suas características	112
8.2.2 O aglomerado de cortiça	115
8.3 Painel Acústico 1	118
8.3.1 Exploração conceptual.....	118
8.3.2 Desenhos técnicos.....	127
8.3.3 Protótipo	131
8.3.4 Visualizações 3D de implementação dos produtos no espaço	133
8.3.5 Gestão do material.....	141
8.3.6 Ensaio acústico.....	143
8.4 Painel Acústico 2	147
8.4.1 Desenhos técnicos.....	148
8.4.2 Aplicação dos painéis	149
8.4.3 Protótipo	151
8.4.4 Visualizações 3D de implementação dos produtos no espaço	153
9 Conclusões	157
Bibliografia	161

Índice de esquemas

Esquema 1 – Diagrama de Venn. Relação entre conceito e protótipo.	2
Esquema 2 – Diagrama. Relação das áreas de estudo.....	3
Esquema 3 – Diagrama metodológico das fases de desenvolvimento do projeto.....	4
Esquema 4 – Processo criativo de elementos autocolante.	15
Esquema 5 – Processo criativo de elementos em tecido de linho.	19
Esquema 6 – Processo criativo de elementos em corda de nylon.	22
Esquema 7 – Processo criativo de elementos em folha natural.	26
Esquema 8 – Metodologia aplicada na concepção de volumes através de cérceas.....	30
Esquema 9 – Processo criativo de elementos em cortiça.....	50
Esquema 10 – Processo produtivo de elementos em MDF.....	65
Esquema 11 – Processo produtivo de elementos autocolante.	69
Esquema 12 – Processo produtivo de elementos em tecido de linho.....	71
Esquema 13 – Processo produtivo de elementos em corda de nylon.....	73
Esquema 14 – Processo produtivo de elementos em folha de natural.....	79
Esquema 15 – Gráfico. Diferenças de absorção sonora entre três composições em aglomerado de cortiça composto.	145
Esquema 16 – Gráfico. Diferenças de absorção sonora entre aglomerados negros e aglomerados compostos de cortiça.	146
Esquema 17 – Influência da aplicação dos materiais na forma de absorção de energia sonora.....	147

Índice de imagens

Imagem 1 – Pormenor dos tectos e paredes da aula magna e do salão do reitor da reitoria da Universidade de Lisboa, projetado por Daciano da Costa.....	9
Imagem 2 – Modelos em MDF.....	14
Imagem 3 – Modelos em elementos autocolante. Vista Frontal.....	15
Imagem 4 – Colagem da fita-cola na base em MDF.....	17
Imagem 5 – Preenchimento de espaços vazios com plasticina.....	18
Imagem 6 – Modelos finais em elementos autocolante.	18
Imagem 7 – Colagem do tecido à base em MDF.....	20
Imagem 8 – Modelo final em tecido.....	20
Imagem 9 – Modelo em tecido.	21
Imagem 10 – Modelos A e B.....	22
Imagem 11 – Montagem da corda de nylon.....	24
Imagem 12 – Modelo em corda de nylon.	25
Imagem 13 – Textura a extrair. Folha de figueira.....	26
Imagem 14 – Colagem da folha à base em MDF.....	27
Imagem 15 – Corte do excesso do material.....	28
Imagem 16 – Modelo final em folha natural.....	28
Imagem 17 – Cércea para translação. Vista frontal.....	31
Imagem 18 – Cércea para rotação. Vista frontal.....	33
Imagem 19 – Base para produção de volumes em gesso através da cércea por translação.....	37
Imagem 20 – Produção do volume em gesso através da cércea por translação.....	38
Imagem 21 – Volume em gesso obtido através da cércea por translação.....	39
Imagem 22 – Cércea de rotação assente numa base adequada.....	40
Imagem 23 – Primeiro vazamento de gesso.....	41
Imagem 24 – Processo de rotação da cércea.....	41
Imagem 25 – Volume obtido através da cércea de rotação.....	42
Imagem 26 – Corte da peça em gesso na serra de fita.....	44
Imagem 27 – Montagem das peças.....	45
Imagem 28 – Modelo final da composição A.....	46
Imagem 29 – Forma em papel para auxiliar o corte da peça.....	47
Imagem 30 – Modelo em gesso colada numa base em platex.....	48
Imagem 31 – Modelo final da composição B.....	49

Imagem 32 - Peças em aglomerado composto de cortiça cortadas a laser.....	50
Imagem 33 - Processo de corte a laser	51
Imagem 34 - Processo de colagem das peças com cola de contacto.....	52
Imagem 35 - Peças em aglomerado composto de cortiça constituídas por três camadas.....	53
Imagem 36 - Painel constituído por peças modulares em aglomerado composto de cortiça.....	53
Imagem 37 - Painel constituído por peças modulares em aglomerado composto de cortiça. Pormenor.....	54
Imagem 38 - Gesso em pó.....	55
Imagem 39 - Mistura de gesso com água.....	57
Imagem 40 - Mistura do catalisador com o silicone.	60
Imagem 41 - Borracha de silicone pronta a utilizar.....	61
Imagem 42 - Cofragem para produção de moldes.....	63
Imagem 43 - Pormenor de encaixe da cofragem.....	63
Imagem 44 - Aplicação de vaselina no modelo em MDF.....	65
Imagem 45 - Vazamento de gesso sobre elementos em MDF.....	66
Imagem 46 - Secagem do gesso nos moldes. Desmolde das peças.....	67
Imagem 47 - Vista frontal das peças em gesso.....	67
Imagem 48 - Protótipos em gesso.	67
Imagem 49 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Vista frontal.	68
Imagem 50 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Perspectiva.	68
Imagem 51 - Vazamento de gesso sobre o elemento autocolante.....	69
Imagem 52 - Protótipos em gesso. Vista frontal.....	70
Imagem 53 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Perspectiva.	70
Imagem 54 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Pormenor.	71
Imagem 55 - Desmolde da peça em gesso obtida pelo modelo em tecido de linho. ...	72
Imagem 56 - Vista frontal da peça em gesso.....	72
Imagem 57 - Protótipo em gesso.....	73
Imagem 58 - Processo de produção de molde em borracha de silicone.....	75
Imagem 59 - Produção de moldes em borracha de silicone.....	76
Imagem 60 - Desmolde da corda do molde de borracha de silicone.....	77
Imagem 61 - Molde em silicone e modelo em corda de nylon.	77
Imagem 62 - Vista frontal das peças em gesso.....	78
Imagem 63 - Peça em gesso. Pormenor da reprodução da textura da corda.....	78
Imagem 64 - Vista frontal da peça em gesso.....	79

Imagem 65 – Peça em gesso. Modelo depois da separação dos elementos.....	80
Imagem 66 – Peça em gesso e o elemento natural utilizado para o modelo (folha de figueira).....	80
Imagem 67 – Modelo inserido na cofragem.....	82
Imagem 68 – Vazamento do silicone sobre o modelo em gesso.	83
Imagem 69 – Composição A. Separação do molde em silicone.....	83
Imagem 70 – Composição B. Separação do molde em silicone.....	84
Imagem 71 – Moldes em silicone das composições elaboradas.....	84
Imagem 72 – Vazamento do gesso para o molde em borracha de silicone.	85
Imagem 73 – Desmolde da peça em gesso.....	85
Imagem 74 – Peça em gesso. Vista frontal.....	86
Imagem 75 – Painel composto pelas peças modulares.....	86
Imagem 76 – Painel composto pelas peças modulares. Pormenor.....	87
Imagem 77 – Peça em gesso. Vista frontal.....	87
Imagem 78 – Painel composto pelas peças modulares em gesso com elementos em cortiça.....	88
Imagem 79 – Painel composto pelas peças modulares em gesso com elementos em cortiça. Pormenor.	89
Imagem 80 – Preparação para vazamento de gesso.	91
Imagem 81 – Desmolde da peça em gesso.....	92
Imagem 82 – Peça modular. Vista Frontal.....	93
Imagem 83 – Implementação das peças obtidas através dos modelos em MDF no espaço interior.	95
Imagem 84 – Implementação das peças obtidas através dos modelos em MDF no espaço interior.	97
Imagem 85 – Implementação das peças obtidas através da cércea por translação no espaço interior.	99
Imagem 86 – Implementação das peças obtidas através da cércea por translação no espaço interior.	101
Imagem 87 – Implementação das peças obtidas através da cércea por translação no espaço interior.	103
Imagem 88 – Implementação das peças obtidas através da cércea por translação no espaço interior.	105
Imagem 89 – Implementação das peças obtidas através da cércea por rotação no espaço interior.	107
Imagem 90 – Implementação das peças obtidas através da cércea por rotação no espaço interior.	109
Imagem 91 – Distribuição geográfica do sobreiro.....	113

Imagem 92 - Objetos em cortiça da coleção “Materia” produzida por a empresa Amorim Cork	114
Imagem 93 - Aglomerado negro e aglomerado composto de cortiça.....	116
Imagem 94 - Autoclave para produção de aglomerado negro de cortiça.....	117
Imagem 95 - Vista frontal do protótipo.....	131
Imagem 96 - Vista em perspectiva do protótipo.	131
Imagem 97 - Render. Implementação do painel num espaço de restauração I.....	133
Imagem 98 - Render. Implementação do painel num espaço de restauração II.....	135
Imagem 99 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria I.....	137
Imagem 100 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria II.....	139
Imagem 101 - Identificação dos provetes.....	144
Imagem 102 - Vista frontal do protótipo.....	151
Imagem 103 - Vista em perspectiva do protótipo.	151
Imagem 104 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria I.....	153
Imagem 105 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria II. Pormenor.....	155

Índice de tabelas

Tabela 1 – Desmoldantes utilizados e seus resultados.	62
Tabela 2 – Distribuição mundial das áreas do sobreiro e da produção da cortiça. ..	113
Tabela 3 – Composição química da cortiça.....	115
Tabela 4 – Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça de canto.	141
Tabela 5 – Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça lateral.	142
Tabela 6 – Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça central.	143
Tabela 7 – Resultados do coeficiente de absorção sonora de cada provete.	145

Índice de ilustrações

Ilustração 1 – Estudo para módulo.....	12
Ilustração 2 – Representação do desenho em silhueta na chapa metálica.....	32
Ilustração 3 – Vista frontal e lateral da cércea para translação.	33
Ilustração 4 – Representação do desenho em silhueta na chapa metálica.....	34
Ilustração 5 – Vista frontal e lateral da cércea para rotação.	36
Ilustrações 6, 7 e 8 – Desenhos primários.	118
Ilustrações 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 – Inclusão de espessura nos espaços abertos.....	119
Ilustrações 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32 – Evolução das formas.	120
Ilustrações 33, 34 e 35 – Desenhos experimentais de sobreposição de elementos.	121
Ilustrações 36, 37 e 38 – Representação formal da 1ª camada.....	121
Ilustrações 39, 40 e 41 – Representação formal da 2ª camada.....	121
Ilustrações 42, 43 e 44 – Representação formal da 3ª camada.....	121
Ilustrações 45, 46 e 47 – Representação das camadas sobrepostas.....	122
Ilustração 48 – Desenho exploratório de conjunto I.....	122
Ilustração 49 – Desenho exploratório de conjunto II.....	123
Ilustração 50 – Desenho exploratório de conjunto III.....	123
Ilustração 51 – Desenho exploratório de conjunto IV.....	124
Ilustração 52 – Desenho exploratório de conjunto VI.....	124
Ilustração 53 – Desenho exploratório de conjunto VII.	125
Ilustração 54 – Desenho exploratório de conjunto V.	125
Ilustração 55 – Desenho exploratório de conjunto VIII.....	126
Ilustração 56 – Vista Frontal da peça de canto.....	127
Ilustração 57 – Vista Frontal da peça lateral.....	127
Ilustração 58 – Vista Frontal da peça central.....	127
Ilustração 59 – Vista Frontal das peças sobrepostas por camadas.	128
Ilustração 60 – Axonometria explodida das diferentes peças.....	128
Ilustração 61 – Axonometria das diferentes peças.....	128
Ilustração 62 – Vista Frontal de conjunto das peças da 1ª camada.....	129
Ilustração 63 – Vista Frontal de conjunto das peças da 2ª camada.....	129
Ilustração 64 – Vista Frontal de conjunto das peças da 3ª camada.....	130

Ilustração 65 – Vista Frontal de conjunto das peças com as três camadas.....	130
Ilustração 66 – Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça de canto.	141
Ilustração 67 – Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça lateral.	142
Ilustração 68 – Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça central.	142
Ilustração 69 – Localização do corte nas respectivas camadas para os provetes.....	144
Ilustração 70 – Esboço da ideia.....	148
Ilustração 71 – Vista Frontal e lateral esquerda da peça modular planificada e modelada.	148
Ilustração 72 – Vista Frontal e lateral esquerda das peças em conjunto.....	149
Ilustração 73 – Método de aplicação das peças.	150

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

CPD – Centro Português de Design

MDF – Medium Density Fiberboard

RTV – Room Temperature Vulcanizing

WD-40 – Water Displacement 40th attempt

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

RRAE - Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

NP – Normas Portuguesas

EN – Normas Europeias

ISO – Organização Internacional de Normalização

Hz – Hertz (medida de frequência sonora)

α – Coeficiente de Absorção Sonora

1 | Introdução

A escolha da temática *Procedimentos no Desenvolvimento de Materiais*, surgiu do interesse de explorar de uma forma desigual e sobretudo intrínseca, o processo¹ criativo de um determinado produto. A investigação pretende abordar conhecimentos teórico-práticos de técnicas provenientes de diversas áreas, e refletir sobre a influência que estes poderão ter na metodologia criativa em design de interiores e equipamento.

As motivações que conduziram à abordagem deste tema relacionam-se com a experiência académica e profissional do investigador, pela ligação que tem com a materialização de ideias para equipamentos, e, pelo reconhecimento da importância que os materiais aplicados têm nos projetos de interiores.

O projeto tem como base investigar técnicas de produção de materiais e equipamentos no campo do revestimento de espaços interiores. Assumindo que o conhecimento técnico é fundamental na atividade do design, o presente trabalho serve de suporte, como uma ferramenta útil no apoio à execução de novos projetos, aproximando-os a uma realidade produtiva.

Porém, essa realidade nem sempre está próxima de ser exequível, muito devido à falta de conhecimento técnico por parte do designer. Esta limitação prejudica substancialmente o processo criativo, pois a falta de informação técnica cria barreiras à produção, obstando por vezes a própria materialização do produto.

Tendo em conta esta problemática, foram desenvolvidos procedimentos na criação de elementos tridimensionais a incorporar em espaços interiores, podendo serem consultados por outros designers interessados em adotar estes processos nos seus percursos criativos.

Posteriormente, no âmbito do conforto acústico, foram desenvolvidos painéis com características comportamentais de absorção sonora, no intuito de corrigir níveis sonoros desadequados ao espaço, contribuindo para um ambiente mais saudável. Hoje em dia, a esmagadora maioria dos espaços públicos ainda não têm uma solução acústica adequada, excepto os edifícios destinados para produção musical, como são os caso dos auditórios e estúdios de produtoras do espetáculo.

É nessa base, que surge a necessidade de criar soluções de mais-valia para um melhor equilíbrio do meio-ambiente, através da exploração das técnicas e propriedades dos materiais, estabelecendo benefícios ao utilizador pela sua interação com o espaço.

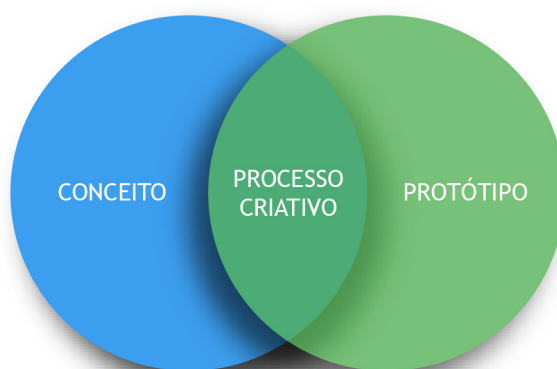
Os aspectos que impulsionaram a concepção deste projeto dividem-se pela possibilidade de fomentar o alargamento de conhecimento dos designers, através do

¹ Em sentido lato, é o conjunto de operações que são utilizadas para controlar um material ou para lhe conferir as qualidades apropriadas, conservando um equilíbrio pré-estabelecido entre os custos que podem suportar-se e os níveis de desempenho aceitáveis.

desenvolvimento de procedimentos criativos, e a possibilidade de melhorar o conforto ambiental de um espaço interior, através do concepção de painéis de absorção sonora, sendo que a primeiro aspecto é do ponto de vista de quem produz, e o segundo, do ponto de vista de quem utiliza.

1.1 Objectivos da investigação

- Desenvolver um conjunto de procedimentos a serem utilizados no processo criativo pelo designer de interiores e equipamento;



Esquema 1 - Diagrama de Venn. Relação entre conceito e protótipo.

- Aliar conhecimentos teóricos e práticos aos procedimentos de concepção de um projeto;
- Recuperar técnicas provenientes de áreas afins e aplica-las no processo criativo em design;
- Explorar metodologias adequadas ao desenvolvimento de materiais;
- Explorar processos para proporcionar bom conforto ambiental no espaço interior;
- Corrigir patologias acústicas existentes num espaço interior;
- Estabelecer pontos de ligação entre a estética e as necessidades de carácter ambiental que um espaço deve compreender;
- Desenvolver painéis com características comportamentais de teor térmico-acústico e outros elementos tridimensionais a incorporar em espaços interiores.

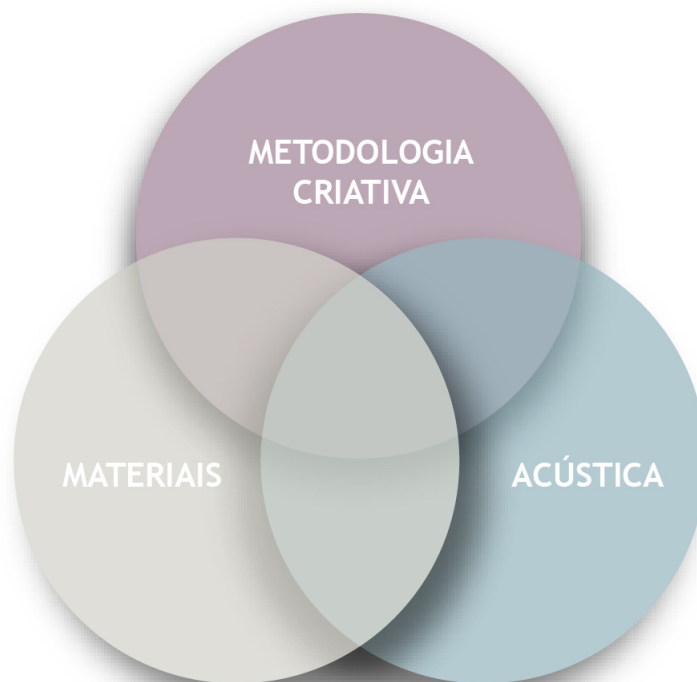
2 | Metodologia e organização estrutural

O projeto de investigação desenvolveu-se em termos metodológicos segundo dois vectores:

- o primeiro, visa estudar e desenvolver procedimentos a serem utilizados pelos designers, no processo criativo de elementos tridimensionais a incorporar nos espaços interiores.

- o segundo, de componente aplicada ao desenvolvimento de painéis com características comportamentais de absorção sonora.

A metodologia deste projeto baseia-se na investigação teórica e experimentação prática simultânea, tendo em conta as particularidades da temática abordada. O design surge como pilar que sustenta toda a estrutura metodológica. Funciona como elemento fulcral no processo metodológico aplicado ao projeto, agregando as restantes áreas de estudo: a metodologia criativa, os materiais e a acústica.



Esquema 2 - Diagrama. Relação das áreas de estudo.

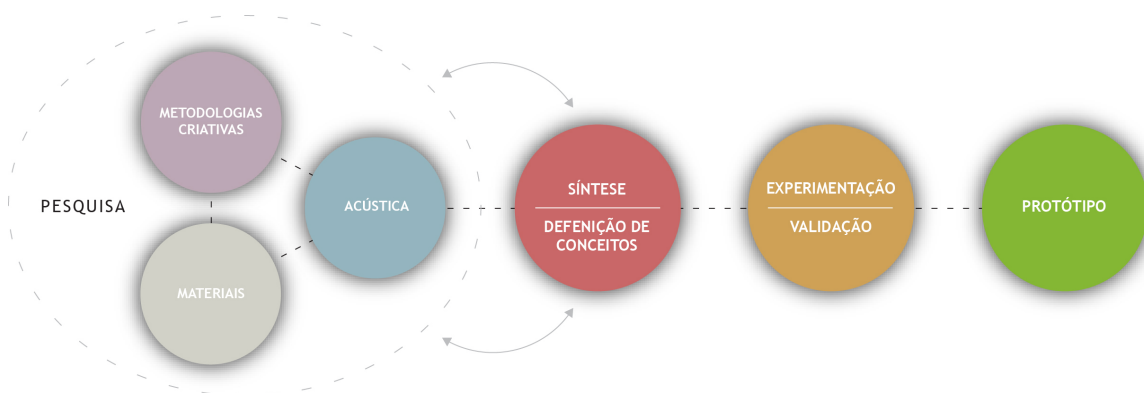
A metodologia aplicada resultou da pesquisa teórica e do trabalho prático realizado no campo das áreas abordadas.

Inicialmente procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica aprofundada de todas as problemáticas inerentes ao projeto. Em seguida, foi selecionada a informação de relevo de modo a organizar os conteúdos relevantes a investigar, sendo estes os alicerces que sustentaram o projeto. Tendo em conta as áreas de estudo, a metodologia criativa, os materiais e a acústica, definiram-se os requisitos necessários e efetuou-se a análise e a síntese dos conteúdos recolhidos no intuito de encontrar linhas condutoras para um bom desenvolvimento do projeto.

Posteriormente, num estudo de teor prático, mediante a pesquisa elaborada na fase anterior, foi explorada a versatilidade e as diferentes técnicas de transformação dos materiais, onde se desenvolveu experimentações tecnológicas na concepção de elementos volumétricos a incorporar no espaço interior, como também no desenvolvimento de elementos de absorção sonora, onde resultaram os primeiros modelos.

De seguida, em função das conclusões obtidas na fase anterior, definiram-se as escalas e o processo produtivo a adoptar, e produziram-se os protótipos.

Relativamente aos elementos acústicos, foram desenvolvidas amostras para a elaboração de ensaios acústicos com o objectivo de determinar o coeficiente de absorção sonora, e dessa forma averiguar se os resultados são satisfatórios. Continuamente, já numa fase de consolidação, foram desenvolvidos os desenhos técnicos finais e visualizações 3D das peças implementadas em diferentes espaços, de modo a obter uma noção de conjunto e conjugação dos elementos no espaço. Após a validação dos produtos, realizaram-se as considerações finais, encaminhando as peças para a produção.



Esquema 3 - Diagrama metodológico das fases de desenvolvimento do projeto.

A nível estrutural o presente trabalho está organizado em dez capítulos.

O primeiro capítulo diz respeito à introdução do trabalho, onde se aborda o tema em estudo assim como os objectivos a alcançar.

No segundo capítulo, refere-se a metodologia aplicada ao projeto e a organização estrutural do estudo.

Por sua vez, no terceiro capítulo é feito o enquadramento teórico das áreas pertinentes ao estudo, onde se relaciona o pensamento criativo e o conhecimento técnico, e a atividade do designer de interiores na modulação do espaço.

No quarto capítulo, é apresentada a metodologia criativa utilizada na concepção de elementos volumétricos desenvolvendo composições em vários tipos de materiais.

De seguida, no quinto capítulo são apresentados os materiais e instrumentos de apoio ao processo produtivo dos protótipos.

No sexto capítulo é descrito e ilustrado o processo produtivo dos protótipos, concebidos a partir dos modelos obtidos no capítulo anterior, assim como os seus resultados e os métodos de reprodução de múltiplos.

No sétimo capítulo, são exibidas visualizações tridimensionais, simulando a aplicação dos produtos desenvolvidos em espaços interiores.

O oitavo capítulo tem a ver com o desenvolvimento de painéis acústicos. Neste capítulo começa-se por enquadrar o problema, bem como fundamentar a motivação que levou a considerar a pertinência do projeto. De seguida, é referido o material utilizado, e são apresentadas as fases do projeto até ao produto final.

Por fim, no nono capítulo são apresentadas as conclusões finais de todo o projeto desenvolvido.

3 | Enquadramento das áreas de estudo

No âmbito da temática abordada, o presente trabalho tem como objectivo proporcionar ao designer um conjunto de procedimentos, que integram a metodologia criativa na modulação de elementos volumétricos para o espaço interior, em função de um ambiente e da sua relação com o utilizador.

Como Daciano da Costa afirma, “design é uma metodologia para equacionar e resolver problemas, de que resulta um produto para satisfação de necessidades humanas e para o controlo do ambiente.”² Uma das principais constituintes dessa metodologia é o valor acrescentado, a criatividade, definida por Ken Robinson, como o “processo de gerar ideias originais com valor, que surgem através da interação de diferentes formas de ver as coisas”.

É neste contexto que surge a investigação de diferentes formas criativas de adicionar volume e textura, ao plano do espaço interior, assim como melhorar o conforto ambiental, através do desenvolvimento de painéis acústicos, tendo em conta a disponibilidade dos materiais e as técnicas transformadoras.

3.1 Pensamento criativo e conhecimento técnico

A odisséia do design começou com o aparecimento do homem, nos primórdios o Homem transformava matéria para a produção de utensílios e armas a partir de elementos da natureza. Consoante a evolução da espécie humana, o Homem adquiriu a capacidade de projetar na mente coisas que não existem. A habilidade física de transformar o existente, aliado a uma técnica, e de um cérebro capaz de realizar associações, originou uma categoria particular do imaginável – “o imaginável exequível, o pensável baseado no conhecimento dos meios técnicos disponíveis, a partir dos quais se pode tornar possível o pensável”.³

Pensar o possível constitui a base de cada uma das atividades de design, baseia-se na integração da capacidade de imaginar, específica do homem, com o desenvolvimento de meios técnicos disponíveis e um determinado cenário cultural. Daqui se pode produzir o novo, podendo afastar-se do existente e até mesmo negá-lo. Não pode, no entanto, prescindir do que existe: o existente é o núcleo no qual se forma o pensamento criativo e onde este vai buscar o estímulo.⁴ O modelo criado torna-se, pois, parte construtiva da criatividade.

² AA.VV. - Daciano da Costa *Designer*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001, p. 52.

³ MANZINI, Ezio - *A matéria da invenção*. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993, p. 52.

⁴ MANZINI, Ezio - *A matéria da invenção*. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993, p. 52.

Contudo, hoje em dia, ainda se verifica uma larga distância entre o designer e a matéria, que por intermédio do desconhecimento técnico, prejudica intensamente a seleção de modelos de pensamento criativo. Os conhecimentos técnicos e a linguagem são a fonte à qual o design vai buscar o estímulo para planear, e são também a base da organização dos meios que constituem a prática do design.⁵

É com base neste conhecimento e da relação estabelecida entre a ideia e a matéria que o design toma forma, quer seja no sentido da ideia para a matéria (como são os casos dos modelos volumétricos exibidos no capítulo 4), quer seja no sentido inverso da matéria para a ideia (como são os casos dos painéis acústicos desenvolvidos, onde se trabalhou a ideia a partir da potencialidade do material).

Em termos produtivos, é essencial selecionar um processo simples e eficaz que possibilite uma maior continuidade produtiva, pois é dele que resulta em larga medida o custo unitário de cada peça.

Sintetizando, a materialização de um objeto novo envolve a projeção mental do objeto com o conhecimento técnico, situa-se na interseção de linhas de desenvolvimento do pensamento (modelos, estruturas culturais, formas de conhecimento) com linhas de desenvolvimento tecnológico (disponibilidade de materiais, técnicas transformadoras, sistemas de previsão e de controlo).⁶

3.2 Modulação do espaço

A atividade do designer de interiores passa por gerir complexidades conceptuais e materiais, aliado à capacidade de exploração de processos e tecnologias, no sentido de projetar linguagens, equipamentos e espaços, capazes de dar resposta a necessidades humanas. Neste projeto, os “objetos” produzidos não servem para manusear, muito menos para sentar, são “objetos” de construção que através do sua exploração conceptual disciplinam o espaço, dentro de um determinado contexto.

A expressão “design em contexto” está visivelmente patente na obra de Daciano da Costa, a sua produção reflete a importância atribuída à modulação dos tectos e planos de revestimento na caracterização geral do espaço, que intervêm de modo decisivo na definição dos ambientes ao mesmo tempo que compatibilizam e integram os diversos sistemas técnicos de infra-estruturas (conforto ambiental).⁷ Exemplos disso, são entre muitos outros, a aula magna e o salão do reitor da reitoria da Universidade de Lisboa, como se pode verificar na imagem 1.

⁵ MANZINI, Ezio - *A matéria da invenção*. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993, p. 51.

⁶ MANZINI, Ezio - *A matéria da invenção*. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993.

⁷ COSTA, Daciano da - *Design e Mal-Estar*. Lisboa: Centro Português de Design - CPD, 1998, p. 104.



Imagem 1 - Pormenor dos tectos e paredes da aula magna e do salão do reitor da reitoria da Universidade de Lisboa, projetado por Daciano da Costa.

Fonte: <http://www.atelierdacianodacosta.pt>

Uma das características intrínsecas dos volumes produzidos é o tratamento das superfícies, que por intermédio da textura dos materiais moldados transmitem valores sensoriais do tacto ao olhar, do conforto térmico ao sonoro.

Antigamente o termo superfície estava frequentemente ligado ao de superficialidade, algo de redundante. Consoante a evolução técnica e cultural, os objetos acumularam novas qualidades de desempenhos, sensoriais e semânticas.⁸ Por outro lado, na arquitetura tradicional japonesa, cada superfície no interior duma casa, ainda hoje em uso, é sensibilizada mediante uma sábia utilização das texturas obtidas a partir da lógica estrutural dos próprios materiais que compõem os elementos construtivos do conjunto.⁹

Numa atmosfera tecnológica, onde se pode manipular a superfície de uma matéria, esta desprende-se das propriedades intrínsecas do material, adquirindo um certo grau de autonomia e adotando propriedades estéticas e funcionais especiais.

Partindo desta vantagem, o designer deve tratar de um modo explícito e consciente, de qualidades como a consistência, textura, condução térmica e sonoridade das

⁸ AA.VV. - *Design em Aberto - Uma Antologia*. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993, p. 39.

⁹ MUNARI, Bruno - *Design e Comunicação Visual*. Lisboa: Edições 70, 1968, p. 107.

superfícies que estavam explícitas no material “natural” e que agora já não estão explícitas no material desenhado.¹⁰

Neste âmbito, a procura da definição final do produto, oferece ao designer um vasto campo de possibilidades bem como as alternativas em termos de revestimento e tratamentos superficiais.

¹⁰ AA.VV. - *Design em Aberto - Uma Antologia*. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993, p. 46.

4 | Concepção de modelos: Processo criativo e processo construtivo

Neste capítulo são apresentados procedimentos de criação de elementos volumétricos a implantar no espaço interior.

O factor motivacional surge na perspectiva de contribuir para o desenvolvimento de novos projetos, disponibilizando diferentes métodos de modelação tridimensional, através da divulgação de um conjunto de procedimentos para a criação de volumes.

Valorizar as texturas sensibilizando as superfícies também está no horizonte deste trabalho, pois subestimar a importância das superfícies para exaltar a pureza das formas pode ser uma opção estética, mas não uma lei geral. Um mundo feito de formas significantes, mas de superfícies homogéneas e vulgares, teria falta de toda uma dimensão de relações sensoriais.¹¹

As propostas são compostas por vários tipos de materiais, onde a investigação e o experimentalismo alimentam um processo lógico.

4.1 Criação de volumes em MDF com recurso a meios mecânicos

O objectivo destes modelos baseou-se na criação de uma superfície em relevo, através da modelação de um conjunto de volumes geométricos, que pudessem interagir entre si, possibilitando uma leitura contínua dos elementos aplicados num plano. A exploração conceptual dos volumes reconheceu na forma triangular um vasto potencial de conjugação das formas, não só através dos jogos de cheio-vazio, mas também pela possibilidade de aplicar os módulos em todas as posições, dependendo do padrão a obter.

Foram desenvolvidos três modelos que servirão de moldes para a reprodução de peças em gesso. Os modelos foram concebidos em placa de MDF de 8mm, formados por duas camadas, atribuindo-lhes assim a tridimensionalidade. A primeira camada funciona como base dos modelos, com a forma de quadrado, já a segunda camada varia consoante a forma do volume.

¹¹ AA.VV. - *Design em Aberto - Uma Antologia*. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993, p. 48.

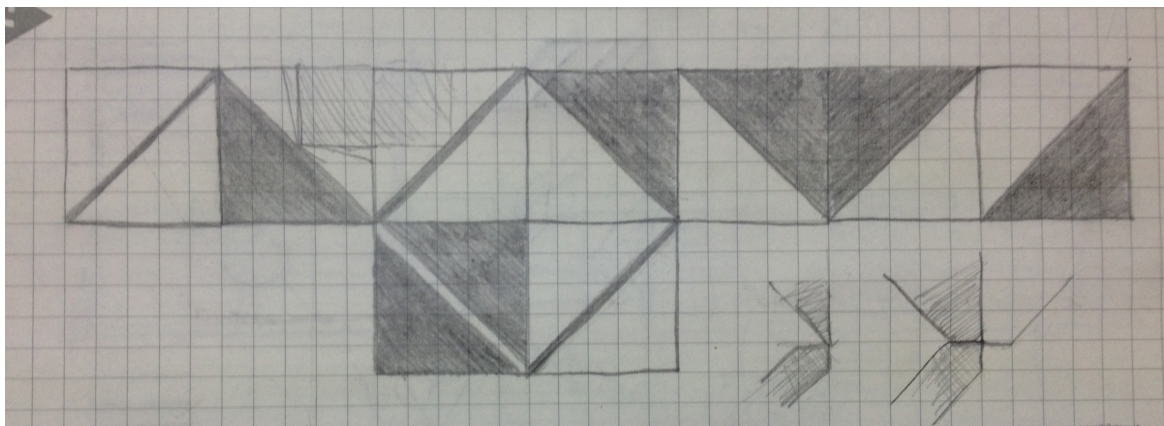


Ilustração 1 - Estudo para módulo.

Do desenho ao modelo, a constante revisão da ideia



Esquema 3 - Processo criativo de elementos em MDF.

Este trabalho envolveu, na sua criação, meios mecânicos que compreendem a adaptação do desenho à forma volumétrica, a seleção e transformação do material e os acabamentos da peça.

1 – Seleção do material

Para a concepção destes modelos, optou-se por trabalhar o MDF devido às suas características, nomeadamente a dureza, como também a facilidade de manuseamento e rapidez de transformação do material, mediante da disponibilidade das máquinas e ferramentas que a oficina da ESART disponibiliza.

2 – Medição e corte das peças

Numa placa de MDF anotam-se as dimensões das peças e corta-se por intermédio da máquina serra radial de braço, formando-se as peças quadrangulares da primeira camada. Em relação à segunda camada, é necessário aplicar cortes com ângulos agudos nas faces interiores, para posteriormente permitir desmoldar facilmente os elementos em gesso. Para tal, utiliza-se a serra radial calibrada em 87 graus em relação à base.

3 – Colagem das peças

Neste procedimento, utiliza-se cola branca para unir as duas camadas em MDF. Porém, a cola branca não seca imediatamente, e é necessário que ambas as peças estejam bem fixas para não ocorrerem imperfeições. De forma a garantir o correto posicionamento das peças, aplicam-se pinos, através da pistola de pinos, na parte posterior da primeira camada, para que a superfície a reproduzir em gesso não seja danificada.

4 – Acabamentos

Por último, aplicam-se os respectivos acabamentos. A peça deve ser lixada, para adquirir uma superfície mais suave. Pode-se ainda aplicar tapa poros na superfície, de forma a melhorar significativamente o acabamento da peça. Para tal, aplica-se uma camada de tapa poros através de uma trincha, aguarda-se que seque, lixa-se suavemente, aplica-se a segunda de mão e volta-se a lixar. Desta forma, a peça adquire uma película macia e protetora, preservando a peça e facilitando também posteriormente o processo de desmoldar a peça em gesso.

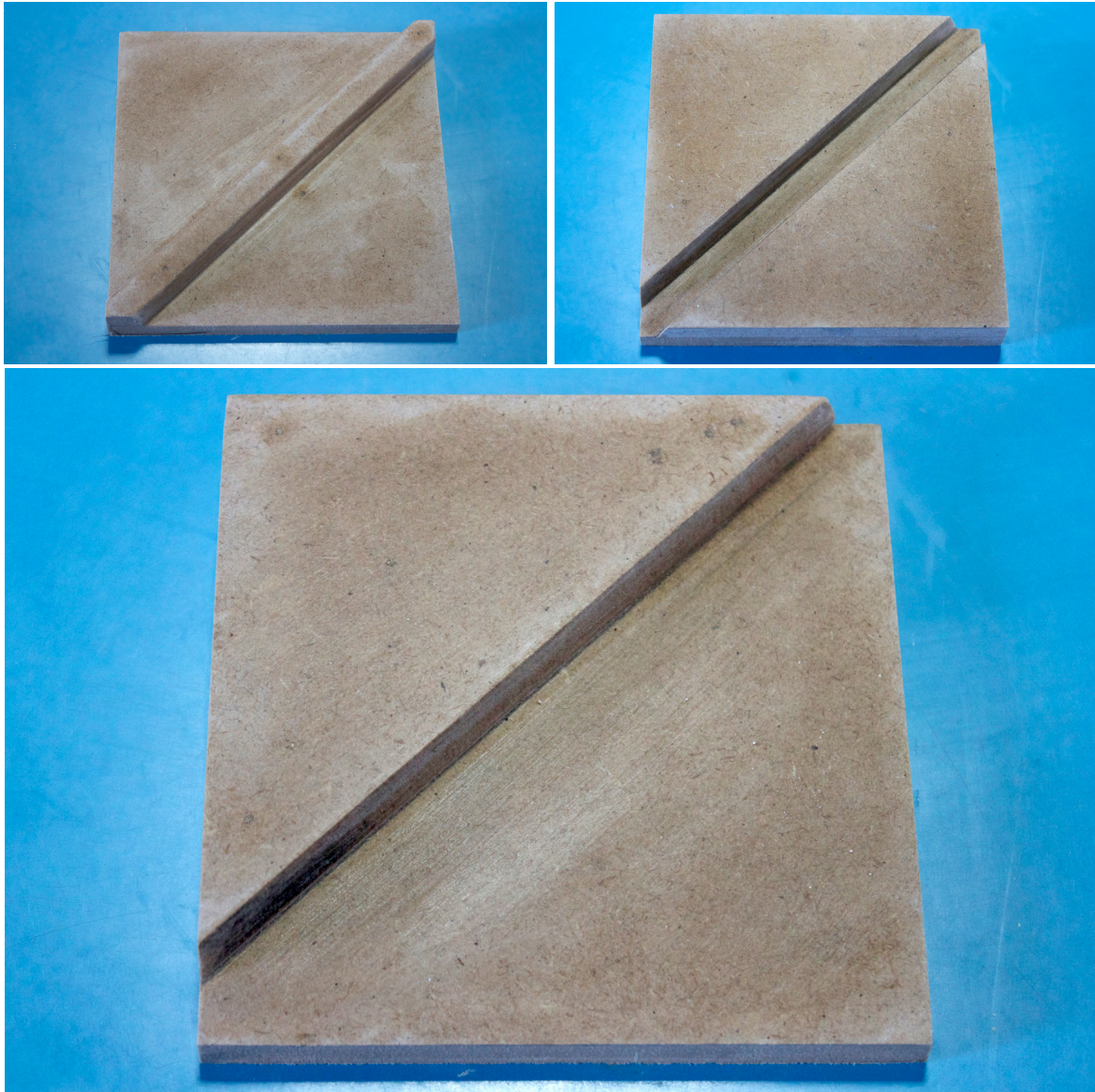


Imagem 2 - Modelos em MDF.

4.2 Criação de volumes com recurso a materiais, formas e texturas existentes

4.2.1 Composição com manipulação de elementos autocolante

Na criação deste modelo aplicaram-se várias camadas de elementos autocolante,¹² obtendo assim uma composição volumétrica para posteriormente serem extraídos do modelo em gesso. Na peça final os relevos situam-se abaixo do plano, originando um sulco na superfície, estabelecendo uma abordagem alternativa no revestimento dos planos no espaço interior.

A utilização deste tipo de modelos (neste caso, temos um molde) para subtrair volume a modelos em gesso, constitui numa forma alternativa, de caracterizar o espaço interior, através da aplicação das telas nos planos de revestimento.

A forma e a quantidade do volume escavado deriva da maneira com que o elemento autocolante é aplicado, pois será excluído na íntegra pelo gesso. Procurou-se estabelecer um processo que fosse o mais simples e mais rápido de execução. Inicialmente, concebeu-se uma maquete com dimensões reduzidas, de forma, a ensaiar o método testando a sua viabilidade, para posteriormente ser aplicado nos modelos a utilizar. Dependendo do tipo de elemento autocolante a utilizar, mediante a sua textura e espessura, poderão-se realizar vários tipos de composições.

Foram desenvolvidos cinco modelos para reprodução de peças em gesso. Cada modelo é constituído por três elementos: uma base em MDF e uma modelação com fita-cola de esponja e plasticina.

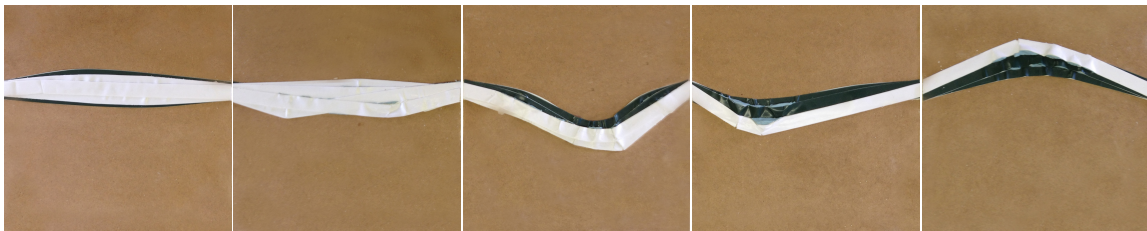
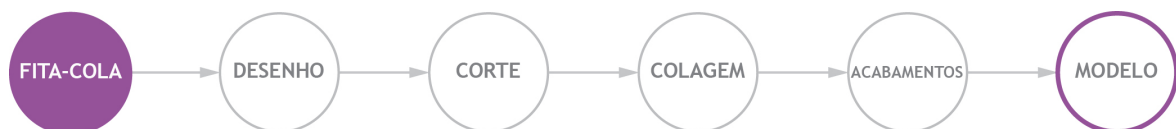


Imagem 3 - Modelos em elementos autocolante. Vista Frontal.

Do desenho ao modelo, a constante revisão da ideia



Esquema 4 - Processo criativo de elementos autocolante.

Este trabalho envolveu, na sua criação, um conjunto de fases que compreendem a adaptação do elemento autocolante à forma volumétrica, a seleção e transformação do material e os acabamentos da peça.

¹² Entenda-se uma superfície coberta de uma goma que adere sem ser humedecida.

A par da simplicidade empregue no processo construtivo do modelo, este tipo de material também oferece vantagens no que respeita ao desenvolvimento da ideia e da composição resultante, pois permite testar com rapidez as formas enunciadas nos desenhos iniciais e experimentar outras soluções para a composição.

1 – Seleção do material

O facto de o material ser autocolante excluí o tempo de secagem que uma cola necessitaria, tornando o processo muito mais rápido e limpo.

Optou-se por utilizar uma fita-cola de esponja devido à sua flexibilidade e elasticidade, possibilitando um bom manuseamento das formas oferecendo alguma resistência ao rasgo. Utilizou-se uma fita com 2mm de espessura, para que o volume entre camadas fosse visivelmente acentuado.

É importante que se use uma fita-cola forte, de forma a aderir bem à base para que não origine folgas, sob consequência do modelo ser danificado ao desmoldar, por intermédio da infiltração do gesso.

2 – Medição e corte dos elementos

Numa placa de MDF anotam-se as dimensões das peças e corta-se por intermédio da máquina serra radial de braço, formando uma peça quadrangular que servirá de base do modelo. Em relação à fita cola, esta deve ser desenrolada à medida que se aplica na base, cortando-se posteriormente os excessos.

3 – Montagem dos elementos

Consoante o efeito desejado, molda-se a forma do volume por aplicação da fita-cola, pressionando progressivamente com os dedos à medida que se avança, podendo ser sobreposta por camadas e moldada através de dobras ou curvas originando efeitos ondulados.

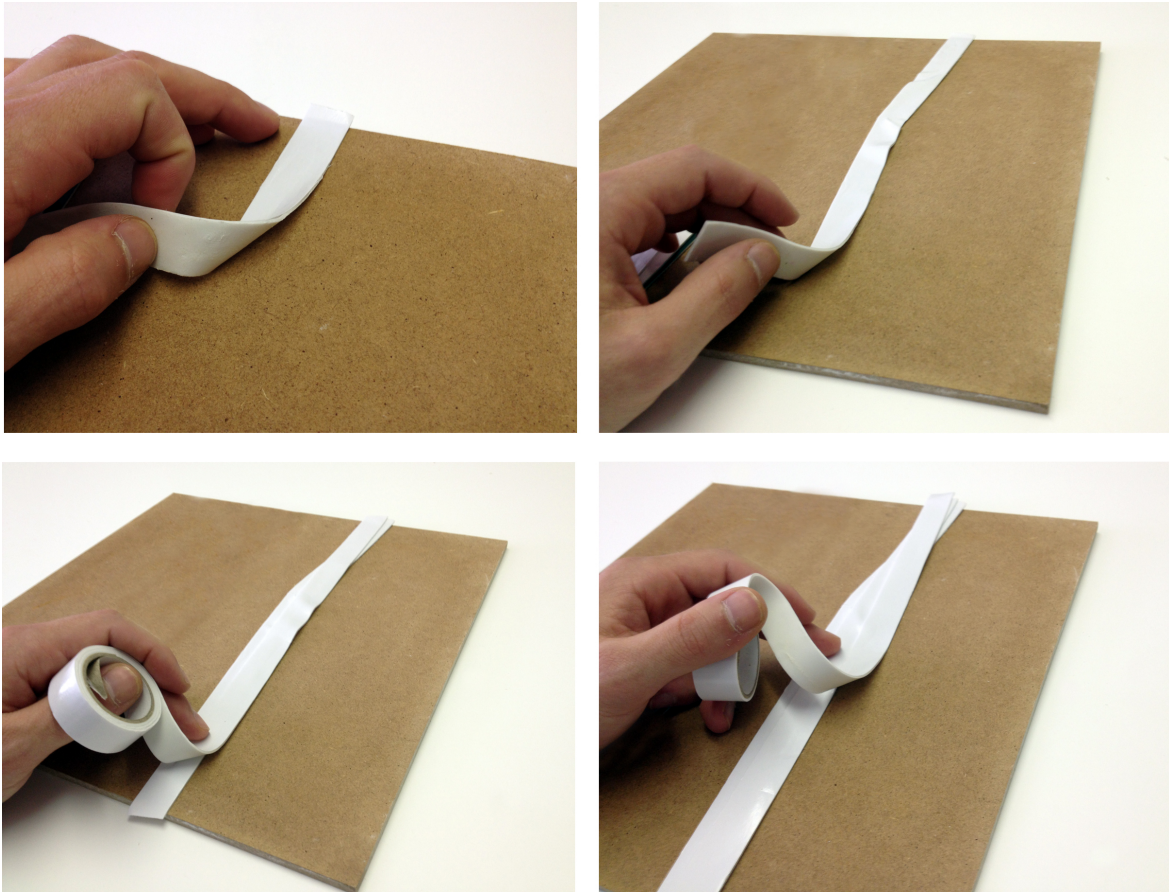


Imagem 4 - Colagem da fita-cola na base em MDF.

4 – Acabamentos

Como a fita-cola é um elemento recto, quando aplicado ao delinear uma curva, parte dela irá erguer-se e criar espaços vazios abertos. Esta reacção constitui um problema para a aplicação do gesso, que ao preencher esses espaços vai não só criar prisões ao desmoldar, como também danificar a forma do volume a obter. Para corrigir esta patologia de não permitir que o gesso invade esses espaços vazios, deve-se preencher os mesmos com alguma matéria moldável, mas que não danifique a forma do volume. Uma dessas matérias poderá ser plasticina. Consoante o tamanho do espaço a preencher, molda-se determinadas quantidades de plasticina e aplica-se com a ajuda de um teque de madeira ou plástico. Desta forma, elimina-se eventuais prisões que o gesso possa causar e prolonga-se o ciclo de vida do modelo.

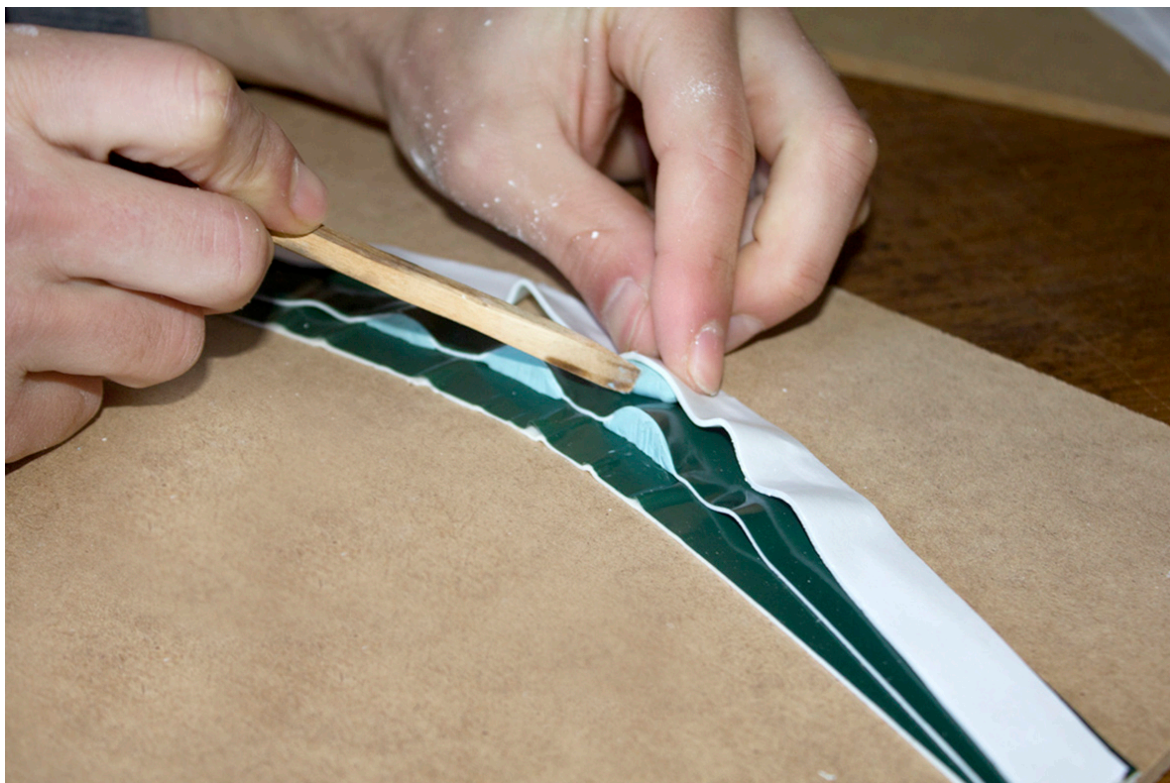


Imagem 5 - Preenchimento de espaços vazios com plasticina.

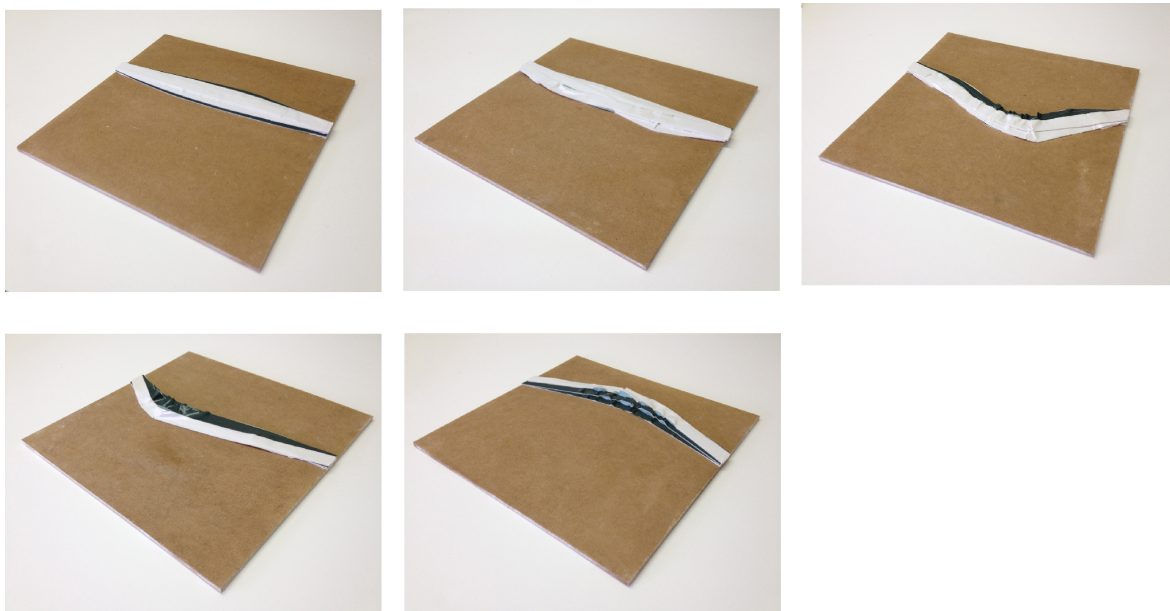


Imagem 6 - Modelos finais em elementos autocolante.

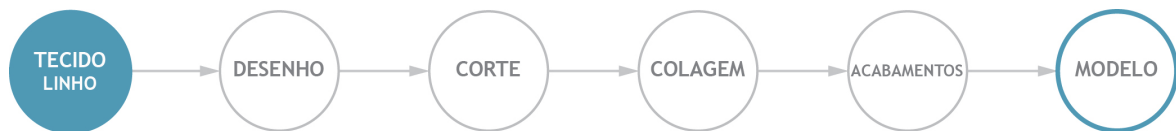
4.2.2 Composição com manipulação de superfícies texturadas: tecidos

O objectivo deste modelo baseou-se na modelação de um elemento têxtil, de textura geométrica, para criação de relevos. A flexibilidade do elemento têxtil permite compor volumes orgânicos, que mediante o seu posicionamento, poderão interagir de várias formas, possibilitando ainda se for desejado, um efeito de continuidade entre peças.

A utilização de modelos com elementos têxteis para a obtenção de volumes em gesso, constitui numa forma eficiente, de adicionar tridimensionalidade e textura ao revestimento de um plano. O tipo de textura obtida deriva da escolha da fibra que compõe o tecido, que será reproduzida na integra pelo gesso. A textura do tecido é uma estrutura geométrica formada por um feixe de fibras que estão dispostas de igual distância entre si. Contudo, essa estrutura também poderá ser transformada, dando origem a outras leituras.

Foi desenvolvido um modelo que servirá de molde para reprodução de peças em gesso. O modelo é constituído por dois elementos: uma base em MDF e uma modelação com tecido de linho.

Do desenho ao modelo, a constante revisão da ideia



Esquema 5 - Processo criativo de elementos em tecido de linho.

Este trabalho envolveu, na sua criação, um conjunto de fases que compreendem a adaptação de um elemento têxtil a uma forma volumétrica, a seleção e transformação do material e os acabamentos da peça.

1 – Medição e corte das peças

Numa placa de MDF anotam-se as dimensões da peça e corta-se por intermédio da máquina serra radial de braço, formando uma peça quadrangular que servirá de base do molde. Em relação ao tecido, este deve ter uma dimensão superior à área de intervenção (base), possibilitando moldar a composição sem correr o risco de falta de material.

2 – Colagem dos elementos

Em primeiro lugar, com o tecido ensaia-se a forma volumétrica a obter, definindo-se o sentido direcional e as dobragens a realizar consoante a forma encontrada. De seguida, fixa-se o tecido à superfície da base em MDF com cola de contacto forte. Este processo de fixação deve ser progressivo, e pautado pelas dobragens aplicadas, podendo assim, obter um melhor controlo na forma a alcançar. Neste caso, optou-se por um único elemento de tecido, mas hipoteticamente poderão ser aplicados vários elementos, dependendo da composição pretendida.

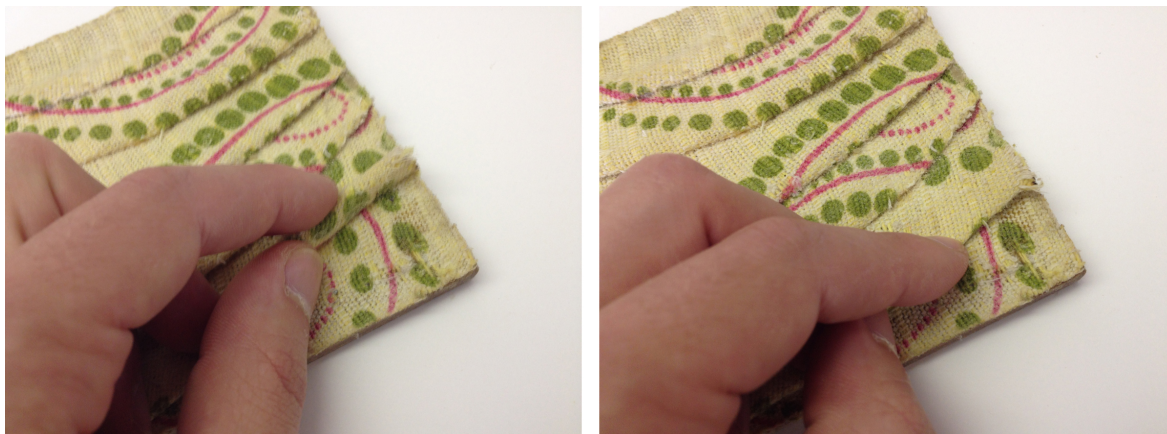


Imagem 7 - Colagem do tecido à base em MDF.

3 – Acabamentos

Por fim, é necessário eliminar os excessos do tecido aplicado. Para esse efeito, poderá ser utilizado um elemento cortante, como um x-ato ou bisturi, utilizando a lateral da base como guia.

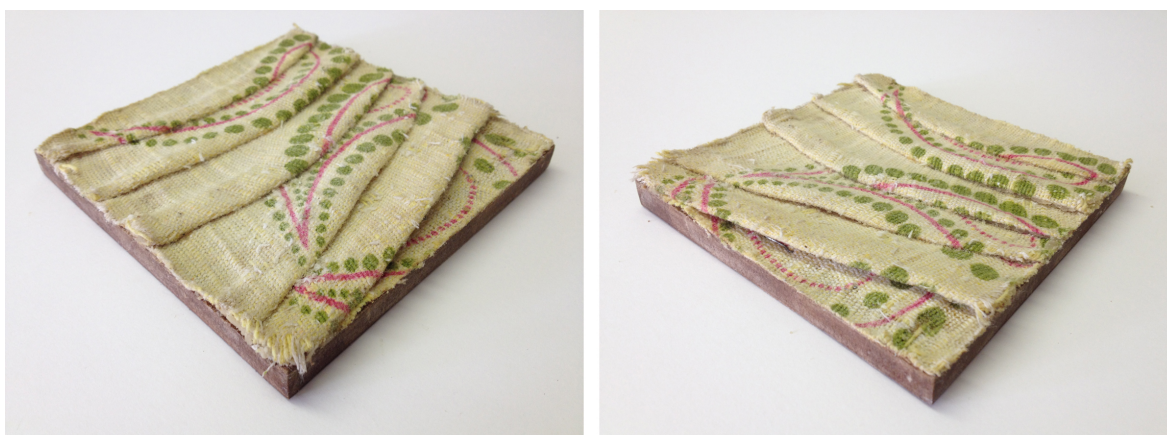


Imagem 8 - Modelo final em tecido.



Imagem 9 - Modelo em tecido.

4.2.3 Composição com manipulação de volumes: cordão

O objectivo deste modelo baseou-se na experimentação da modelação de um elemento têxtil sintético, para extrair a sua forma e textura, para criar uma superfície volumétrica. A flexibilidade do elemento têxtil permite moldar acessivelmente a forma, que mediante o seu posicionamento interagem de diferentes formas, possibilitando também um efeito de continuidade entre peças.

A utilização de modelos com elementos têxteis para a obtenção de volumes em gesso, constitui numa forma eficiente, de adicionar tridimensionalidade e textura ao revestimento de um plano. O tipo de textura obtida deriva da escolha da fibra têxtil que constitui a corda, que será reproduzida na íntegra pelo gesso. A textura da corda é uma estrutura geométrica formada por um feixe de fibras que estão dispostas de igual distância entre si.

Foram desenvolvidos dois modelos, para produzir moldes em silicone (negativo), e posteriormente serem reproduzidos modelos em gesso.

Os modelos é constituído por três elementos: uma base em MDF de 8mm, uma modelação com uma corda de nylon e um suporte em MDF de 3mm para fixar a modelação à base.

Do desenho ao modelo, a constante revisão da ideia



Esquema 6 - Processo criativo de elementos em corda de nylon.

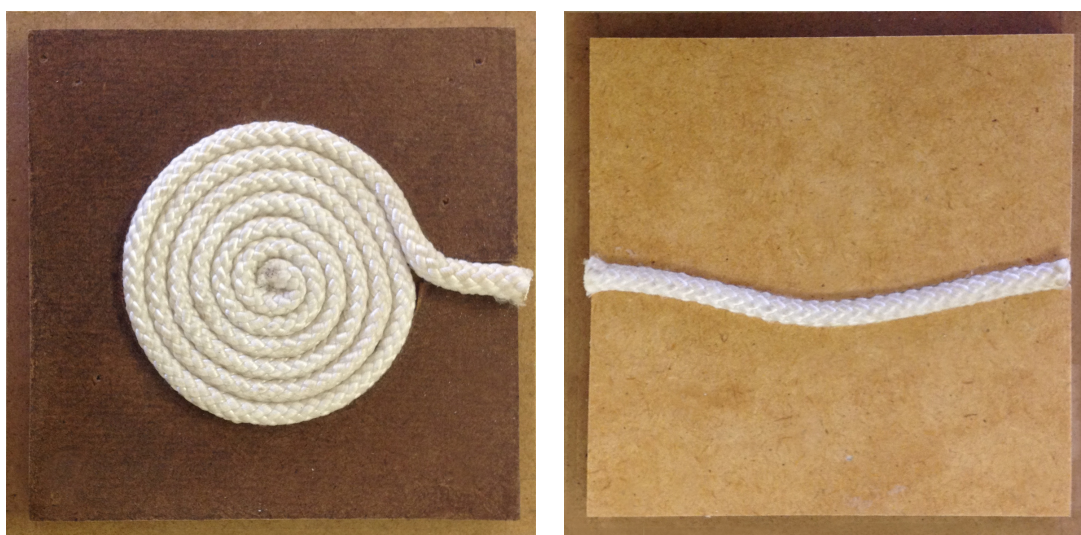


Imagem 10 - Modelos A e B.

Este trabalho envolveu na sua criação, um conjunto de fases que compreendem a adaptação de um elemento têxtil a uma superfície volumétrica, a seleção e transformação do material e os acabamentos da peça.

1 – Medição e corte das peças

Numa placa de MDF anotam-se as dimensões da peça e corta-se por intermédio da máquina serra radial de braço, formando uma peça quadrangular que servirá de base do modelo.

Modelo A

Tendo em conta o diâmetro da corda, concebeu-se uma peça em MDF com as mesmas dimensões laterais da base e 3mm de espessura, furada ao centro com uma broca craniana de 84mm de diâmetro, e com um corte de 5mm de largura entre o

centro da peça e uma lateral, obtendo-se uma abertura circular central com saída numa das laterais, onde será aplicada a corda sob pressão, garantindo a forma pretendida. Em relação à corda, esta deve ser cortada depois de ensaiar a aplicação, executando-se a composição sem correr o risco de falta de material.

Modelo B

Para este modelo concebeu-se uma peça em MDF com as mesmas dimensões da anterior, diferenciando-se somente no corte efectuado. As extremidades do corte devem estar situadas à mesma distância em relação às arestas paralelas, de forma a criar efeito de continuidade.

Desenha-se a linha do percurso pretendido, e corta-se com a máquina serra de fita, uma vez que permite efetuar cortes finos e em curva até um certo limite. De seguida lixa-se a zona de corte, e cola-se na base. A distância entre peças na zona do corte, está relacionado com o diâmetro da corda que irá ser fixada nessa zona por pressão. Dessa forma, é necessário que a distância entre peças seja menor do que o diâmetro da corda, de 2 a 3 milímetros. Por fim, cortam-se os excessos de material com a máquina serra radial de braço, de forma a que as duas camadas tenham as mesmas dimensões.

2 - Montagem das peças

A corda é fixada à base por intermédio da peça em MDF. Esta peça não só tem a funcionalidade de fixar a corda, mas também de precaver qualquer formação de eventuais prisões no ato de desmoldar.

Mediante o diâmetro da corda, utiliza-se uma peça em MDF que preencha metade da altura da corda, eliminando a possibilidade de criação de prisões, e, permitindo fixar a corda à base mantendo a forma pretendida, sem que para isso fosse necessário utilizar cola ou outro qualquer tipo de suporte fixador.

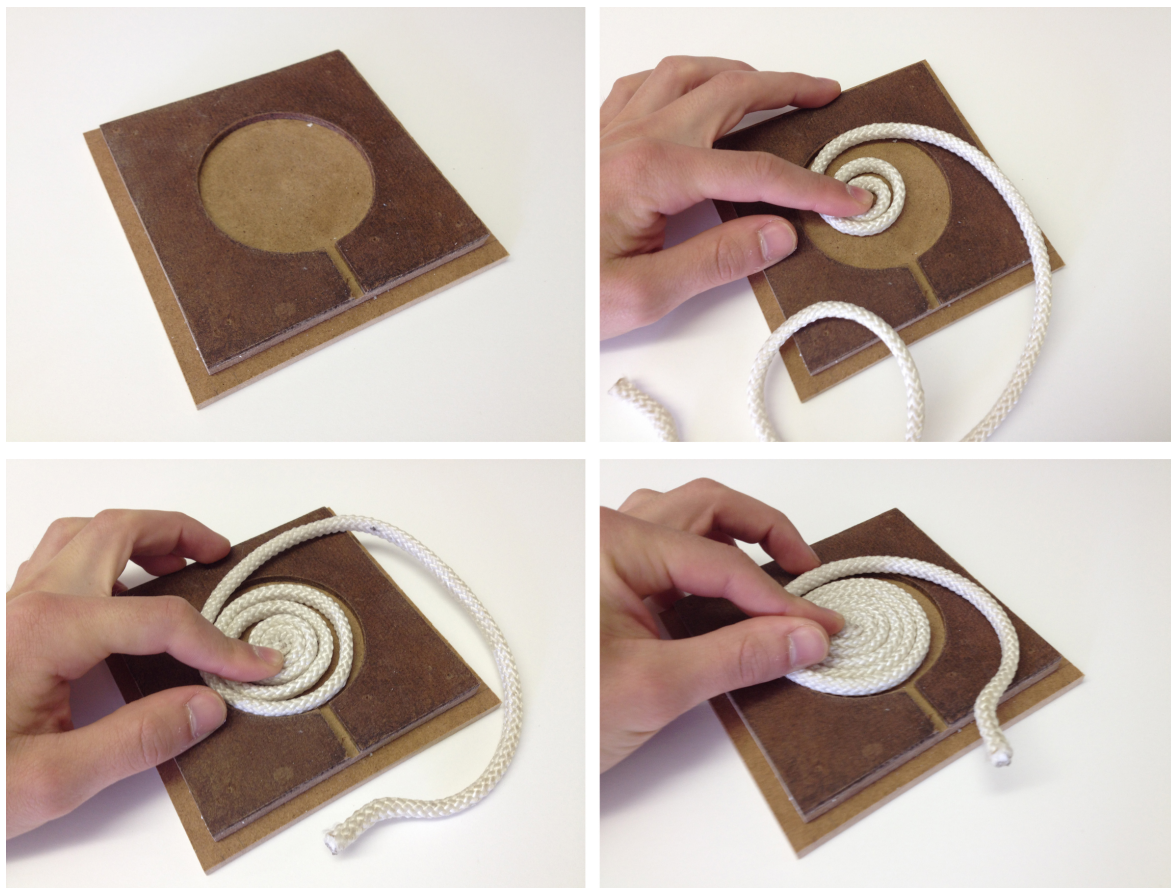


Imagem 11 - Montagem da corda de nylon.

3 – Acabamentos

Para finalizar a peça, é necessário eliminar o excesso de corda aplicada. Para esse efeito, poderá ser utilizado um elemento cortante, como um x-ato ou bisturi, utilizando a lateral da base como guia. Em relação à superfície em MDF, deve ser lixada, para adquirir uma superfície mais suave. Pode-se ainda aplicar tapa poros na superfície, de forma a melhorar significativamente o acabamento da peça. Para tal, aplica-se uma camada de tapa poros através de uma trincha, aguarda-se que seque, lixa-se suavemente, aplica-se a segunda de mão e volta-se a lixar. Desta forma, a peça adquire uma película macia e protetora, preservando a peça e facilitando também posteriormente o processo de desmoldar a peça em gesso.



Imagem 12 - Modelo em corda de nylon.

4.2.4 Composição com captura de texturas e volumes

O objectivo deste modelo baseou-se na extração da textura de um elemento vegetal, para aplicar numa superfície. A anatomia das folhas de plantas naturais, possuem uma estrutura orgânica em relevo, possibilitando a sua reprodução através do gesso. Dessa forma, procurou-se transportar as composições orgânicas de um elemento vegetal, como a folha de figueira, para o plano do espaço interior.

A utilização de moldes com elementos vegetais para a obtenção de relevos em gesso, constitui numa forma eficiente, de adicionar relevo e textura ao revestimento de um plano. A estrutura da textura obtida da folha vegetal, deriva da escolha do tipo de planta natural, que será reproduzida na íntegra pelo gesso. A textura da folha é uma estrutura orgânica formada por nervuras ramificadas, que estão distribuídas de forma alternada consoante o tipo de planta a que pertencem.

Foi desenvolvido um modelo que servirá de molde para reprodução de peças em gesso. O modelo é constituído por dois elementos: uma base em MDF e uma modelação com uma folha de figueira.



Imagem 13 - Textura a extrair. Folha de figueira.

Do desenho ao modelo, a constante revisão da ideia



Esquema 7 - Processo criativo de elementos em folha natural.

Este trabalho envolveu, na sua criação, um conjunto de fases que compreendem a adaptação de um elemento vegetal a uma superfície em relevo, a seleção e transformação do material e os acabamentos da peça.

1 – Seleção do material

A folha não deve estar seca, sob risco de ao modelar, a mesma quebrar e danificar a textura a extrair. É muito improvável que a folha, depois da aplicação do gesso, seja recuperável. No entanto, esse não é um aspecto fundamental, visto que a curto prazo a mesma irá secar e deteriorar-se. Contudo, a partir da peça em gesso, será possível reproduzir outras peças.

Consoante o efeito pretendido, pode-se utilizar várias folhas para a composição, ou apenas uma, sendo que esta deve ter uma dimensão superior à base, de maneira a facilitar a aplicação, eliminando-se posteriormente os excessos.

2 – Medição e corte das peças

Na placa de MDF anotam-se as dimensões da peça, e corta-se por intermédio da máquina serra de braço, formando uma peça quadrangular que servirá de base do molde.

3 – Colagem das peças

Consoante o efeito pretendido, aplica-se cola na parte lisa da folha para ser fixa à base, para a superfície das nervuras ramificadas da folha puderem posteriormente entrar em contacto com o gesso. Como a folha é um elemento frágil, optou-se por utilizar cola branca, por ser uma cola que possibilita manusear os elementos mesmo quando já estão em contacto.

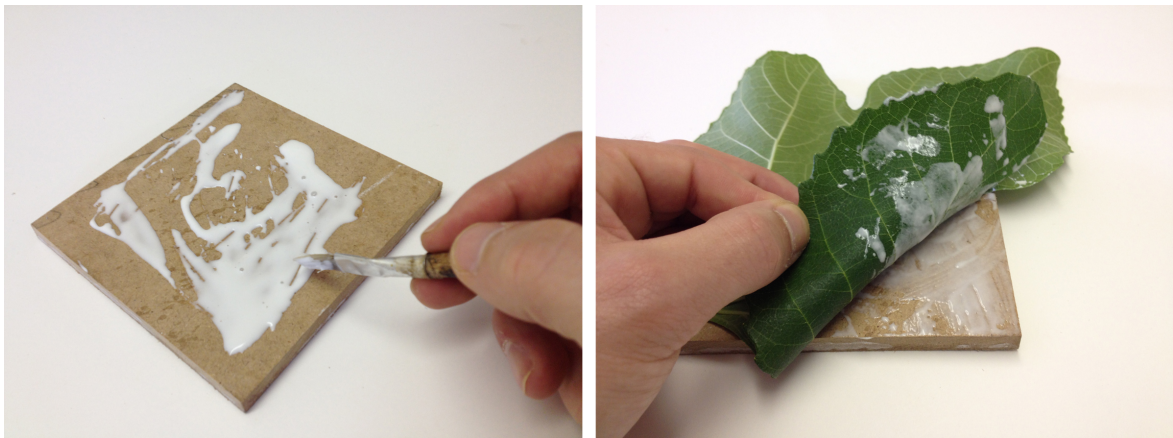


Imagem 14 - Colagem da folha à base em MDF.

4 – Acabamentos

Por fim, é necessário eliminar os excessos da folha aplicada. Para esse efeito, utiliza-se um elemento cortante, como um x-ato ou bisturi, utilizando a lateral da base como guia. Deve-se proceder a esta operação com o máximo cuidado, para não danificar a folha, devido ao elemento ser frágil.

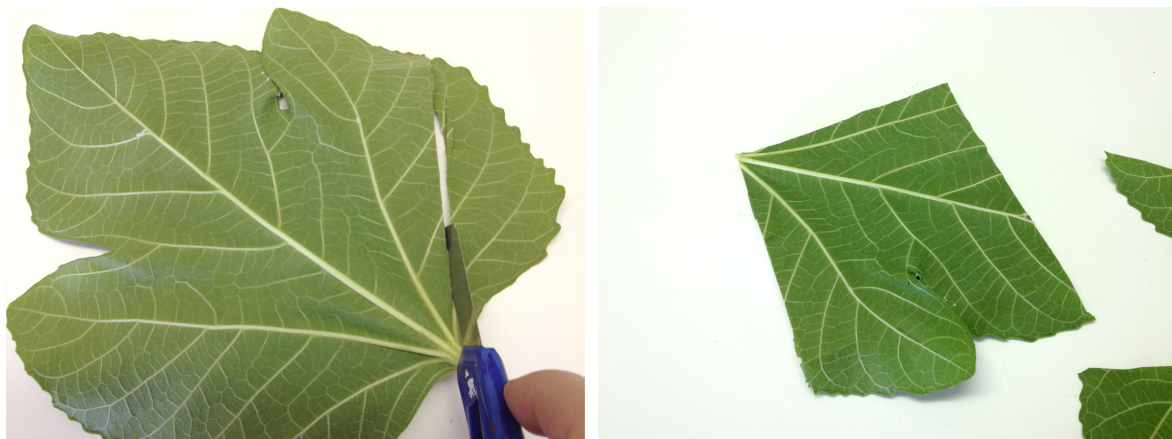


Imagem 15 - Corte do excesso do material.



Imagem 16 - Modelo final em folha natural.

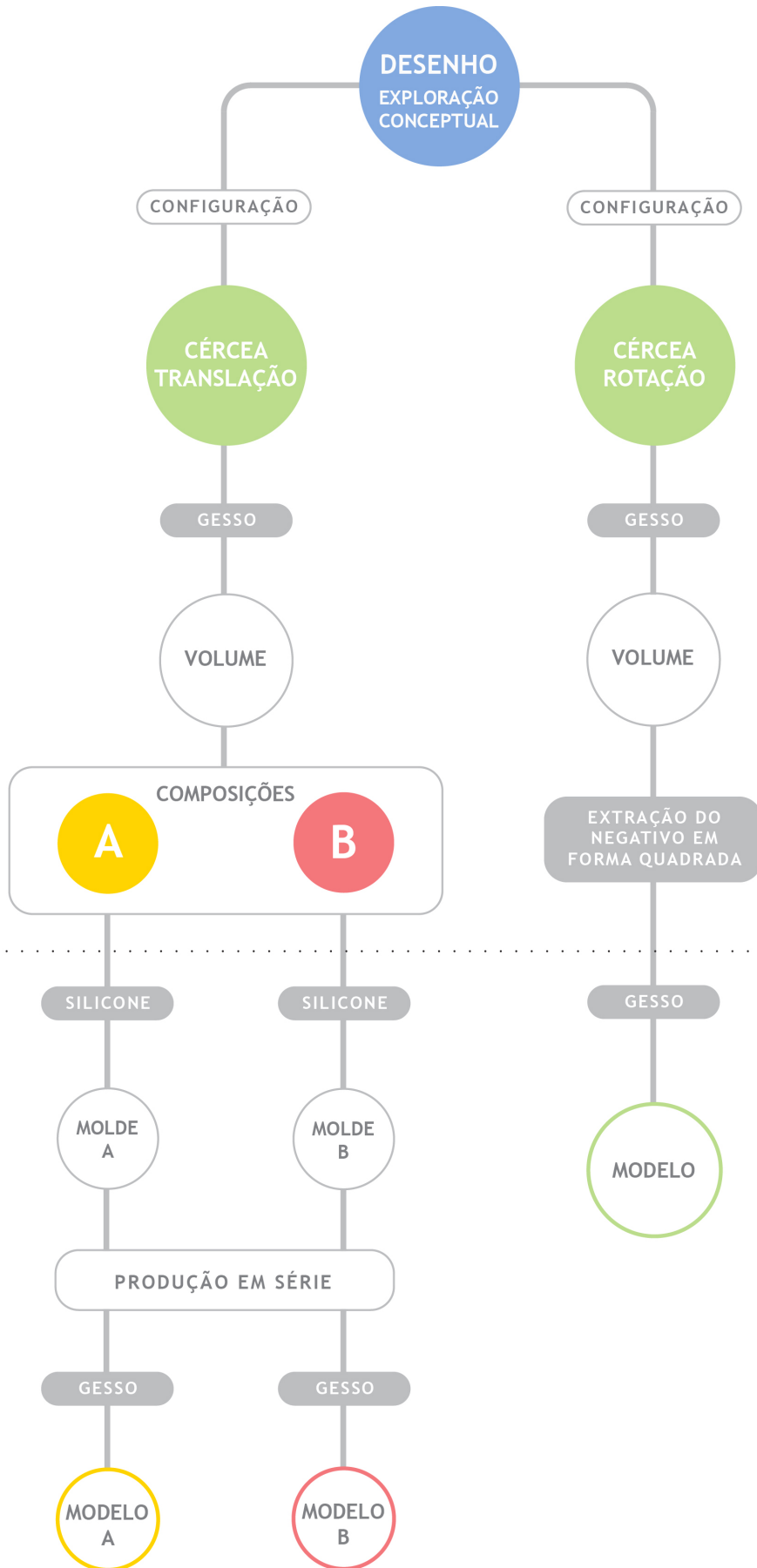
4.3 Criação de volumes com recurso a técnicas tradicionais de formação em gesso

As cérceas são ferramentas extremamente úteis na produção de elementos volumétricos em gesso. A variedade de soluções alcançáveis em função da metodologia aplicada é indeterminada.

O processo desenvolve-se a partir do elemento criativo que é o desenho da forma. O desenho bidimensional representado em silhueta atribuirá corpo a um volume através do manuseamento da cércea, que por sua vez, através desse volume, poderão ser realizadas novas composições volumétricas.

Foram considerados dois tipos de cérceas para a obtenção de volumes em gesso. A principal diferença está na forma de manuseamento, em que uma será manuseada em translação e a outra em rotação.

PROCESSO PRODUTIVO PROCESSO CRIATIVO



Esquema 8 - Metodologia aplicada na concepção de volumes através de cérceas.

4.3.1 Construção de cérceas para translação e rotação

Cércea para translação

A cércea para translação é constituída por dois elementos fundamentais: a chapa metálica que contém o desenho da forma, dando origem ao volume, e uma peça em MDF que funciona como estrutura e suporte para o manuseamento.



Imagem 17 - Cércea para translação. Vista frontal.

Concepção da peça metálica

1- Seleção do material

A chapa metálica deve ser fina, de forma, a permitir efetuar cortes facilmente, por intermédio de tesouras apropriadas.

2- Preparação do desenho

Após a exploração conceptual do volume, desenha-se rigorosamente o mesmo em silhueta numa cartolina ou outro tipo de papel com uma gramagem considerável que apresente alguma resistência à dobra. O desenho não pode dispor de ângulos obtusos em relação à base, sob consequência de o próprio volume criar prisão à cércea. De seguida, corta-se a forma através de uma tesoura ou x-ato. Esta peça facilita o processo de transferência do desenho para a chapa metálica.

3 – Aplicar o desenho

Na chapa metálica com dimensões apropriadas, posiciona-se a peça anteriormente desenvolvida em papel, no espaço central inferior e marca-se a silhueta com uma caneta de feltro.

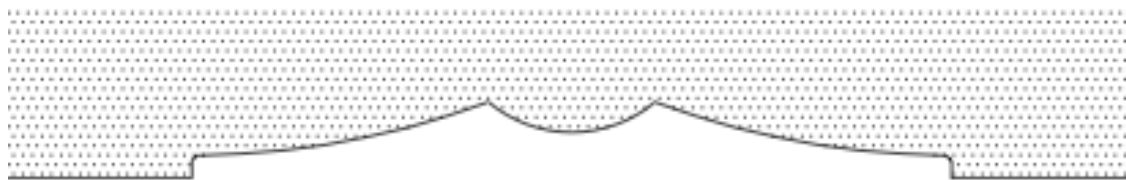


Ilustração 2 - Representação do desenho em silhueta na chapa metálica.

4 – Corte da forma

Após a marcação do desenho, passa-se à fase de corte, onde irá ser extraído a parte positiva do volume a obter. Para este procedimento, utiliza-se uma tesoura apropriada para cortar chapas metálicas.

5 – Acabamentos

Por fim, com uma lima fina suaviza-se todo o percurso do corte, de maneira a eliminar eventuais imperfeições. Este trabalho exige bastante precisão, uma vez que qualquer defeito no corte será visível no volume a obter.

Concepção da peça em MDF

1 – Seleção do material

Para a estrutura da cêrcea, optou-se por utilizar MDF hidrófugo por ser um material que apresenta resistência à humidade.

2 - Medição e corte da peça

Numa placa de MDF hidrófugo, anotam-se as dimensões e corta-se por intermédio da máquina serra radial de braço, obtendo uma peça em forma de U. Para cortar o espaço interno que dá origem à forma em U, posiciona-se a peça na vertical com a zona de corte para cima, e eleva-se o disco da máquina até a altura do corte. Em alternativa, este corte pode ser executado na máquina serra de fita, subtraindo material com cortes diagonais até atingir a zona de finalização.

3 – Acabamentos

Como acabamento, basta lixar as zonas de corte de forma a suavizar as superfícies.

União das peças

As peças são unidas através de parafusos, permitindo assim utilizar a mesma estrutura para diferentes desenhos em chapa metálica, que possuem as mesmas dimensões. Ambas as peças devem estar rigorosamente sobrepostas na parte inferior da cércea, de maneira a que o gesso passe somente na zona da forma do volume a obter.

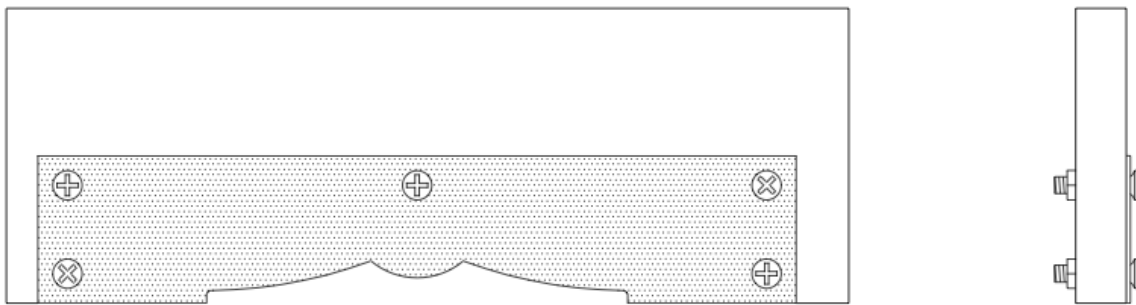


Ilustração 3 - Vista frontal e lateral da cércea para translação.

Cérceas para rotação

A cércea é constituída por três elementos fundamentais: a chapa metálica que contém o desenho da forma, dando origem ao volume, uma peça em MDF que funciona como estrutura e suporte para o manuseamento, e uma peça metálica em barra chata que servira de eixo da cércea.

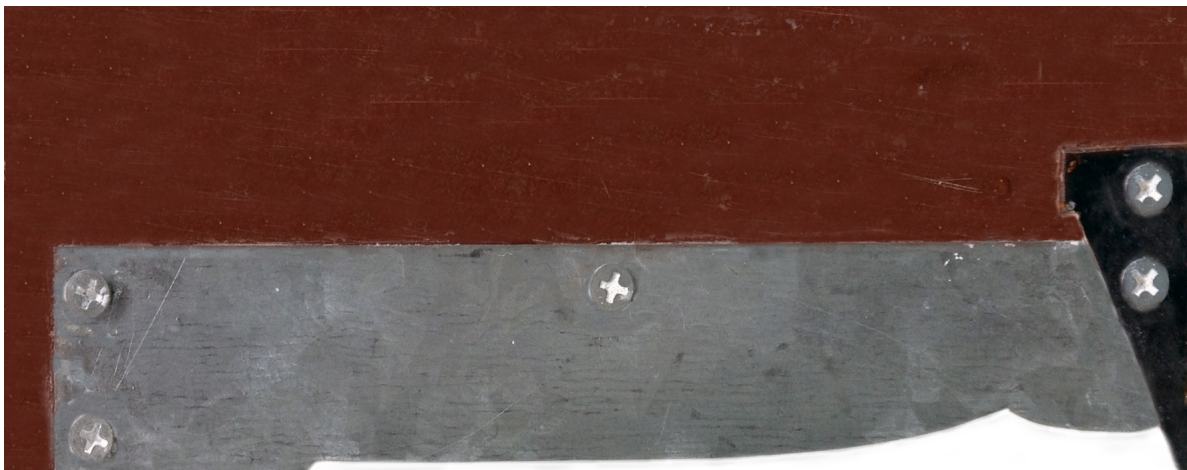


Imagem 18 - Cércea para rotação. Vista frontal.

Concepção da peça metálica

1- Seleção do material

A chapa metálica deve ser fina, de forma, a permitir efetuar cortes facilmente, por intermédio de tesouras apropriadas.

2- Preparação do desenho

Após a exploração conceptual do volume, desenha-se rigorosamente o mesmo em silhueta numa cartolina ou outro tipo de papel com uma gramagem considerável que apresente alguma resistência à dobra. O desenho não pode dispor de ângulos obtusos em relação à base, sob consequência de o próprio volume criar prisão à cêrcea. De seguida, corta-se a forma através de uma tesoura ou x-ato. Esta peça facilita o processo de transferência do desenho para a chapa metálica.

3 – Aplicar o desenho

Na chapa metálica com dimensões apropriadas, posiciona-se a peça anteriormente desenvolvida em papel, no espaço central inferior e marca-se a silhueta com uma caneta de feltro.

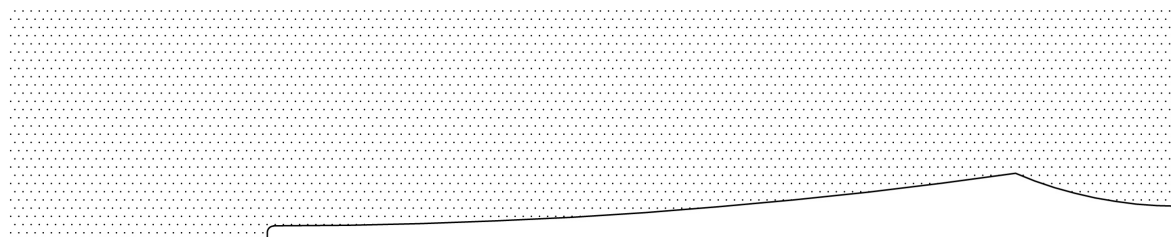


Ilustração 4 - Representação do desenho em silhueta na chapa metálica.

4 – Corte da forma

Após a marcação do desenho, passa-se à fase de corte, onde irá ser extraído a parte positiva do volume a obter. Neste procedimento utiliza-se uma tesoura apropriada para cortar chapas metálicas.

5 – Acabamentos

Por fim, com uma lima fina suaviza-se todo o percurso do corte, de maneira a eliminar eventuais imperfeições. Este trabalho exige bastante precisão, uma vez que qualquer defeito no corte será visível no volume a obter.

Concepção da peça em MDF

1 – Seleção do material

Para a estrutura da cêrcea, optou-se por utilizar MDF hidrófugo por ser um material que apresenta resistência à humidade.

2 - Medição e corte da peça

Numa placa de MDF hidrófugo, anotam-se as dimensões e corta-se por intermédio da máquina serra radial de braço, obtendo uma peça em forma de L. Para cortar o espaço interno que dá origem à forma em L, posiciona-se a peça na vertical com a zona de corte para cima, e eleva-se o disco da máquina até a altura do corte. Em alternativa, este corte pode ser executado na máquina serra de fita, utilizando a paralela como suporte para um corte preciso.

3 – Acabamentos

Como acabamento, basta lixar as zonas de corte de forma a suavizar as superfícies.

Concepção da peça metálica para o eixo

1- Seleção do material

Para a criação desta peça que funciona como eixo, utilizou-se barra chata de 2mm, por ser um elemento rígido, capaz de resistir ao desgaste por fricção.

2 - Medição e corte da peça

Numa barra chata, anotam-se as dimensões e corta-se por intermédio da rebarbadora, obtendo uma forma pontada.

3 – Acabamentos

Eliminar todas as rebarbas que possam existir por intermédio do corte.

União das peças

As peças são unidas através de parafusos, permitindo assim utilizar a mesma estrutura e ponteiro (eixo) para diferentes desenhos em chapa metálica, que possuem as mesmas dimensões. Ambas as peças devem estar rigorosamente sobrepostas na parte inferior da cércea, de maneira a que o gesso passe somente na zona da forma do volume a obter. O ponteiro deve estar colocado a uma cota negativa entre 2 a 3 mm, para assentar numa base previamente preparada e facilitar o movimento rotativo.

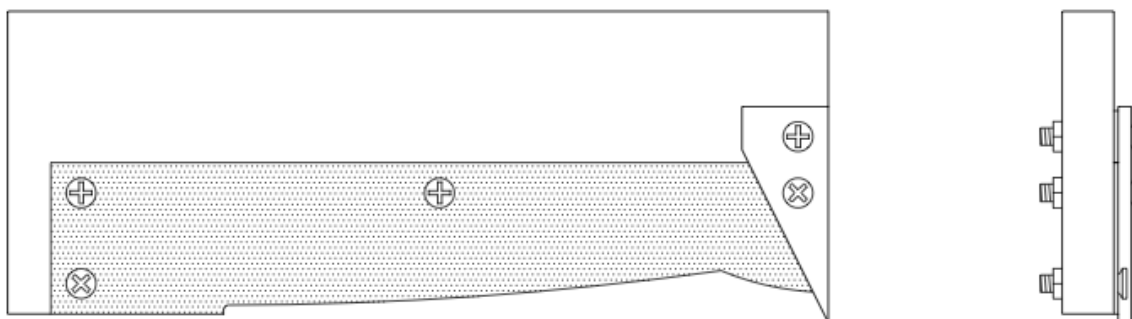


Ilustração 5 - Vista frontal e lateral da cércea para rotação.

4.3.2 Peças formadas por translação e rotação

Processo produtivo dos volumes - cércea por translação

Uma vez que a cércea está pronta a ser utilizada, é necessário preparar o suporte que servirá de base para a concepção do volume. Essa base deve ser plana, lisa e fina, como por exemplo, uma chapa de aglomerado laminado, pois facilitará o processo de desmoldar a peça.

Preparação da base

Para cada tipo de cércea é necessário um tipo de base diferente. Para o caso da cércea de translação, a base deve conter um suporte lateral paralelo, permitindo ao utilizador ter uma melhor precisão ao arrastar a ferramenta.



Imagem 19 - Base para produção de volumes em gesso através da cércea por translação.

Produção do volume

Com a base limpa e seca, posiciona-se a cércea num dos topos da base, de forma perpendicular ao suporte lateral. Vaza-se o gesso, e arrasta-se a cércea num movimento paralelo ao suporte lateral até à extremidade, voltando a fazer esse movimento as vezes que forem necessárias, até ao gesso adquirir a consistência necessária.

Deve-se ter especialmente cuidado no posicionamento da cércea, para que esteja perpendicular à base e ao suporte lateral, no sentido de não deformar o volume e comprometer todo o trabalho.

Adiciona-se gesso sempre que seja necessário até o mesmo preencher todos os espaços da forma do volume.

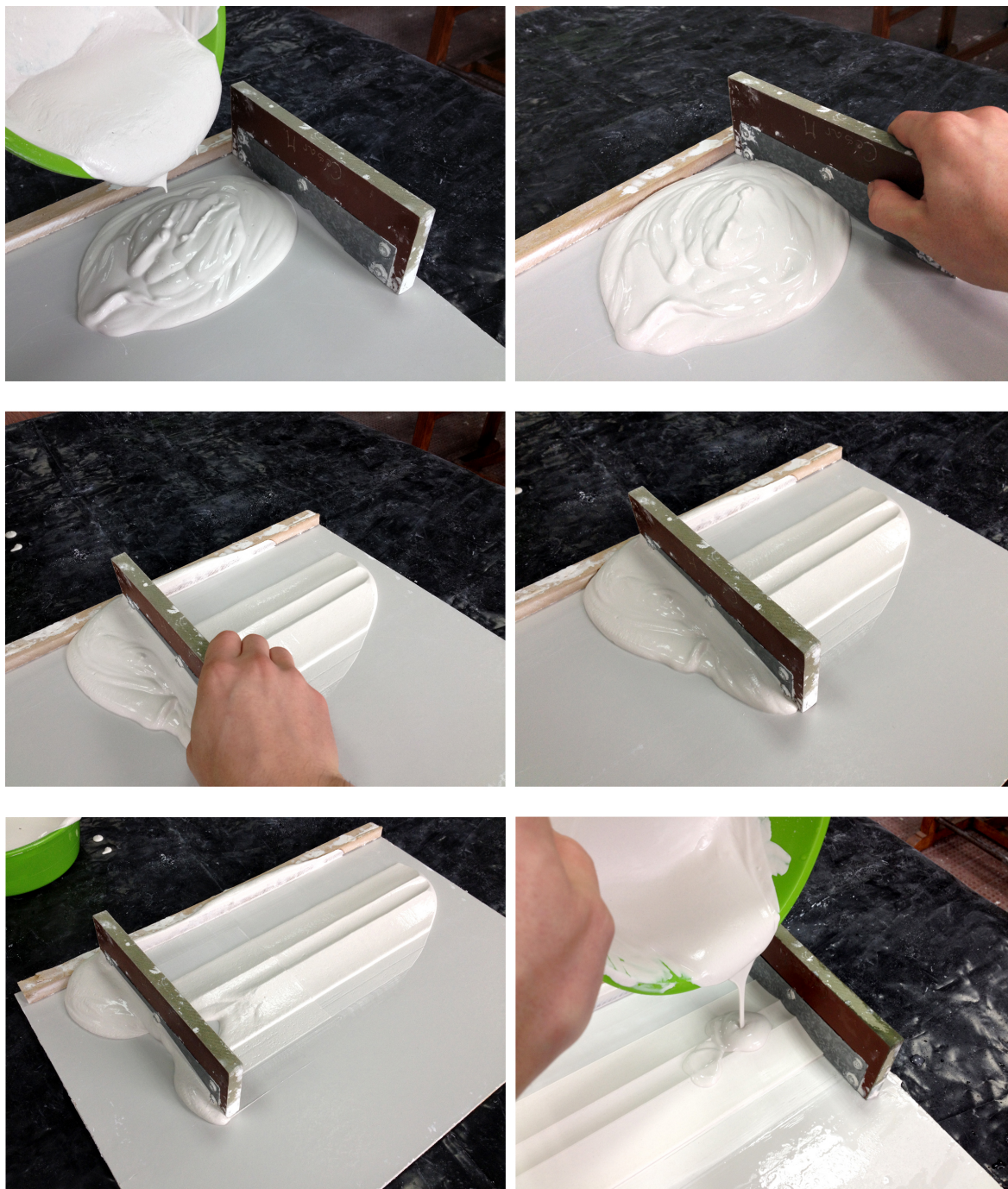


Imagem 20 - Produção do volume em gesso através da cércea por translação.

Consoante o volume e a qualidade do gesso, poderá haver uma necessidade de aplicar uma última camada de gesso menos densa para preencher pequenos espaços da peça. Se o tempo de intervalo entre a aplicação das camadas de gesso for acentuado, deve-se humedecer primeiro a peça antes de aplicar a próxima camada para o gesso aderir melhor e não fragilizar. Para essa tarefa utiliza-se um borrifador com água.

Este tipo de trabalho, origina excessos de gesso, acumulando material no fim da peça corrida. Este aglomerado de material, por vezes revela-se interessante, podendo ser aproveitado para fazer parte de eventuais composições criativas.

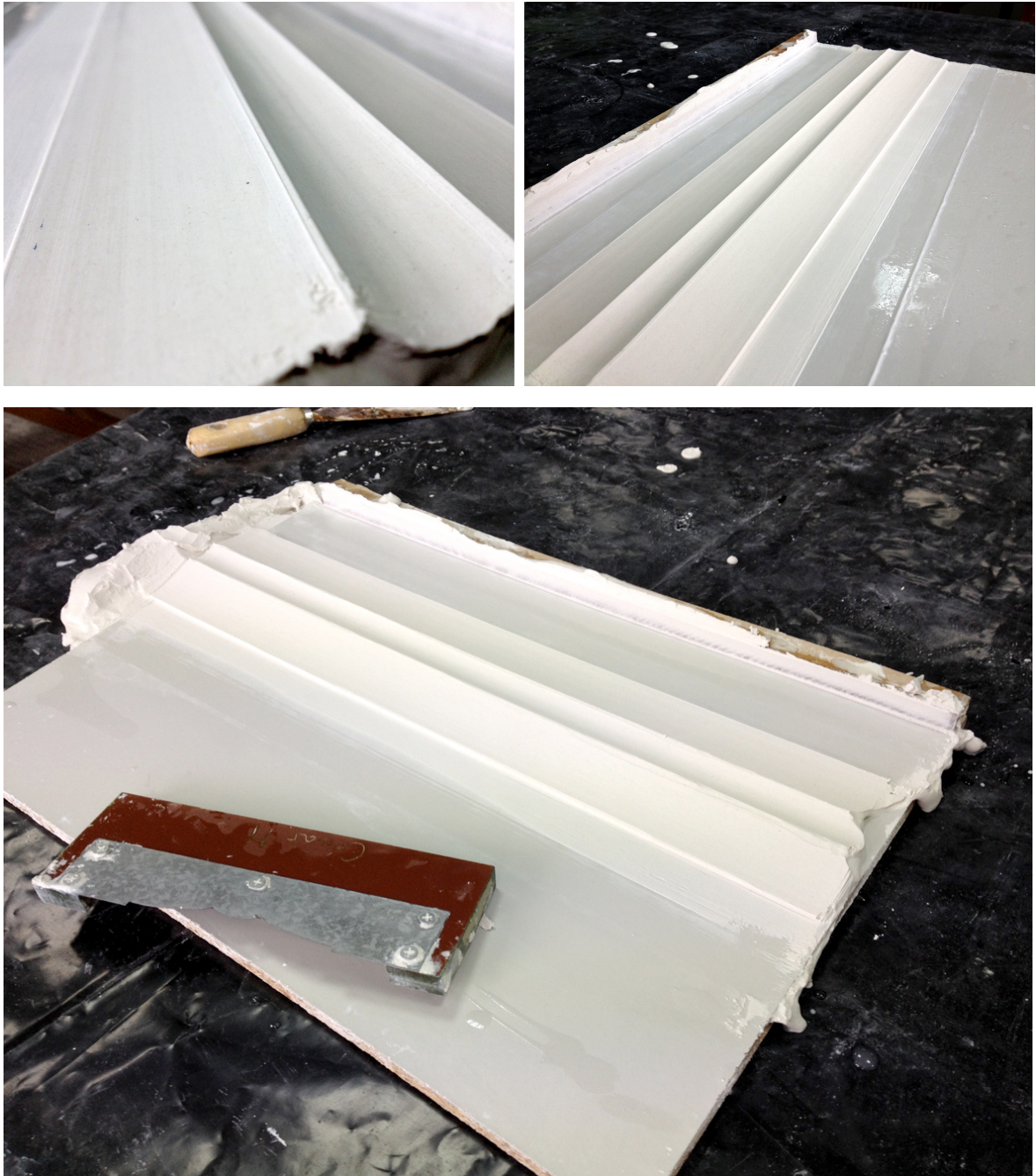


Imagem 21 - Volume em gesso obtido através da cércea por translação.

Processo produtivo dos volumes - cércea por translação

Os procedimentos de obtenção de volumes através de uma cércea por rotação são semelhantes aos procedimentos de uma cércea por translação. A diferença está no movimento da cércea e na base a utilizar.

Uma vez que a cércea está pronta a ser utilizada, é necessário preparar o suporte que servirá de base para a concepção do volume. Essa base deve ser plana, lisa e fina, como por exemplo, uma chapa de aglomerado laminado, pois facilitará o processo de desmoldar a peça.

Preparação da base

Para cada tipo de cércea é necessário um tipo de base diferente. Em relação à cércea por rotação, a base deve estar munida de uma cavidade central onde irá assentar o ponteiro da cércea formando um eixo de rotação. Para esse procedimento, aplica-se um parafuso na base, e posteriormente, aplica-se uma pequena cavidade na cabeça do parafuso através do berbequim com uma broca fina para metais. Desta forma, evita-se que a cavidade se desgaste, o que aconteceria se estivesse assente diretamente na base em aglomerado de madeira.

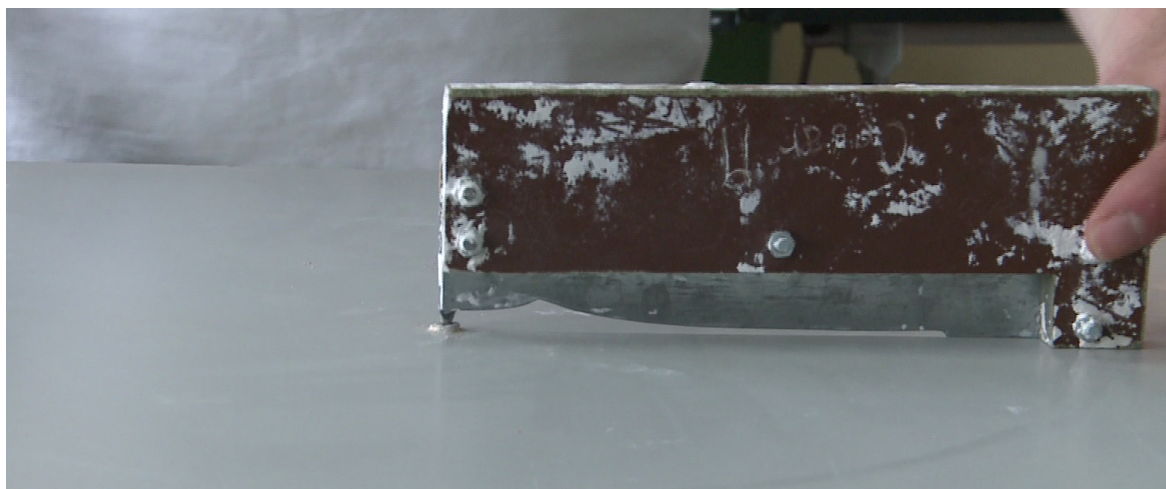


Imagem 22 - Cércea de rotação assente numa base adequada.

Produção do volume

Com uma base adequada, completamente limpa e seca, posiciona-se a cércea com o ponteiro colocada na cavidade da base, vaza-se uma dose controlada de gesso no centro da base, e realiza-se o movimento rotativo da cércea, espalhando o material e criando a primeira camada.

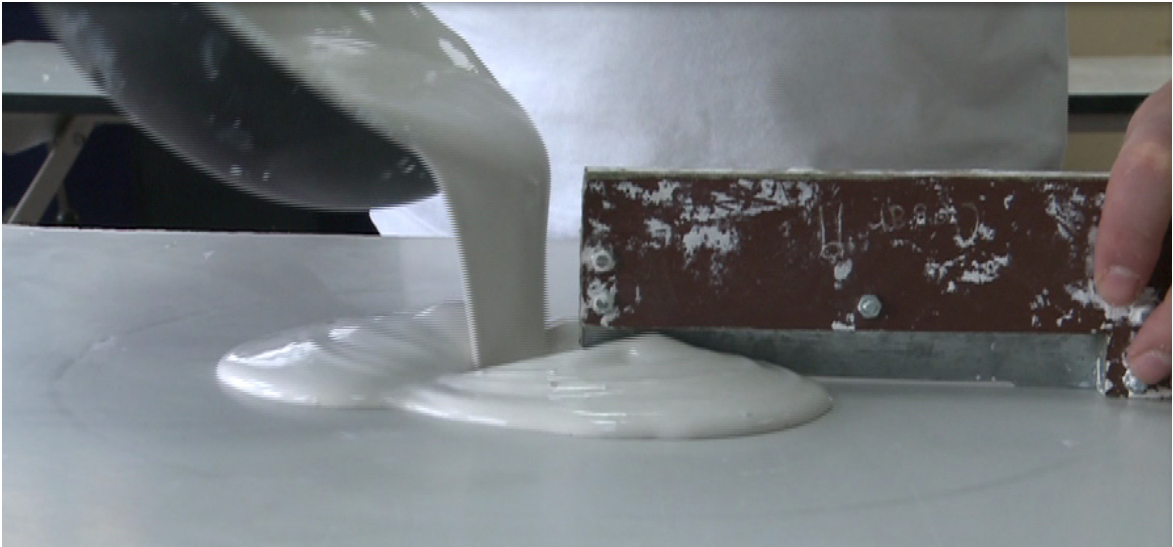


Imagem 23 - Primeiro vazamento de gesso.

Continua-se a adicionar o gesso necessário à medida que o gesso vai preenchendo os espaços e tornando visível a forma do volume.

O movimento rotativo deve ser contínuo até a peça adquirir uma certa consistência. Consoante o volume e a qualidade do gesso, poderá haver uma necessidade de aplicar uma última camada de gesso menos denso para preencher pequenos espaços da peça. Se o tempo de intervalo entre a aplicação das camadas de gesso for acentuado, deve-se humedecer primeiro a peça antes de aplicar a próxima camada para o gesso aderir melhor e não fragilizar. Para essa tarefa poderá ser utilizado um borrifador com água.



Imagem 24 - Processo de rotação da cércea.

É importante ter cuidado com o posicionamento da cércea. Esta deverá estar perpendicular à base para não haver deformações da peça, podendo mesmo criar prisões à rotação da própria ferramenta.

Após terminar a peça, esta deve repousar na base, podendo ser separada após o gesso ter aquecido e adquirido uma consistência considerável. Sendo que a secagem completa prolonga-se por alguns dias, dependendo do volume e da temperatura ambiente.

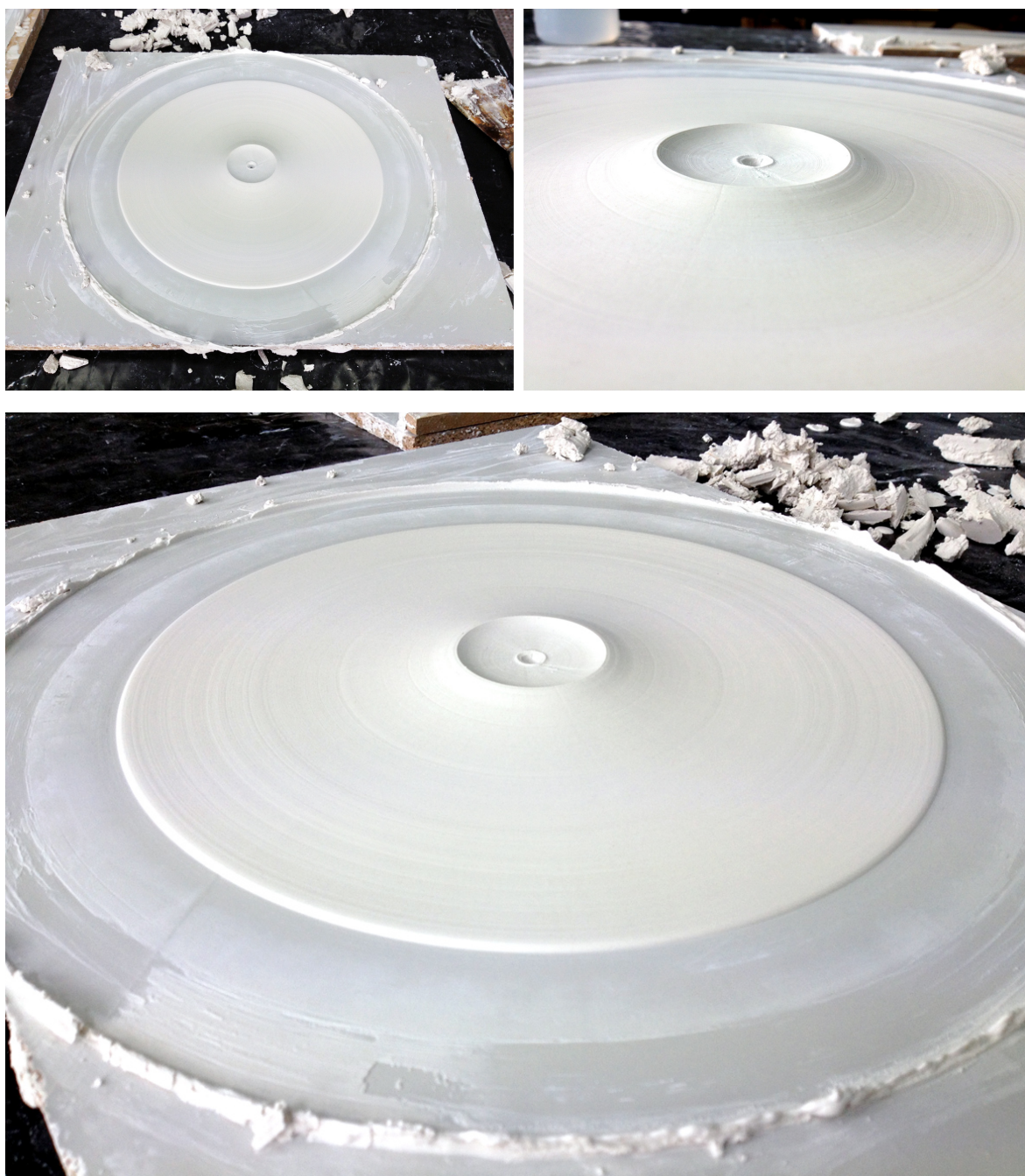


Imagem 25 - Volume obtido através da cércea de rotação.

4.3.3 Composições através do volume obtido pela cércea por translação

A partir dos volumes obtidos por intermédio das cérceas, é possível realizar-se outras composições volumétricas, dando origem a novas peças.

Dessa forma, conceberam-se duas composições através da peça obtida por a cércea de translação.

Composição A

Procurou-se conceber uma tela de superfície em relevo, formada por um conjunto de elementos moldados, dispostos sequencialmente no sentido horizontal e vertical, resultando uma estrutura tridimensional, com um efeito visual de continuidade diagonal.

Procedimentos de criação

1 – Exploração conceptual

A partir do volume obtido através da cércea de translação, explorou-se novas formas de representação volumétrica, através da divisão do volume em pequenos elementos. A conjugação desses elementos resultaram numa peça modular de grande teor volumétrico e efeito visual.

2 – Medição e corte das peças

No volume anotam-se as medidas e cortam-se os elementos necessários a utilizar, através da máquina serra de fita.

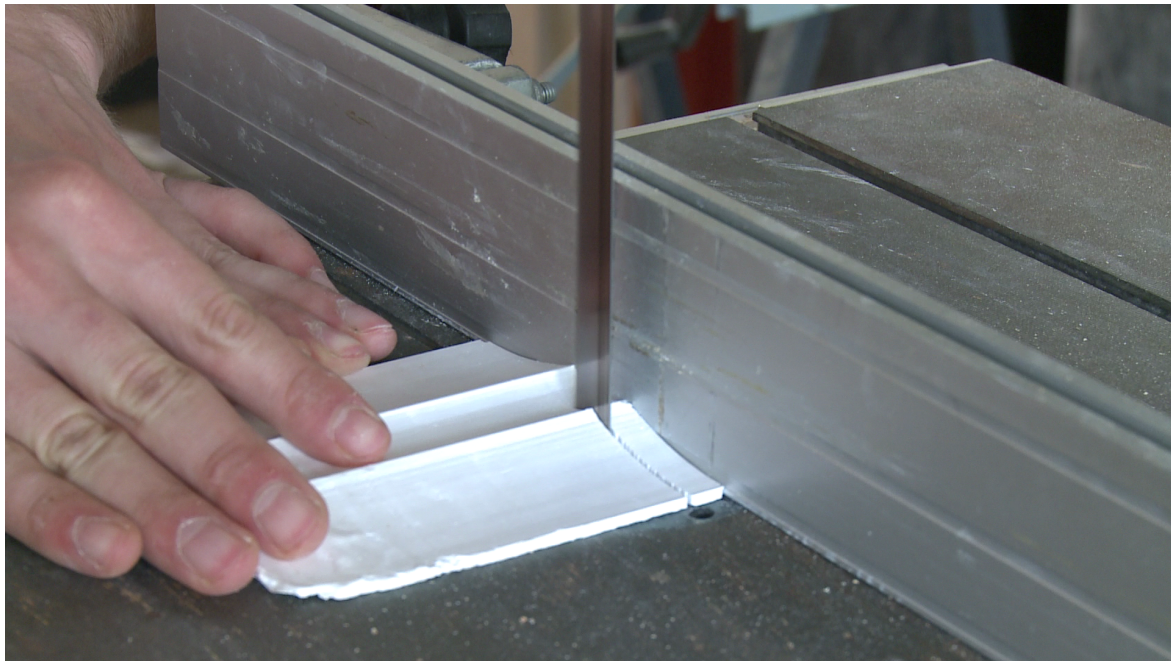


Imagem 26 - Corte da peça em gesso na serra de fita.

3 – Montagem das peças

Depois de cortadas, as peças foram coladas a uma base em MDF, de uma forma sequencial, intercaladas nos sentidos horizontal e vertical. Para este procedimento utiliza-se cola branca, pois esta permite mover a peça mesmo depois de estar em contacto com a superfície a colar.

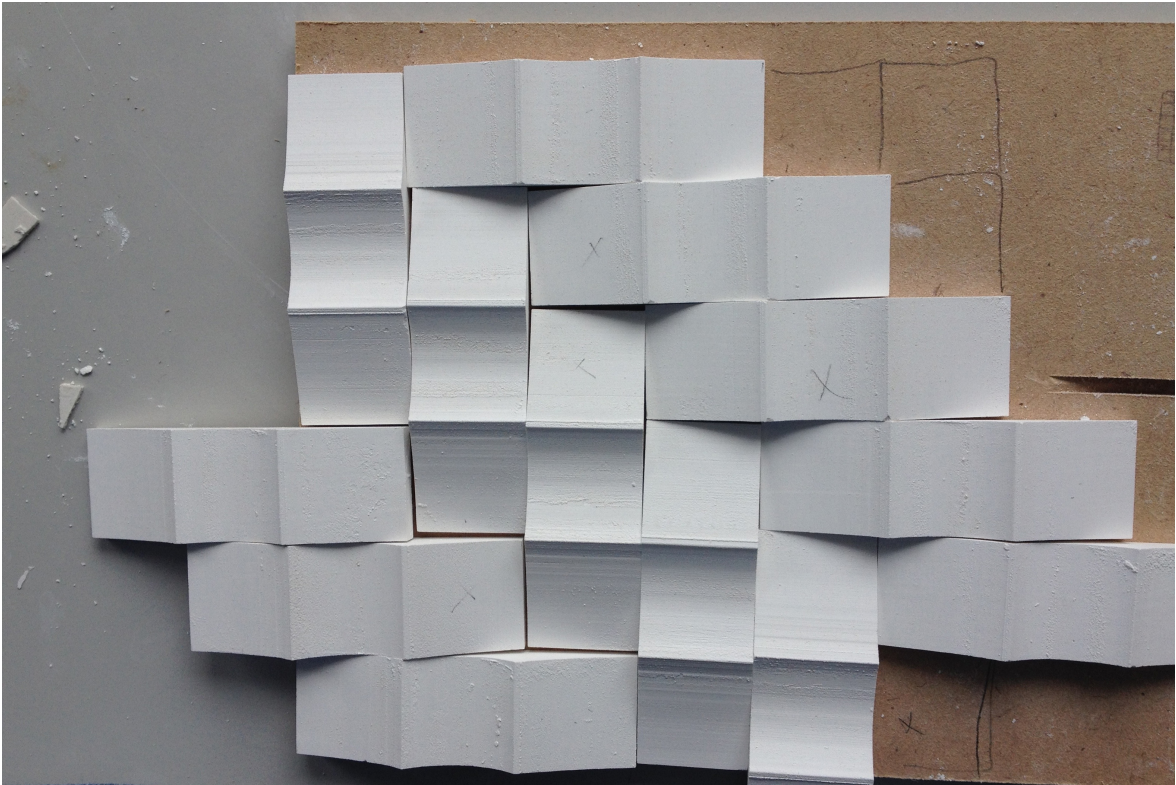


Imagem 27 - Montagem das peças.

4 - Acabamentos

A peça precisa inevitavelmente de ficar com bons acabamentos, caso contrário, todas as imperfeições serão reproduzidas no molde. Desse modo, deve-se corrigir a peça adicionando material nos sítios onde tem falta, de forma, a preencher espaços que eventualmente tenham sido danificados. Poderá ser adicionado gesso à peça com um pincel, humedecendo primeiro a zona e retirando posteriormente o excesso com o mesmo. Por fim, com a peça seca, deve ser toda lixada para regularizar toda a superfície.

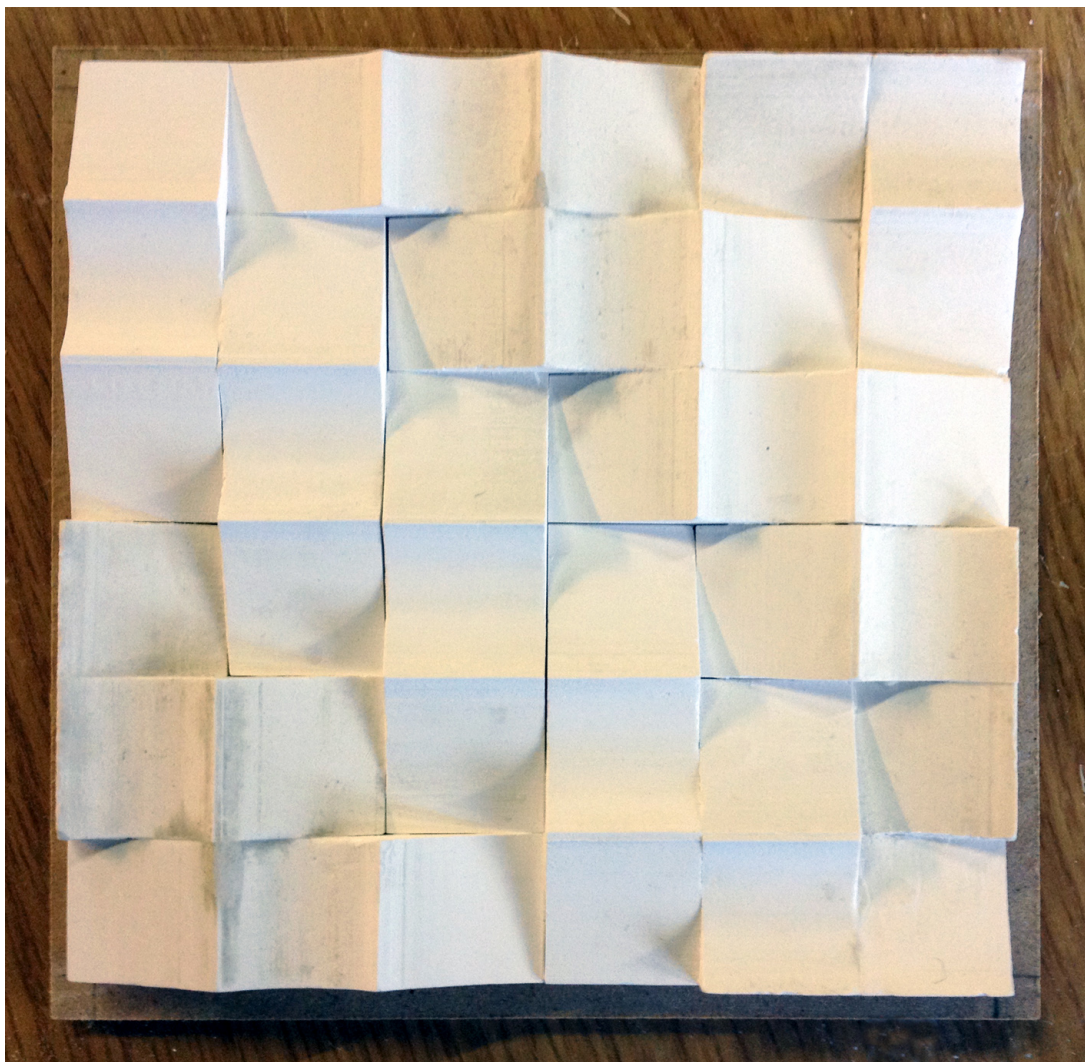


Imagem 28 - Modelo final da composição A.

Composição B

Nesta composição pretendeu-se criar uma peça modular a partir da mistura de um elemento volumétrico e uma superfície texturada. Usufruindo do volume obtido pela cêrcea de translação, conjugou-se as linhas rectas existentes com a modelação de novas formas em curvilínea no mesmo sentido direcional. A superfície suave do volume contrasta com a base texturada da peça.

Procedimentos de criação

1 – Desenho da peça

Pretendeu-se que a peça de gesso fosse um elemento simétrico. Para tal, de forma a obter a máxima precisão no corte da peça, houve a necessidade de desenhar um perfil em papel, que servisse de guia para o corte.

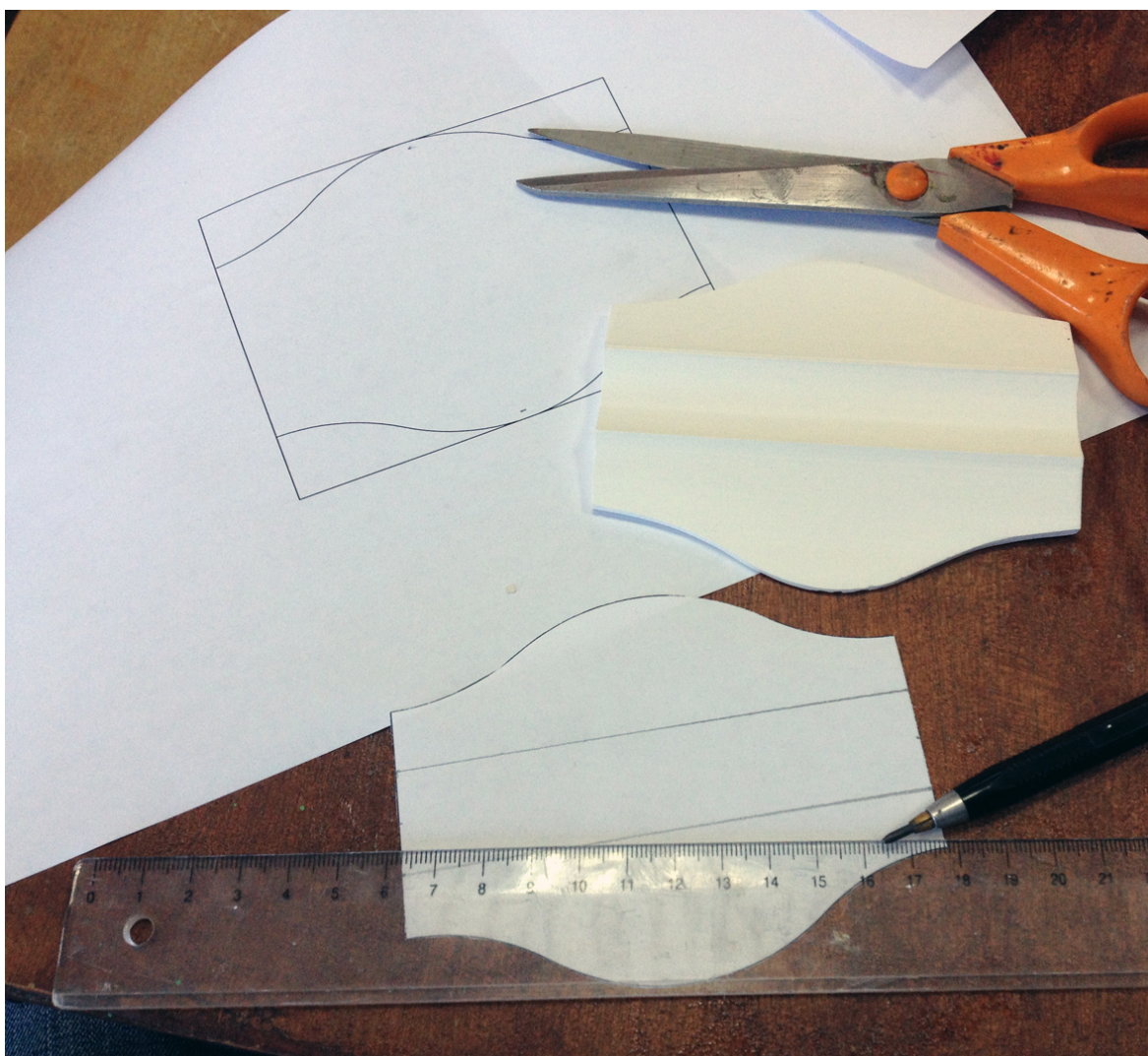


Imagem 29 - Forma em papel para auxiliar o corte da peça.

2 – Corte das peças

Com a ajuda do elemento em papel, cortam-se as peças utilizando a máquina serra de fita para cortar a forma projetada da peça.

Para a base, foi utilizada uma chapa de platex, cortada na máquina serra de braço com as devidas dimensões.

3 – Montagem das peças

Depois das peças cortadas, anotam-se as zonas de colagem na base(chapa de platex utilizando o lado texturado), e cola-se a peça de gesso com cola branca. Deve-se proceder a esta operação com máxima precaução, para que não haja desvios em relação à zona de colagem, sob consequência de a peça ficar descentrada.

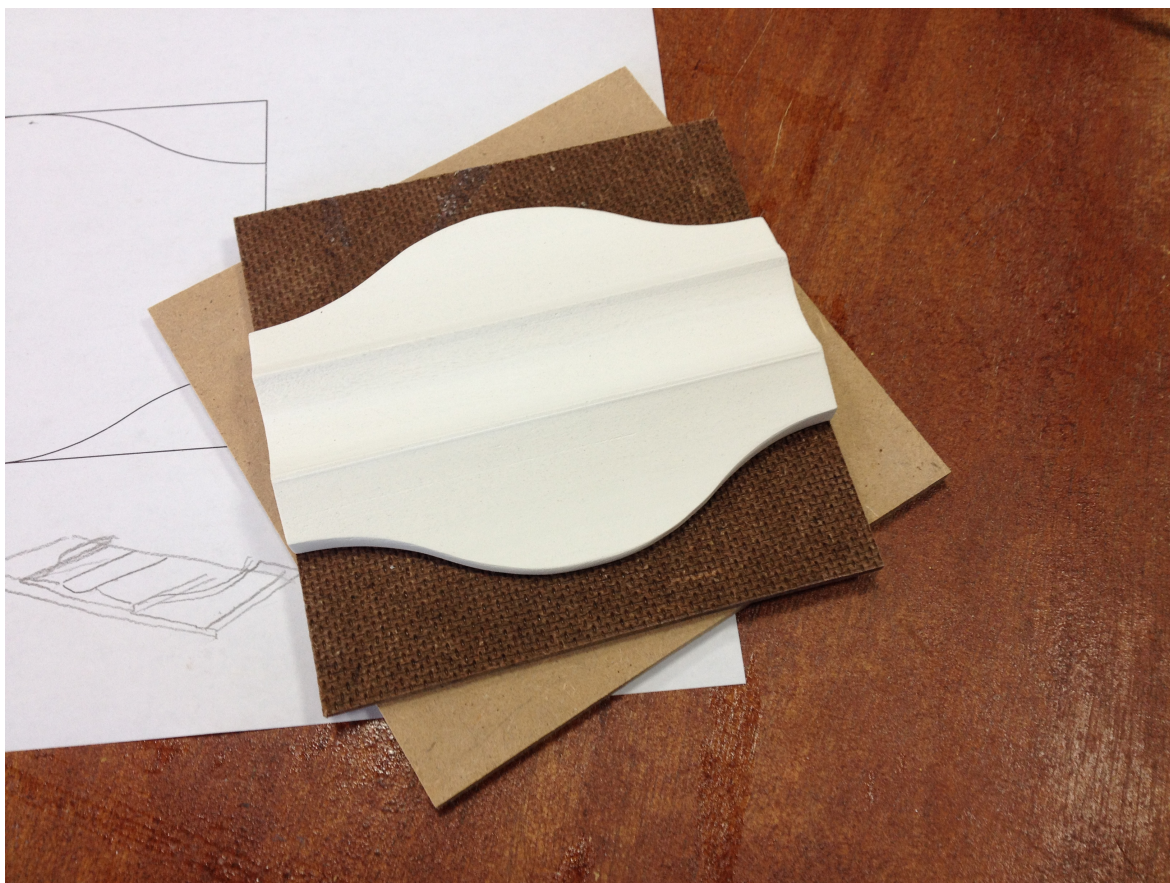


Imagem 30 - Modelo em gesso colada numa base em platex.

4 – Acabamentos

A peça em platex após o corte fica acabada, pois o acabamento por via da lixa iria eliminar a textura, da qual é pretendida para reprodução, deixando assim essa tarefa somente para a peça em gesso, no intuito de eliminar eventuais imperfeições.



Imagem 31 - Modelo final da composição B.

4.4 Criação de volumes com aglomerados de cortiça

O objectivo destas peças baseou-se na criação de uma superfície volumétrica, através da modelação de um conjunto de elementos em aglomerado composto de cortiça, que interagem entre si através da forma, cor e textura. Os elementos aplicados em conjunto formam vários tipos de padrão, consoante o posicionamento das peças.

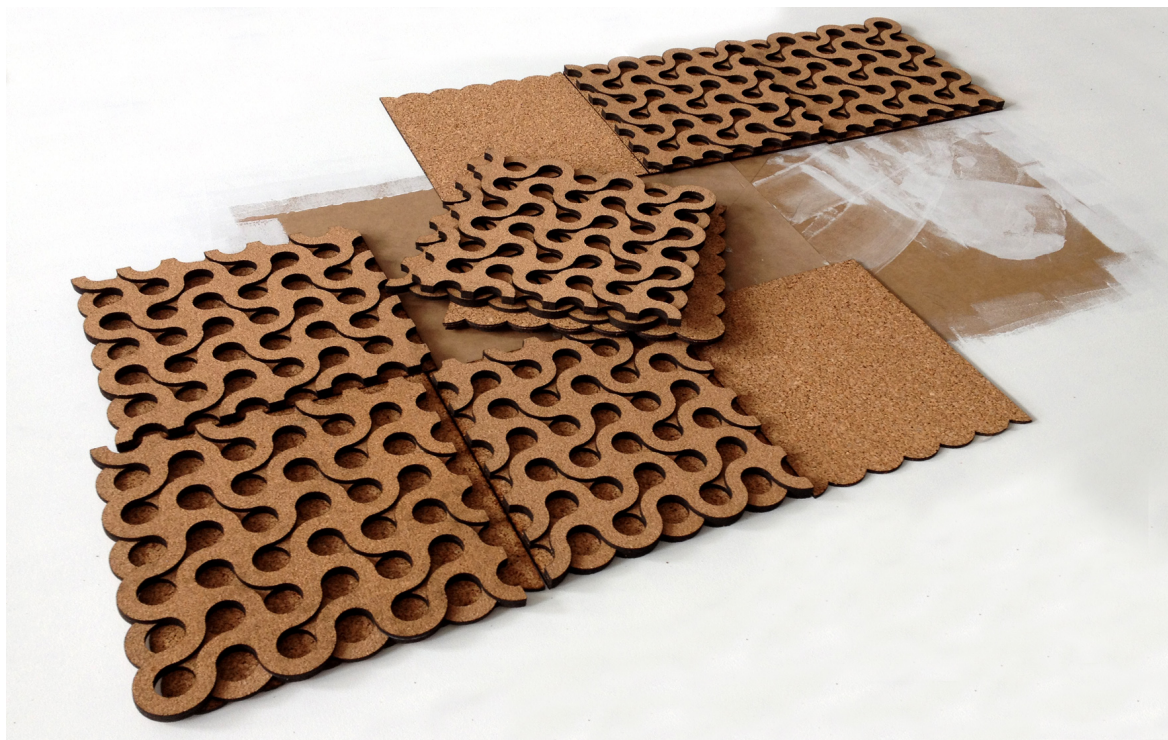


Imagem 32 - Peças em aglomerado composto de cortiça cortadas a laser.

Do desenho ao modelo, a constante revisão da ideia



Esquema 9 - Processo criativo de elementos em cortiça.

Este trabalho envolveu, na sua criação, um conjunto de fases que compreendem a adaptação do desenho à forma volumétrica, a seleção e transformação do material e os acabamentos da peça.

1 – Seleção do material

Para a concepção destes peças, optou-se por trabalhar o aglomerado composto de cortiça devido às notáveis vantagens que apresenta em termos térmico-acústicos, sensoriais e ecológicos, retardação de fogo, leveza, e também pelo facto de não absorver o pó. como também a versatilidade de manuseamento e rapidez de transformação do material.

2 – Desenho das peças

Devido ao processo de corte a laser, as formas têm que ser desenhadas num programa de desenho vectorial, neste caso, foram desenvolvidas no programa “Autocad”. Esta ferramenta permitiu delinear rigorosamente o desenho padrão, como também a sua escala. Os desenhos foram ainda planificados de uma forma contínua, para rentabilizar o tempo de corte, e consequentemente o seu custo de produção.

3 – Corte das peças

De maneira a satisfazer a produção industrial, considerou-se que o corte fosse efectuado por intermedio de uma máquina de corte a laser, uma vez que, é um processo bastante rápido e rigoroso, conferindo-lhe também um acabamento extraordinário.

Devido à alta temperatura do laser, a cortiça ao ser cortada fica com um aspecto queimado, atribuindo-lhe uma tonalidade negra, e conferindo-lhe um contraste do qual o autor poderá beneficiar.

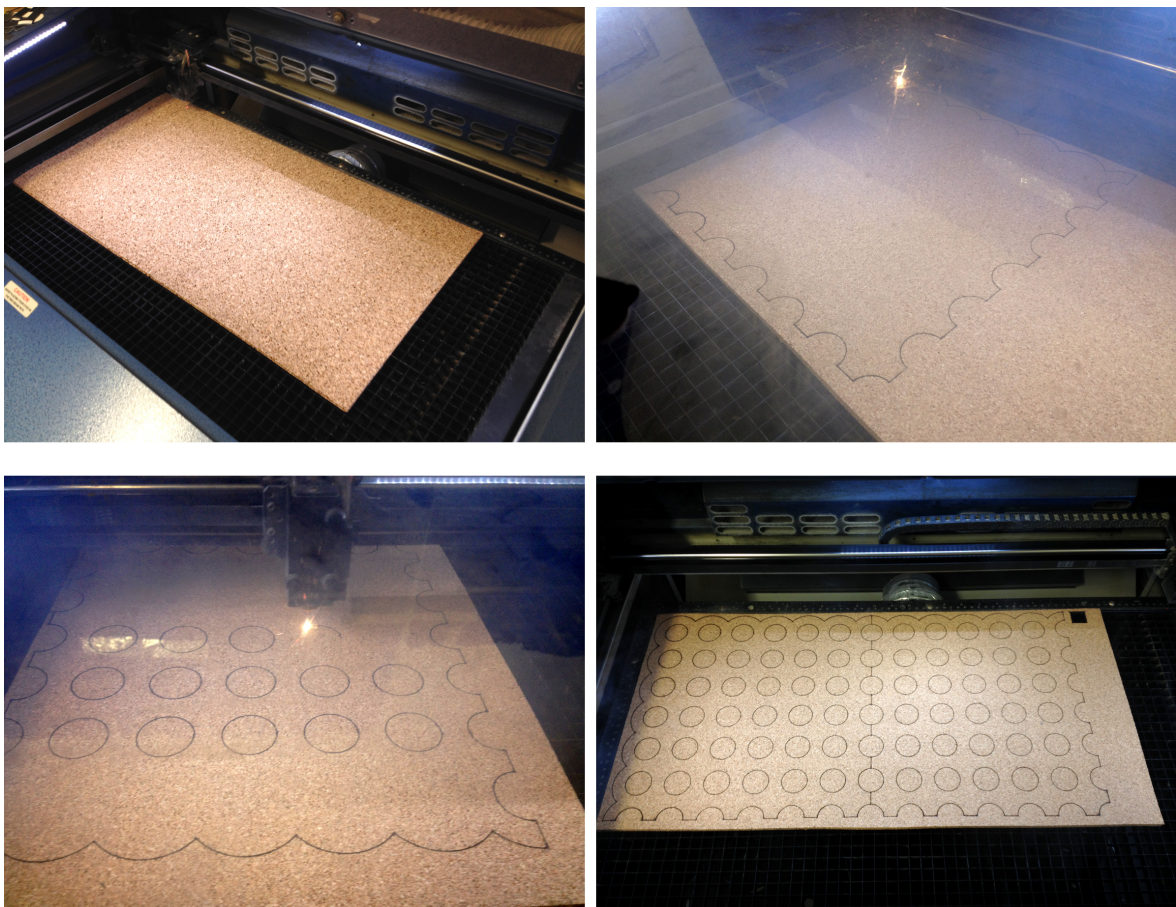


Imagem 33 - Processo de corte a laser.

4 – Colagem das peças

Para unir este tipo de material deve-se utilizar cola de contacto. Para isso, aplica-se a cola em ambas as superfícies, deixa-se secar e somente depois é que se une. Inicialmente, experimentou-se cola branca para unir os elementos, e verificou-se que com o tempo os mesmos sofriam deformações. Esta ação acontece devido à cola branca ser constituída à base de água, que com o tempo sofre contrações, que por sua vez deforma o material através da sua elasticidade.



Imagem 34 - Processo de colagem das peças com cola de contacto.

5 – Acabamentos

Este tipo de processo não requer qualquer tipo de acabamentos, uma vez que, o próprio material já contém os acabamentos de fábrica e o processo de corte a laser é bastante preciso. No entanto, o laser queima a cortiça ao mesmo tempo que a corta, atribuindo-lhe na zona de corte, um aspecto semelhante ao carvão. Caso estas superfícies estejam sujeitas ao toque, recomenda-se, após o corte, limpar com um pano húmido, de forma a não transmitir sujidade.

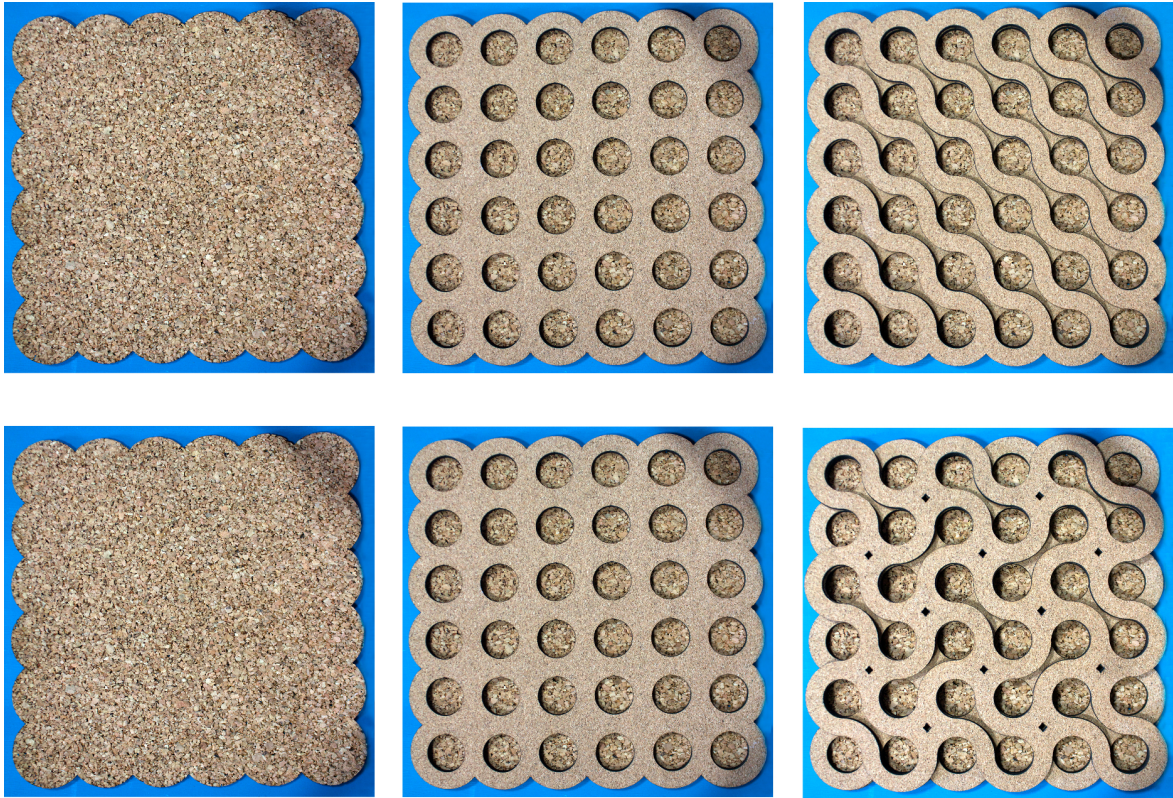


Imagem 35 - Peças em aglomerado composto de cortiça constituídas por três camadas.

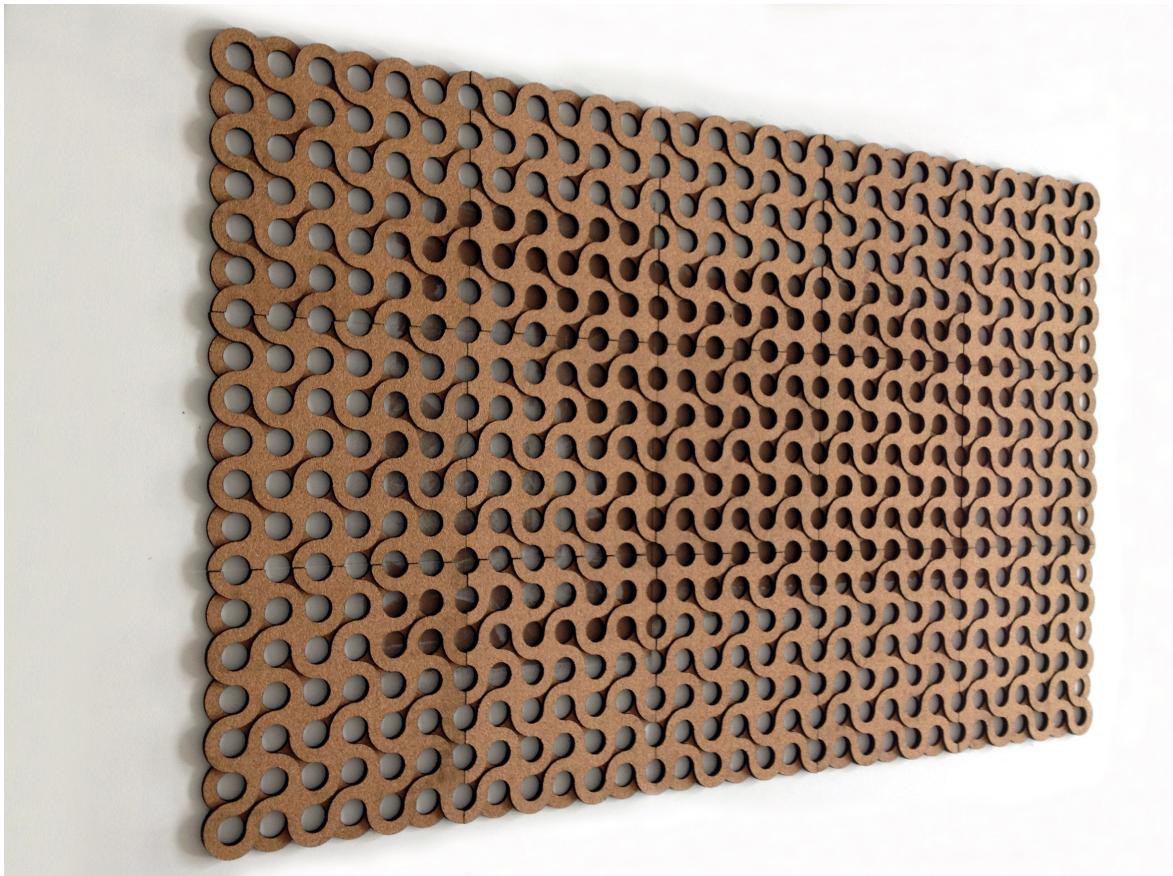


Imagem 36 - Painel constituído por peças modulares em aglomerado composto de cortiça.



Imagem 37 - Painele constituído por peças modulares em aglomerado composto de cortiça. Pormenor.

5 | Materiais e instrumentos de apoio à produção de protótipos

5.1 O gesso



Imagem 38 - Gesso em pó.

A pedra do gesso é um mineral muito abundante na natureza, formada por sulfato de cal, uma mistura de cal e ácido sulfúrico. Encontra-se essencialmente em terrenos associados a calcários, argilas e xistos argilosos.

O principal constituinte do gesso é o sulfato de cálcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). O gesso sofre um tratamento de calcinação entre 130° a 180° C perdendo desta forma parte da água que o constitui, e convertendo-se num pó instável semi-hidratado. É após este processo que o gesso adquire a propriedade de absorver a água que perdeu e de se solidificar. De seguida, o gesso é peneirado, seco e armazenado em sacos de papel. O gesso é normalmente comercializado em sacos de 25kg, e deve ser conservado num local seco, de forma a salvaguardar as suas propriedades.

O próprio processo de fabrico define a sua utilidade – construir. Este material de construção é essencialmente aplicado no espaço interior, em revestimentos de paredes e tectos, como também na confecção de moldes para produção de peças cerâmicas, devido as suas propriedades:

- fácil manuseamento;
- estabilidade dimensional;
- conceber volumetrias de alto e baixo-relevo;
- capacidade de pormenorização;
- propriedades higroscópicas;
- reproduzir texturas;
- anti-fogo;
- durabilidade.

O gesso tem ainda a vantagem de ser um produto de baixo custo, o que torna a sua aplicação economicamente viável.

É importante que as peças mantenham as suas propriedades por períodos de tempo tão longos quanto possível, para isso é importante manterem a boa capacidade de resistência mecânica. Os factores que influenciam diretamente o tempo de vida útil de uma peça são:

- qualidade do gesso;
- armazenagem;
- relação entre a quantidade de água e gesso na formação da pasta;
- tempo e velocidade de mistura;
- secagem.

O armazenamento constitui num dos factores mais importantes, pois não basta ter um gesso de boa qualidade, se não estiver armazenado em condições que mantenha as suas propriedades essenciais. Para tal, os sacos devem estar empilhados sobre um paletes de madeira, de forma a possibilitar uma melhor circulação de ar, num local de pouca humidade e com uma temperatura ambiente entre os 10° e 20° C.

O gesso é relativamente fácil de trabalhar com ferramentas de metal e também com lixa. O gesso pode ser utilizado para criar detalhes complexos no espaço interior, podendo estes ser geométricos ou naturalistas. Estas características tornam o gesso apropriado para acabamentos. Além disso, o gesso liberta vapor de água quando

exposto à chama, agindo assim como retardador de propagação de fogo, num determinado espaço de tempo consoante a espessura das peças.

5.1.1 Preparação da pasta

Para o fabrico da massa de gesso é necessário utilizar recipientes limpos, de forma a não permitir a inclusão de partículas externas à mistura.

Inicia-se com o enchimento do recipiente com água, acrescentando o gesso, filtrando com as mãos para que não forme caroços ou grumos, até formar uma pequena ilha de três ou quatro centímetros de altura. O tempo de adição deve ser constante para garantir a uniformidade da mistura durante a junção. A relação de quantidade entre a água e o gesso varia consoante a finalidade a obter, sendo que, dentro de uns limites percentuais, quanto mais gesso for adicionado à água maior será a sua resistência mecânica (maior tempo de vida útil), diminuindo, no entanto, o seu grau porosidade.



Imagem 39 - Mistura de gesso com água.

De seguida, mexe-se bem durante cerca de três minutos, sempre no mesmo sentido e a uma velocidade constante para que a massa fique homogénea. Poderá ser necessário eliminar eventuais grumos que se formam em contacto com a água. Deve-se ter atenção ao tempo de diluição, pois caso seja reduzido resultará numa massa com menor resistência mecânica. Uma vez diluída a mistura, bate-se no recipiente para eliminar eventuais bolhas de ar do seu interior. Desta forma, a massa do gesso está pronta a ser utilizada.

O gesso e a água depois de misturados, transitam de um estado fluído para uma estado denso, e este processo demora em média vinte minutos, dependendo da qualidade do gesso utilizado. Durante a secagem o gesso liberta calor, chamada de reação exotérmica, dilatando-se de forma a adaptar-se perfeitamente à forma do modelo.

O processo de secagem poderá levar vários dias, consoante a humidade e a temperatura ambiente, e também o volume da peça. No entanto, é possível encurtar o tempo de secagem aquecendo o molde, desde que não se ultrapasse a temperatura de 50° C.

5.2 Borracha de silicone

As borrachas de silicone são produzidas industrialmente variavelmente a finalidade de aplicação. Neste caso, trata-se de uma pasta de verter, bastante viscosa. Esta borracha constitui num excelente material para produção de moldes, oferecendo fidelidade de cópia de alta precisão. A grande flexibilidade, elasticidade e resistência ao rasgamento, como também as suas propriedades anti-aderentes, permite desmoldar e facilmente e contribuem para uma maior durabilidade da qualidade do molde.

O fabrico do molde em silicone resulta da mistura da borracha de silicone com um catalisador, normalmente comercializado em conjunto com a borracha de silicone. Quando se efetua essa mistura, dá-se início a um processo químico chamado de RTV (Room Temperature Vulcanizing – Vulcanização a Temperatura Ambiente). Esta reação química passa por duas fases: o *tempo de gel*, quando o silicone fica gelatinoso, e o *tempo de cura*, quando a peça fica endurecida. O tempo de vulcanização¹³ da borracha pode variar entre dez a vinte horas.¹⁴

A borracha de silicone e o catalisador são produtos químicos, pelo que se deve ter um máximo cuidado, de forma, a não permitir o seu contacto com a pele ou olhos, e

¹³ Tratamento necessário para criar ligações cruzadas entre cadeias moleculares de elastómeros e para lhes conferir as energias mecânicas requeridas.

¹⁴ FAGUNDES, Arlindo - *Manual Prático de Introdução à Cerâmica*. Lisboa: Editorial Caminho, 1997, p. 104.

deve-se trabalhá-los num espaço ventilado. Estes produtos têm um custo relativamente elevado, por isso, não se utilizar ferramentas pontiagudas para extrair as peças dos moldes, nem exceder a sua elasticidade, para não deforma-lo, e conseqüentemente inutiliza-lo. Desta forma, prolongar-se-á a vida útil do molde.

5.2.1 Preparação da pasta

Para cada borracha de silicone existe um catalisador específico que desencadeará um processo de vulcanização a frio. É importante seguir rigorosamente as indicações do fabricante, de forma, a obter um produto de qualidade. Neste caso, utilizou-se uma borracha de silicone que catalisa a 5%. Em primeiro lugar, deve-se mexer bem a borracha de silicone para homogeneizar todos os componentes integrantes. De seguida, verte-se a quantidade necessária a utilizar para um recipiente. Adiciona-se o catalisador, 5% da quantidade de borracha de silicone utilizada. Pode-se utilizar vários elementos de medição, desde que possibilite controlar rigorosamente a quantidade a medir, neste caso, utilizou-se uma seringa.



Imagem 40 - Mistura do catalisador com o silicone.

Durante a mistura da pasta com o catalisador, ocorrem reações químicas que provocam a libertação de bolhas gasosas, este será o maior problema a colmatar na produção deste tipo de molde. Deve-se, portanto, misturar suavemente os componentes até obter uma pasta homogênea, minimizando a formação de bolhas.



Imagem 41 - Borracha de silicone pronta a utilizar.

5.3 Desmoldantes

Os desmoldantes são materiais utilizados para prevenir danificações que possam ocorrer na separação dos elementos, excepto no caso de moldes em silicone que não requerem qualquer tipo de desmoldante. A sua função é de impermeabilizar os vários tipos de materiais utilizados nos moldes, modelos ou cofragem, evitando que eles se colem uns aos outros, após o contacto por vazamento. Deve-se então criar sobre o molde ou modelo uma camada isolante muito fina e homogénea, para que não subtraia volume à peça. O tipo de desmoldante deve ser escolhido de acordo com o que se julga ser mais adequado ao material do molde e/ou modelo utilizado, de forma, a prevenir que o gesso adira. A aplicação de um desmoldante insuficiente, no trabalho que está a ser desenvolvido, e que se pretende desmoldar, pode por em risco todo esse trabalho. Recomenda-se que antes da utilização num determinado trabalho, se faça um teste para averiguar a qualidade do desmoldante que se vai aplicar.

Seja qual for, o produto final deve apresentar uma consistência de um óleo fluído. Na tabela 1, pode-se verificar os desmoldantes utilizados para a separação das peças construídas em gesso, e os seus resultados.

Tabela 1 - Desmoldantes utilizados e seus resultados.

APLICAÇÃO	DESMOLDANTE	MATERIAL (MODELO/MOLDE)	RESULTADO
Gesso	Vaselina	Gesso	Insuficiente. Apesar de ambas as peças não se soldarem, é necessário exercer bastante força para separá-las, o que na maior parte das vezes danifica as peças. Deve-se utilizar uma solução de sabão azul, ou uma solução em potassa.
Gesso	Vaselina	MDF	Eficaz. Aplicar uma camada fina, eliminando todos os excessos.
Gesso	Óleo W40	Folha natural	Eficaz. Seja qual for o desmoldante, a folha é irrecuperável, mas o óleo permite separar bem as peças sem danificar a textura a extraída.
Gesso	Vaselina	Fita-cola lisa	Eficaz. Aplicar uma camada fina, eliminando todos os excessos.
Gesso	Vaselina	Fita-cola esponjosa	Eficaz. Aplicar uma camada fina, eliminando todos os excessos.
Gesso	Óleo W40	Tecido - Nylon	Muito bom. Separação de fácil execução, mantendo todas as características inalteráveis.
Gesso	Óleo W40	Tecido - Linho	Muito bom. Separação de fácil execução, mantendo todas as características inalteráveis.

5.4 A cofragem

A cofragem é uma forma ou molde para a construção de elementos em gesso. É extremamente importante que seja produzida com bastante rigor, a uma esquadria de 90°, para as peças produzidas nela encaixem entre elas.

Optou-se por construir uma cofragem em MDF Hidrófugo, por ser resistente à humidade prolongando o seu ciclo de vida.

A cofragem é constituída por duas peças iguais em forma de L, ligadas por parafusos através de duas cantoneiras, de forma, a poderem ser separadas lateralmente e não danificarem a peça concebida.

Contém ainda uma marca em altura nas paredes interiores, delimitando a quantidade de gesso a vazar, para que as peças produzidas tenham a mesma espessura.

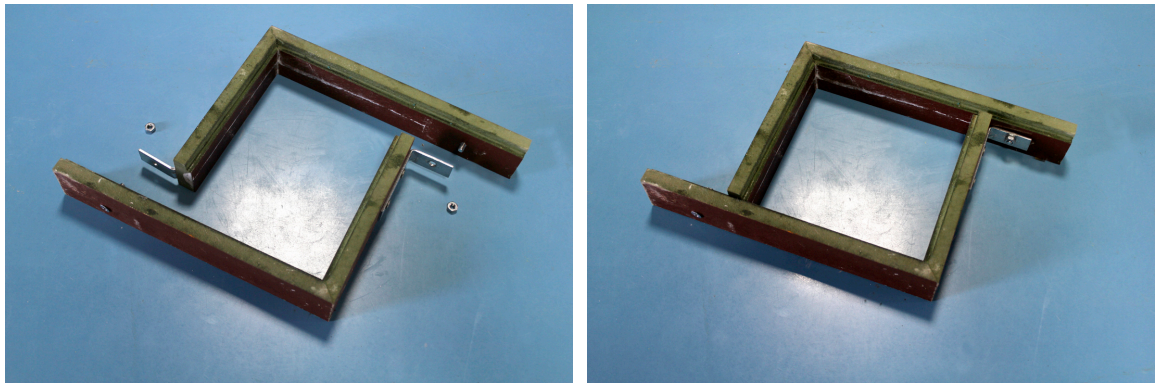


Imagem 42 - Cofragem para produção de moldes.

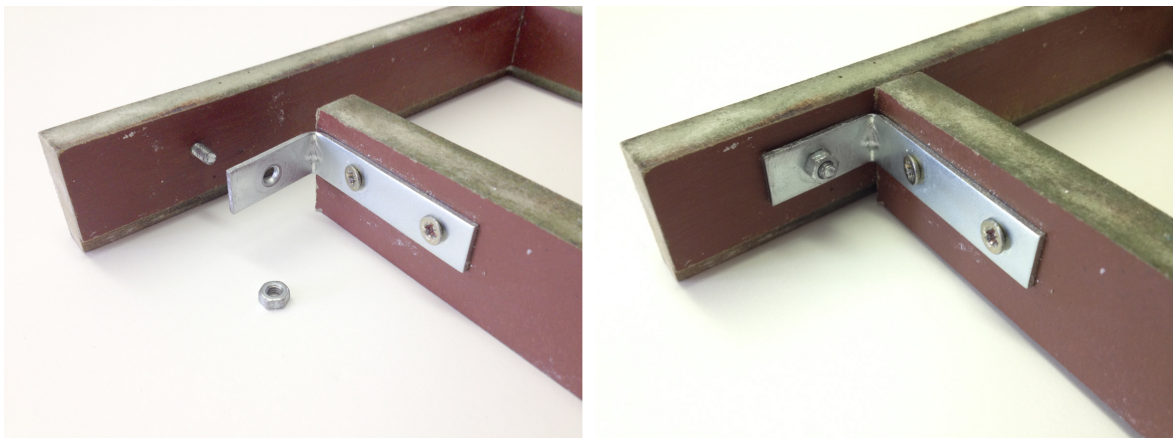


Imagem 43 - Pormenor de encaixe da cofragem.

6 | Desenvolvimento de protótipos e processo de reprodução

A partir dos modelos obtidos por diversos materiais (capítulo 4), estabeleceram-se métodos de produção para a concepção dos elementos volumétricos a incorporar no espaço interior.

O vazamento de gesso sobre os modelos revelou-se um processo eficaz na transferência dos volumes e texturas para os protótipos. Como já foi referido, o gesso tem a capacidade notável de reproduzir composições e pormenores, o que tornou a sua utilização preponderante.

Contudo, este processo requer a aplicação de material desmoldante, que permita separar as peças sem que estas se danifiquem. Consoante os materiais utilizados na construção do modelo, é considerado o desmoldante adequado.

De seguida, são apresentados os processos produtivos utilizados para cada modelo, assim como os seus resultados e aplicações dos produtos.

6.1 Composições em MDF



Esquema 10 - Processo produtivo de elementos em MDF.

Desmoldante: Vaselina. Eliminar os excessos, para que não sejam reproduzidos posteriormente no gesso.

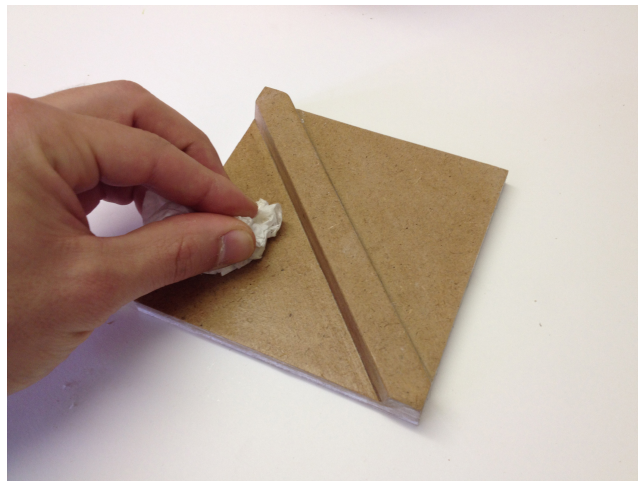


Imagem 44 - Aplicação de vaselina no modelo em MDF.

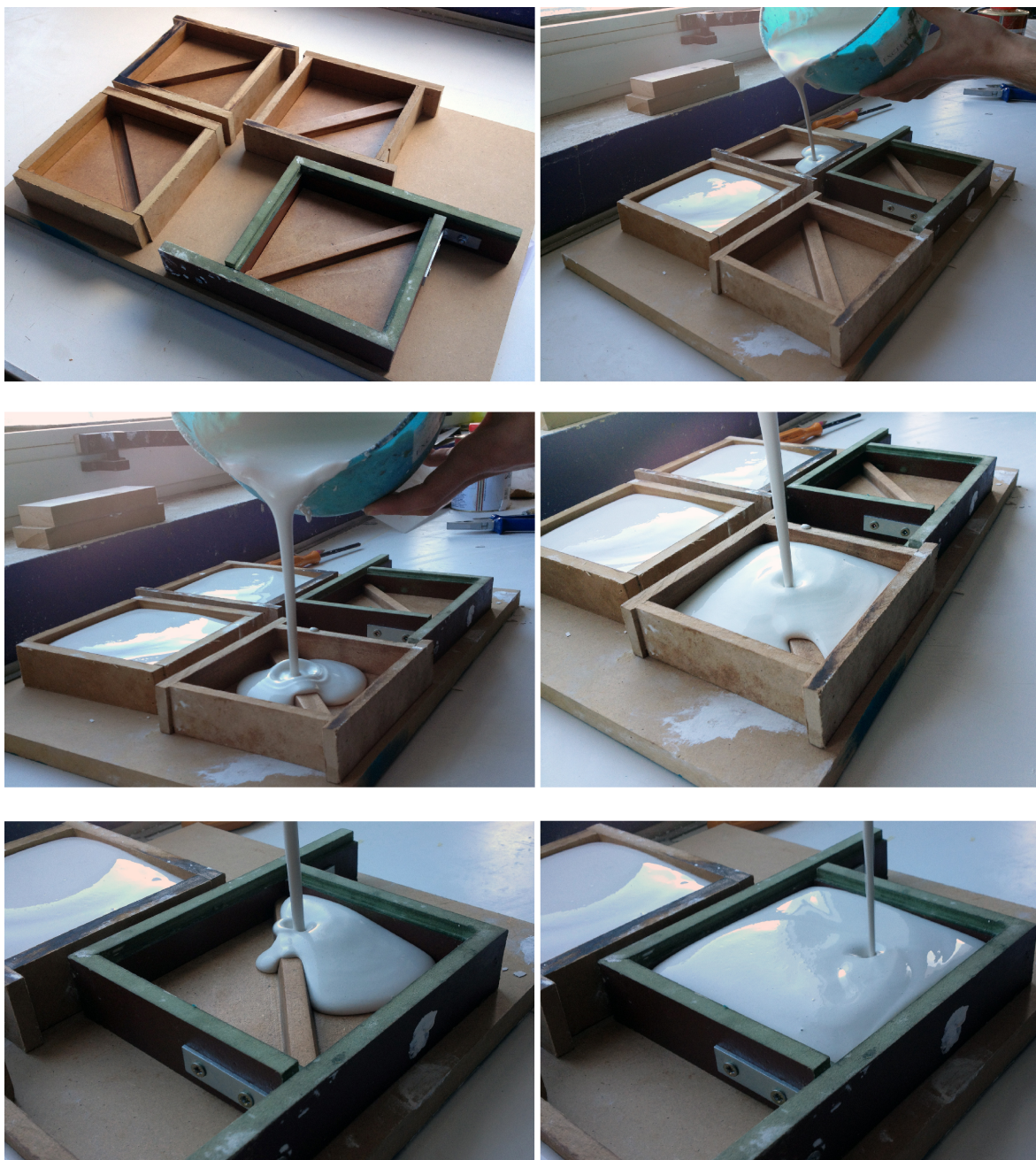


Imagem 45 - Vazamento de gesso sobre elementos em MDF.



Imagem 46 - Secagem do gesso nos moldes. Desmolde das peças.

Resultados e aplicação dos produtos



Imagem 47 - Vista frontal das peças em gesso.

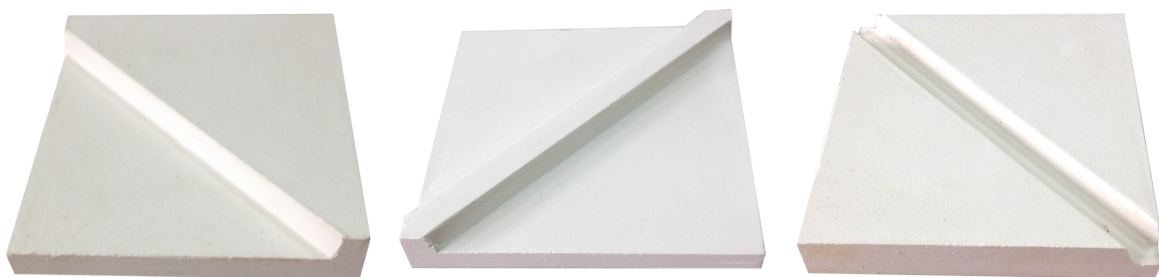


Imagem 48 - Protótipos em gesso.

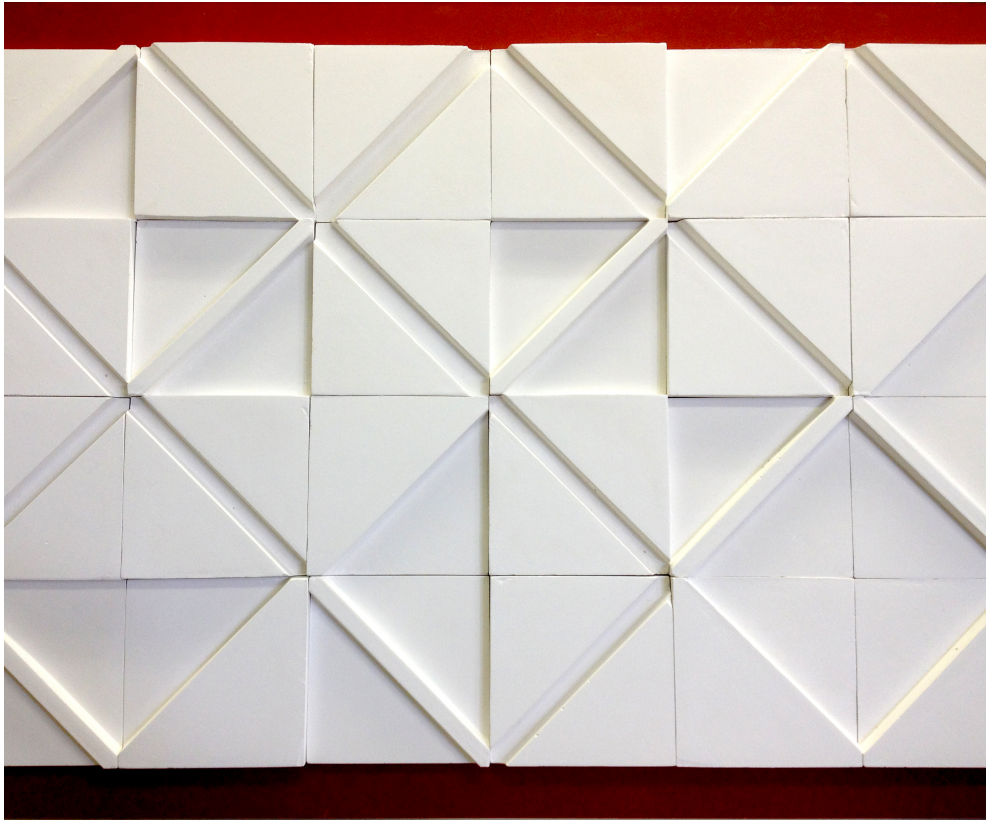


Imagem 49 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Vista frontal.



Imagem 50 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Perspectiva.

6.2 Composições com elementos autocolante



Esquema 11 - Processo produtivo de elementos autocolante.

Desmoldante: Vaselina. Eliminar os excessos, para que não sejam reproduzidos posteriormente no gesso.

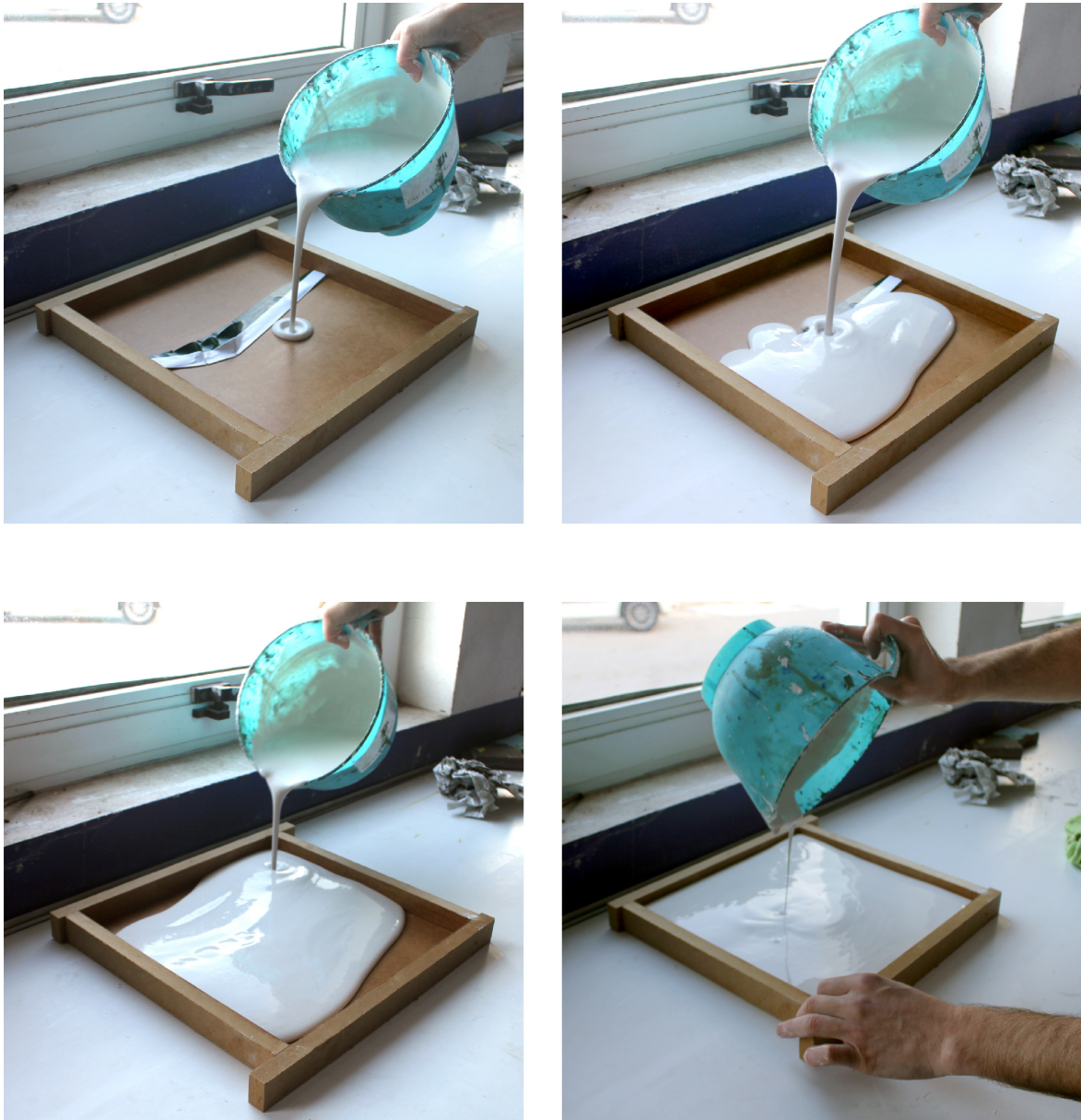


Imagem 51 - Vazamento de gesso sobre o elemento autocolante.

Resultados e aplicação dos produtos

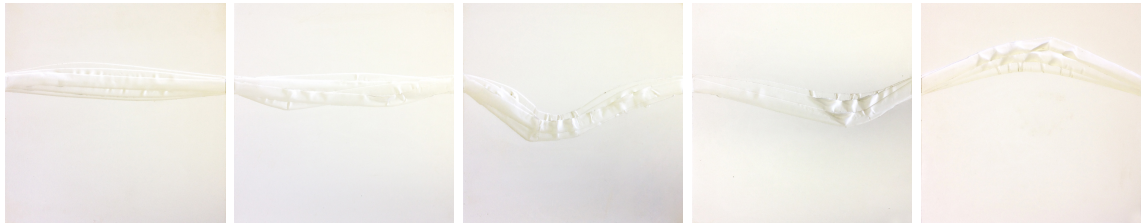


Imagem 52 - Protótipos em gesso. Vista frontal.



Imagem 53 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Perspectiva.

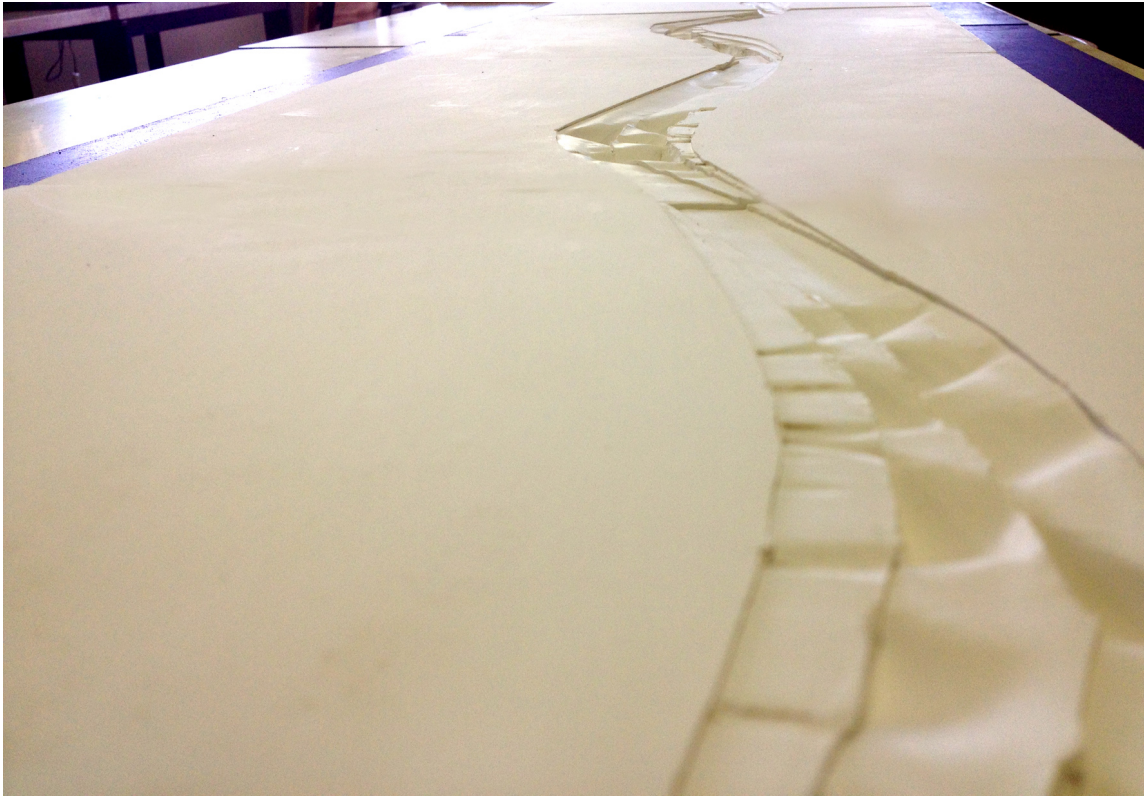


Imagem 54 - Painel construído a partir das peças obtidas em gesso. Pormenor.

6.3 Composição através de elementos têxteis - Tecido



Esquema 12 - Processo produtivo de elementos em tecido de linho.

Desmoldante: Óleo.

Neste tipo de processo, o desmoldante deve ter uma composição líquida, uma vez que se pretende reproduzir a textura do tecido, caso contrário, a utilização de uma gordura densa eliminaria a textura e comprometeria o trabalho. Dessa forma, utilizou-se óleo lubrificante “WD-40”, pois a sua composição química não danifica o tecido.



Imagem 55 - Desmolde da peça em gesso obtida pelo modelo em tecido de linho.

Resultados e aplicação dos produtos



Imagem 56 - Vista frontal da peça em gesso.



Imagem 57 - Protótipo em gesso.

6.4 Composição através de elementos têxteis - Cordão



Esquema 13 - Processo produtivo de elementos em corda de nylon.

Como o objectivo deste processo era reproduzir o volume positivo da corda, houve a necessidade de criar um molde para posteriormente ser vazado o gesso. O molde foi produzido em borracha de silicone, o que permitiu desmoldar facilmente a peça, devido à borracha de silicone ser bastante flexível e não aderir aos materiais utilizados no modelo.

Para a produção do molde em silicone, é necessário que os modelos tenham ainda uma base de dimensões maiores para formar as paredes do molde em silicone. Dessa forma, poderá ser utilizada uma base em MDF que tenha uma margem lateral superior a 5mm em relação à base do modelo. A medida desta margem será a espessura da parede do molde em silicone.

Este tipo de molde também ultrapassou a dificuldade na reprodução dos múltiplos da peça, já que o modelo possui elevada pormenorização relativamente à textura da corda, que muito dificilmente seria possível conservar num molde produzido em outro material.

Procedimentos

1 - Preparação da superfície de contacto

Neste caso, a borracha de silicone será vertida sobre uma corda de nylon e MDF, materiais aos quais não aderem, permitindo dessa forma desmoldar facilmente a peça a conceber. É muito importante que a peça original esteja completamente limpa, livre de poeira ou gordura, e principalmente que tenha um bom acabamento, pois as imperfeições serão copiadas na integra para o molde. Não é possível obter um bom molde através de um mau modelo.

2 – Conceber a cofragem

É necessário produzir uma cofragem para formar as paredes laterais do molde, deixando uma margem mínima de cinco milímetros das laterais e altura, entre a peça original e a cofragem, para oferecer boa resistência e evitar que o molde se rasgue na altura de desmoldar a peça. Poderá ser produzido em vários materiais dos quais a borracha de silicone não adere, neste caso, foi elaborada em MDF, com um sistema de encaixe que permite separar as paredes lateralmente.

3 – Fixar o modelo à cofragem

O modelo previamente colado a uma base, com as mesmas dimensões do interior da cofragem, é fixado na parte inferior desta. As peças devem estar bem apertadas, devido ao poder de penetração da borracha de silicone.

4 – Aplicar o silicone

O apoio (mesa) onde irá ser produzido o molde deve estar rigorosamente nivelado, de forma a obter uma superfície plana.

Verte-se a mistura até atingir a altura necessária. Este procedimento deve ser realizado de cuidadosamente, para preencher todos os espaços. Caso seja necessário, pode-se utilizar uma ferramenta suave, que não danifique o modelo, e ajude a preencher todas as reentrâncias.

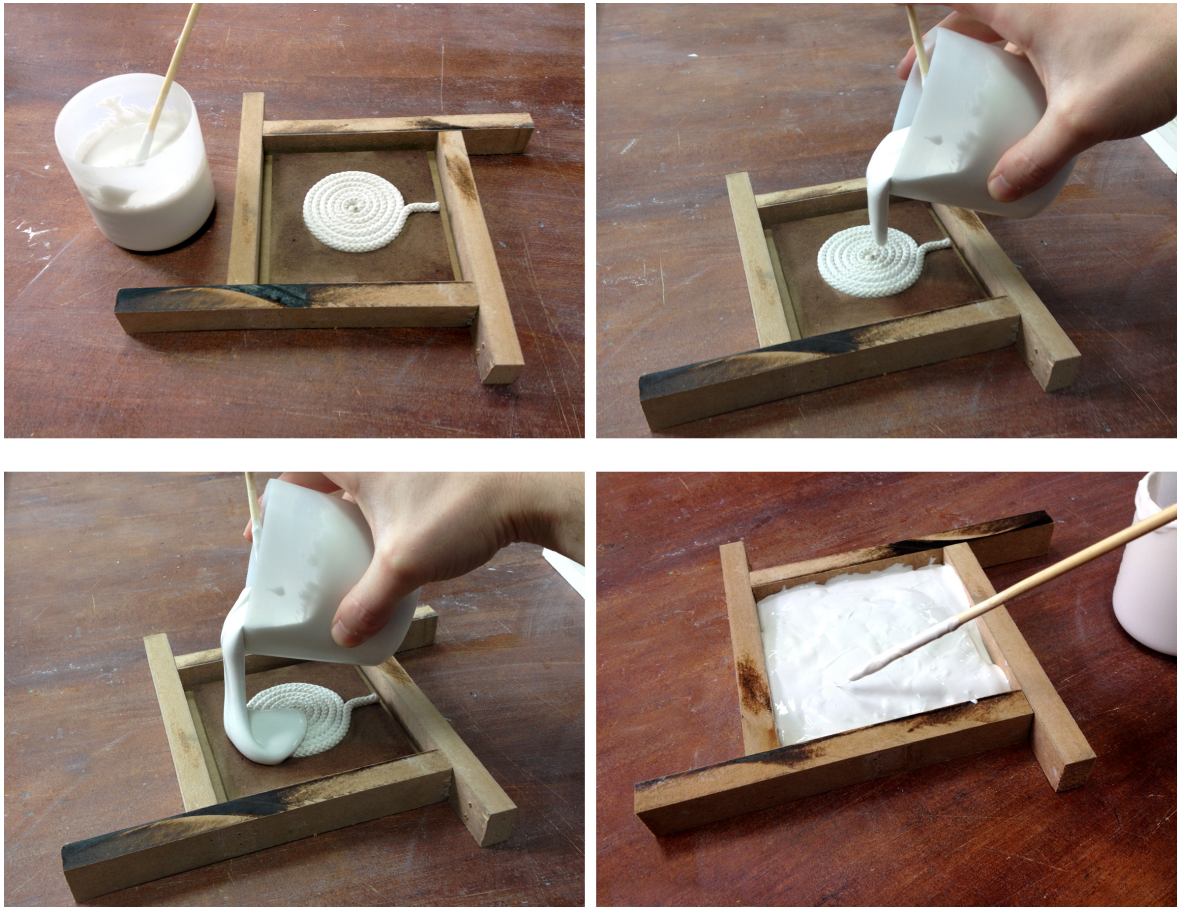


Imagem 58 - Processo de produção de molde em borracha de silicone.



Imagem 59 - Produção de moldes em borracha de silicone.

5 - Desmolde

Após o período da vulcanização da borracha, entre dez a vinte horas, pode-se desmoldar a peça.

Começa-se por abrir a cofragem, e separa-la suavemente para não rasgar a borracha de silicone. De seguida, segurando a base, aplica-se com os dedos uma ligeira pressão para cima num dos vértices do molde, que gradualmente irá separar-se facilmente do modelo.



Imagem 60 - Desmolde da corda do molde de borracha de silicone.



Imagem 61 - Molde em silicone e modelo em corda de nylon.

Após percorrer os procedimentos apresentados o molde está pronto a ser utilizado.

Resultados e aplicação dos produtos



Imagem 62 - Vista frontal das peças em gesso.



Imagem 63 - Peça em gesso. Pormenor da reprodução da textura da corda.

6.5 Composição com folha natural



Esquema 14 - Processo produtivo de elementos em folha de natural.

Desmoldante: Óleo.

Para este tipo de trabalho, o desmoldante deve ser uma gordura líquida, de forma, a garantir que a reprodução da textura.

Resultados e aplicação dos produtos



Imagem 64 - Vista frontal da peça em gesso.



Imagem 65 - Peça em gesso. Modelo depois da separação dos elementos.



Imagem 66 - Peça em gesso e o elemento natural utilizado para o modelo (folha de figueira).

6.6 Composições com origem no processo das cérceas

6.6.1 Produção de moldes em borracha de silicone

A concepção de moldes em silicone requer cálculos percentuais e medições quantitativas, que devem ser rigorosamente respeitadas, de maneira, a não comprometer as propriedades e durabilidade do material. A borracha de silicone retrai-se com o tempo devido à lenta vaporização do catalisador incorporado. Este fenómeno, pode, em caso de sobredosagem, resultar numa retração rápida e exagerada, tornando inutilizável, em pouco tempo, a réplica obtida.¹⁵

Procedimentos

1 - Preparação da superfície de contacto

Neste caso, a borracha de silicone será vertida sobre gesso, platex e MDF, materiais aos quais não aderem, permitindo dessa forma desmoldar facilmente a peça a conceber. É muito importante que a peça original esteja completamente limpa, livre de poeira ou gordura, e principalmente que tenha um bom acabamento, pois as imperfeições serão copiadas na integra para o molde. Não é possível obter um bom molde através de um mau modelo.

2 – Conceber a cofragem

É necessário produzir uma cofragem para formar as paredes laterais do molde, deixando uma margem mínima de cinco milímetros das laterais e altura, entre a peça original e a cofragem, para oferecer boa resistência e evitar que o molde se rasgue na altura de desmoldar a peça. Poderá ser produzido em vários materiais dos quais a borracha de silicone não adere, neste caso, foi elaborada em MDF, com um sistema de encaixe que permite separar as paredes lateralmente.

3 – Fixar o modelo à cofragem

O modelo previamente colado a uma base, com as mesmas dimensões do interior da cofragem, é fixado na parte inferior desta. As peças devem estar bem apertadas, devido ao poder de penetração da borracha de silicone.

¹⁵ Ibid, p. 103.



Imagem 67 - Modelo inserido na cofragem.

4 – Aplicar o silicone

O apoio (mesa) onde irá ser produzido o molde deve estar rigorosamente nivelado, de forma a obter uma superfície plana.

Verte-se a mistura até atingir a altura necessária. Este procedimento deve ser realizado de cuidadosamente, para preencher todos os espaços. Caso seja necessário, pode-se utilizar uma ferramenta suave, que não danifique o modelo, e ajude a preencher todas as reentrâncias.



Imagem 68 - Vazamento do silicone sobre o modelo em gesso.

5 – Desmolde

Após o período da vulcanização da borracha, entre dez a vinte horas, pode-se desmoldar a peça.

Começa-se por abrir a cofragem, e separa-la suavemente para não rasgar a borracha de silicone. De seguida, segurando a base, aplica-se com os dedos uma ligeira pressão para cima num dos vértices do molde, que gradualmente irá separar-se facilmente do modelo.



Imagem 69 - Composição A. Separação do molde em silicone.

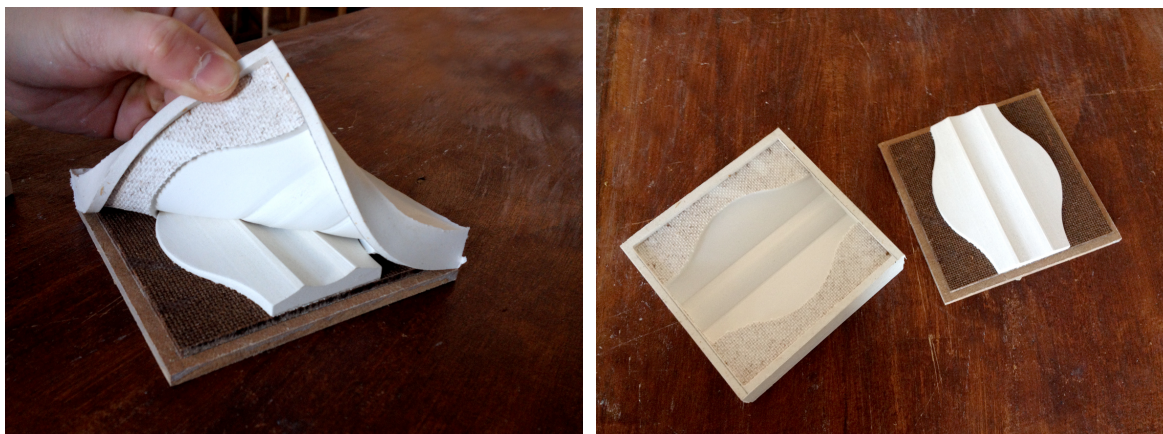


Imagem 70 - Composição B. Separação do molde em silicone.

6 – Conservação

Deve-se conservar o molde num local seco e ventilado, apoiado numa superfície plana e sem qualquer tipo de objecto sobre ele, sob pena de o deformar. Com pequenos cuidados prolongar-se-á a vida útil do molde, possibilitando a reprodução de um maior número de peças.



Imagem 71 - Moldes em silicone das composições elaboradas.

6.6.2 Produção das peças em gesso

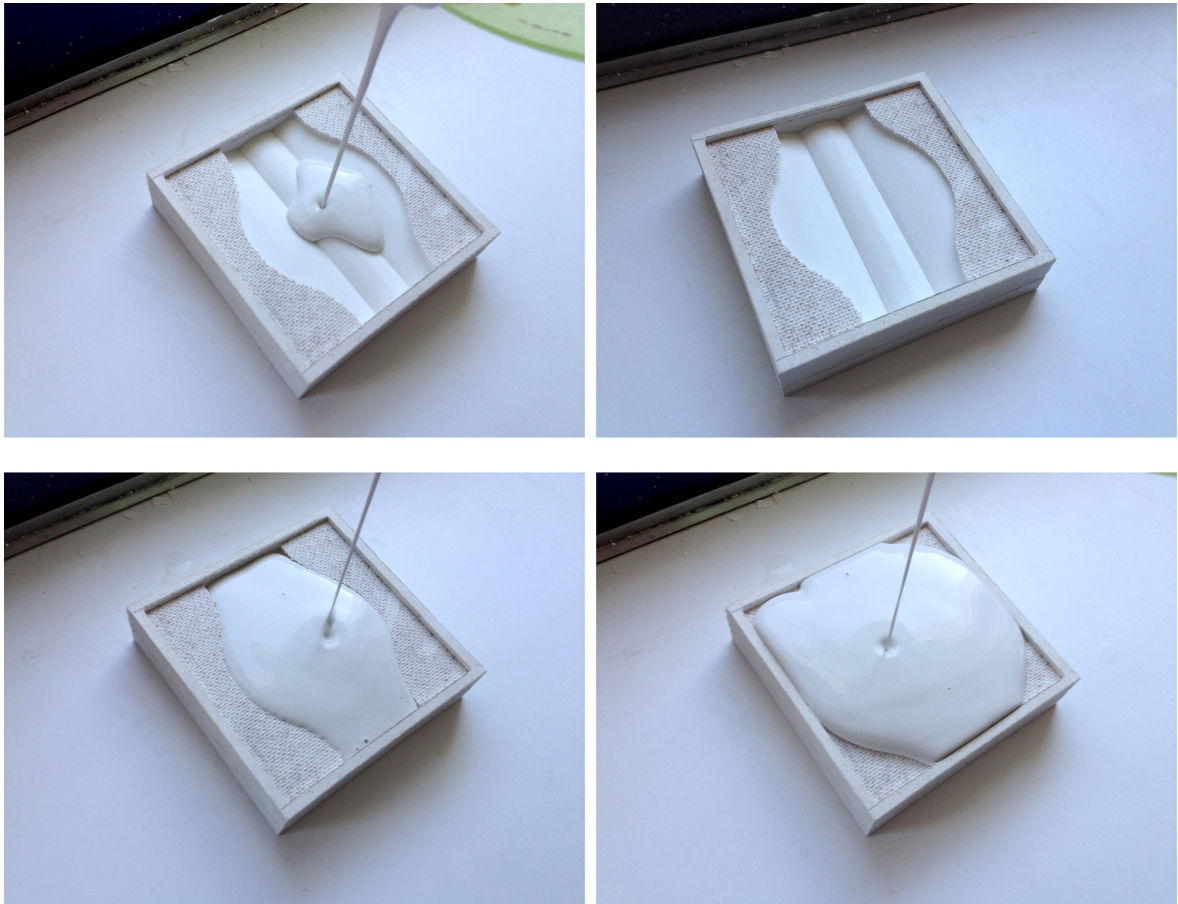


Imagem 72 - Vazamento do gesso para o molde em borracha de silicone.

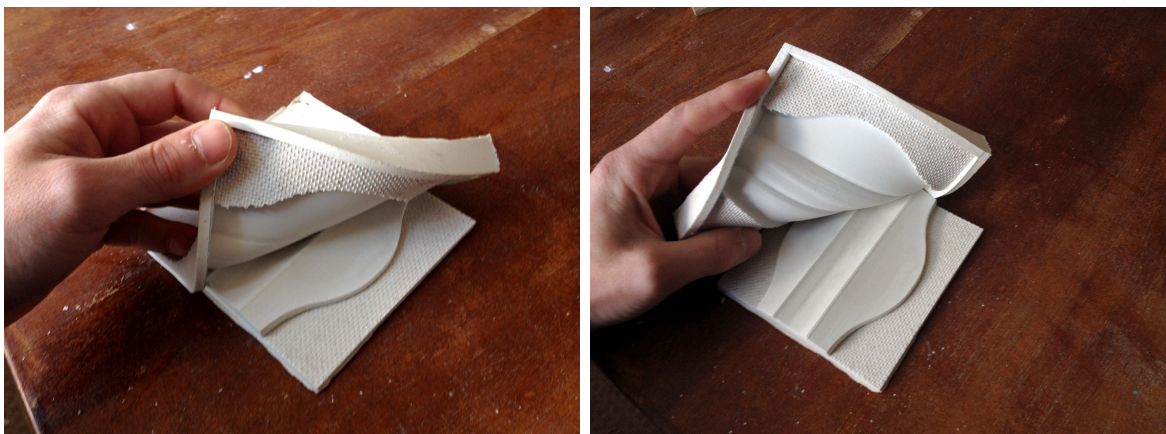


Imagem 73 - Desmolde da peça em gesso.

Composição A

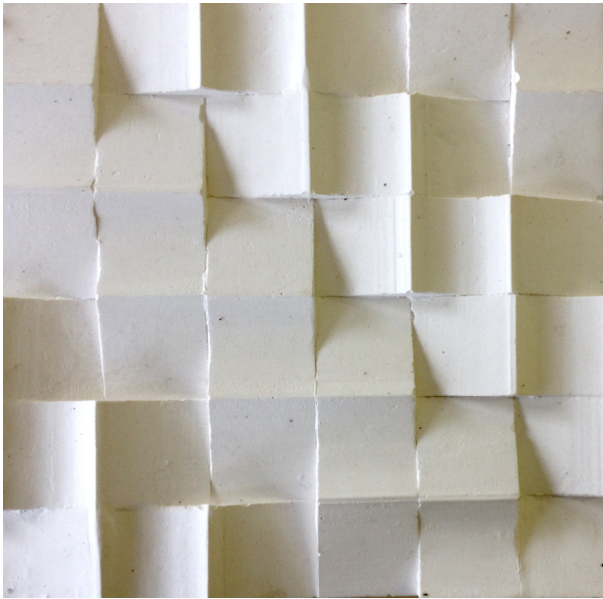


Imagem 74 - Peça em gesso. Vista frontal.

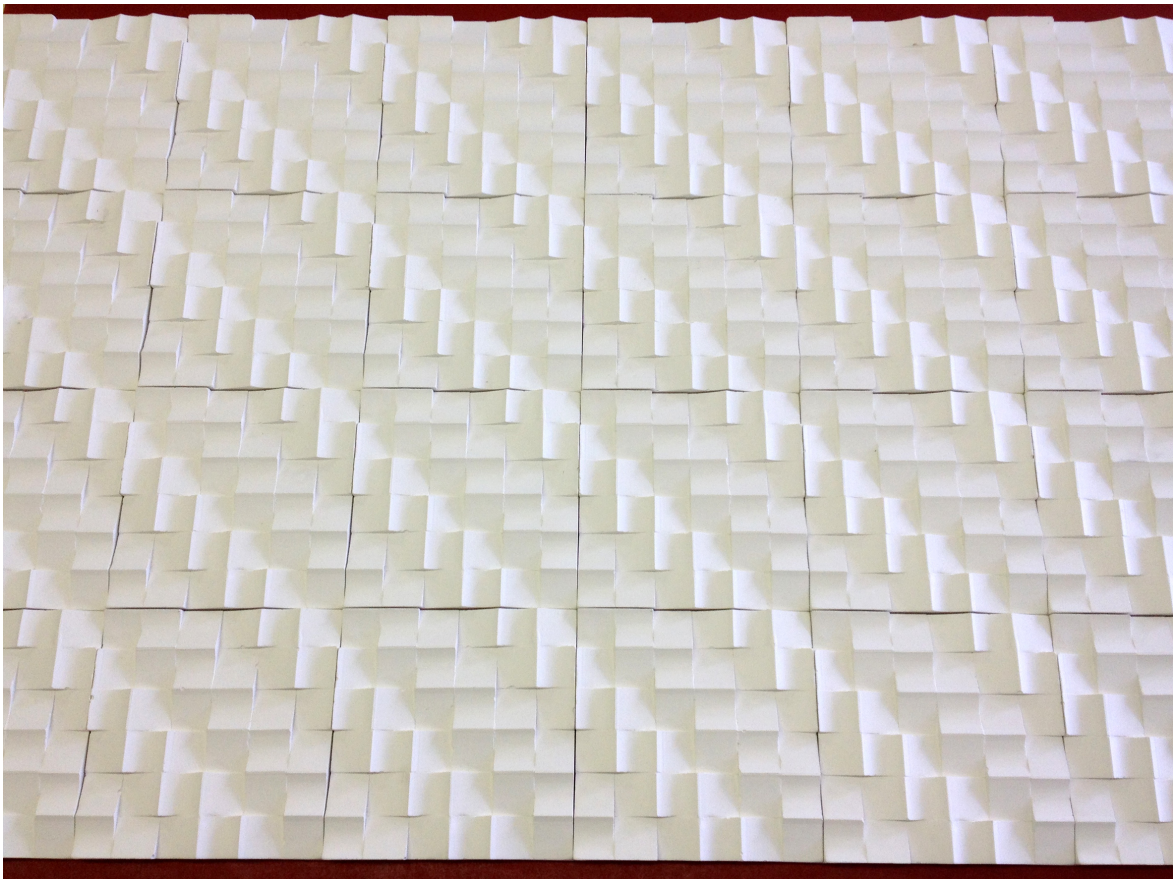


Imagem 75 - Painel composto pelas peças modulares.

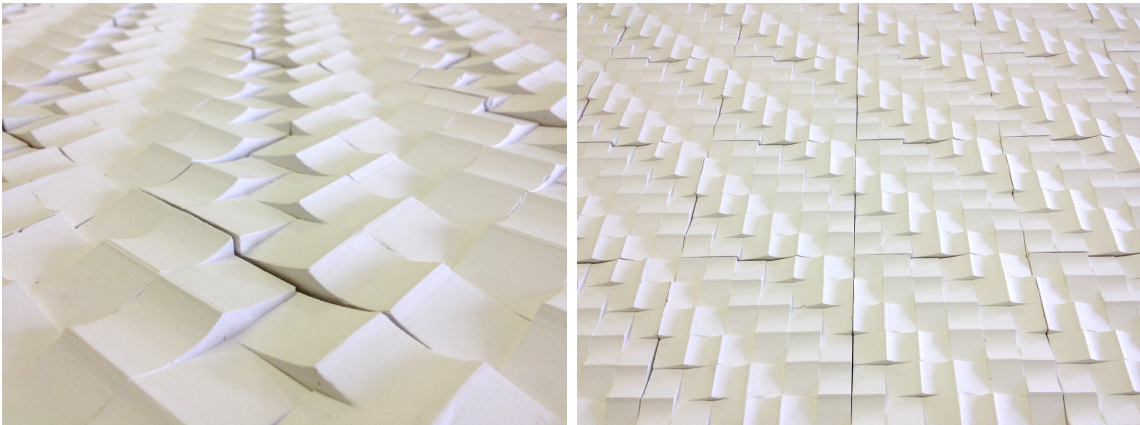


Imagem 76 - Painel composto pelas peças modulares. Pormenor.

Composição B

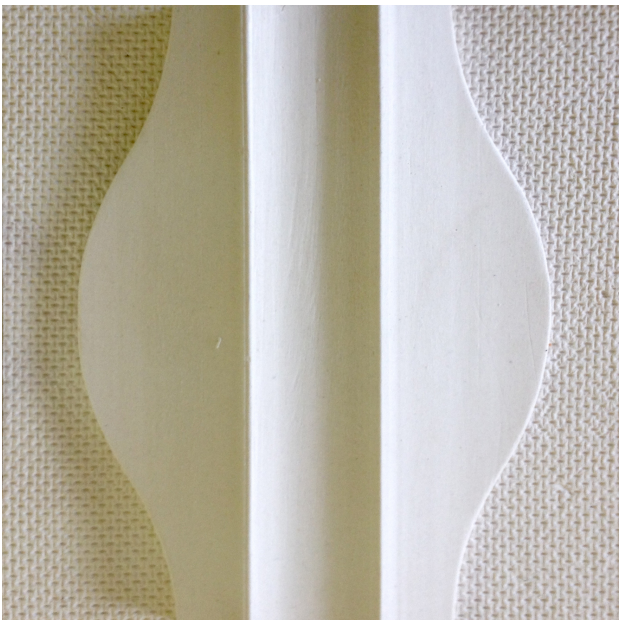


Imagem 77 - Peça em gesso. Vista frontal.



Imagem 78 - Painel composto pelas peças modulares em gesso com elementos em cortiça.



Imagem 79 - Painel composto pelas peças modulares em gesso com elementos em cortiça. Pormenor.

6.6.3 Criação do negativo do volume obtido pela cércea por rotação

Em relação ao volume obtido pela cércea por rotação, utilizou-se o processo da forma perdida, no intuito de criar uma peça modular para fazer parte de um conjunto de elementos. Para tal, produziu-se uma cofragem quadrangular e utilizou-se o processo de vazamento de gesso.

Procedimentos de criação

1 – Preparação dos elementos

O volume deve conter bons acabamentos e a base deve estar seca e limpa, de modo, a não serem reproduzidas imperfeições ou impurezas indesejáveis. Pode-se utilizar a mesma base que serviu para a produção do volume.

2 – Aplicação do desmoldante

Experimentou-se aplicar vaselina nas peças em gesso e verificou-se ser insuficiente, apesar de ambas as peças não se soldarem, é necessário exercer bastante força para separá-las, o que na maior parte das vezes danificam as peças. Para este tipo de aplicação deve-se utilizar uma solução em sabão azul ou em potassa, pois facilita bastante o desmolde das peças.

Relativamente ao desmoldante para a cofragem, poderá ser utilizado vaselina, contudo deve ser bem aplicada, eliminando os excessos para que não sejam reproduzidos posteriormente no gesso.

3 – Posicionamento dos elementos

Com a base numa posição plana, coloca-se a cofragem e o volume no centro desta.

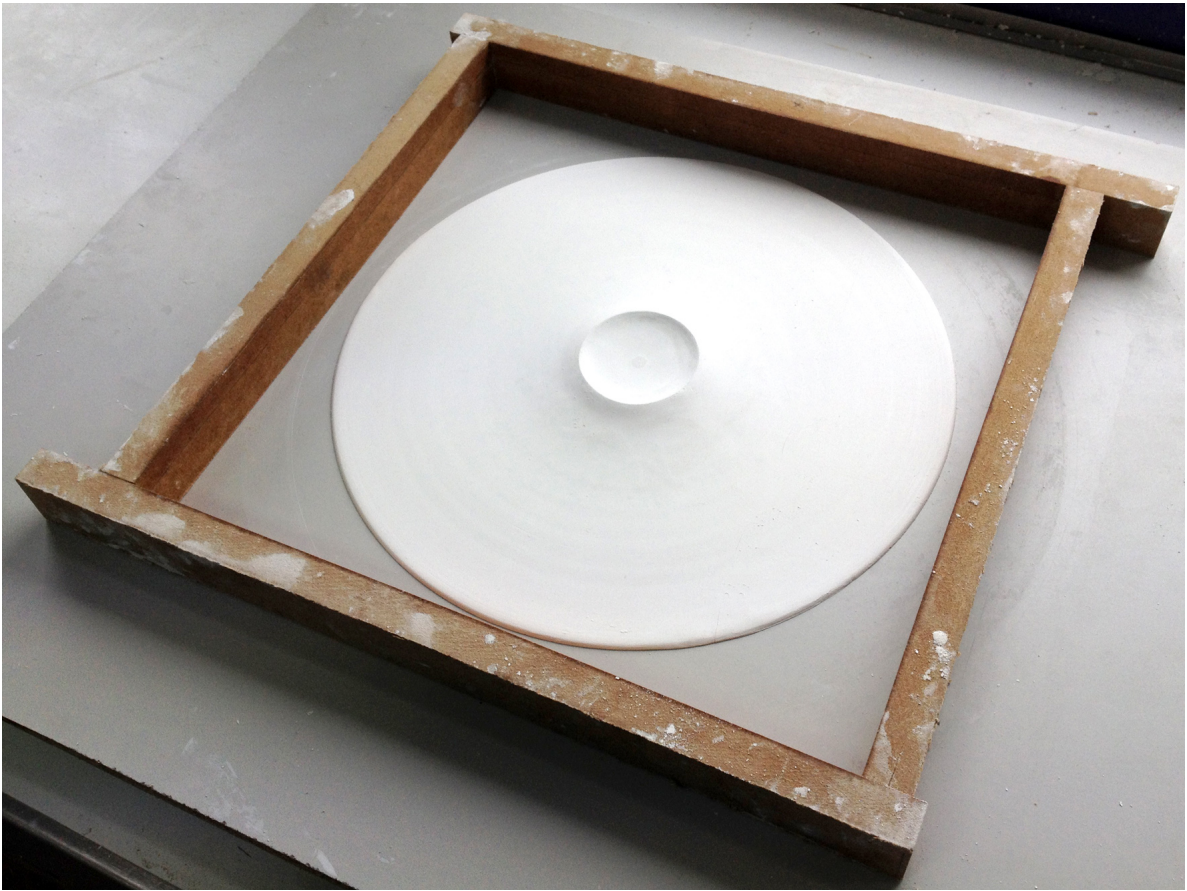


Imagem 80 - Preparação para vazamento de gesso.

3 – Vazamento do gesso

De seguida, vaza-se a quantidade de gesso necessária para o interior da cofragem. É importante que a pasta esteja homogénea para se obter um produto de qualidade.

4 – Desmolde dos elementos

Por fim, depois do gesso secar, separam-se cuidadosamente os elementos.

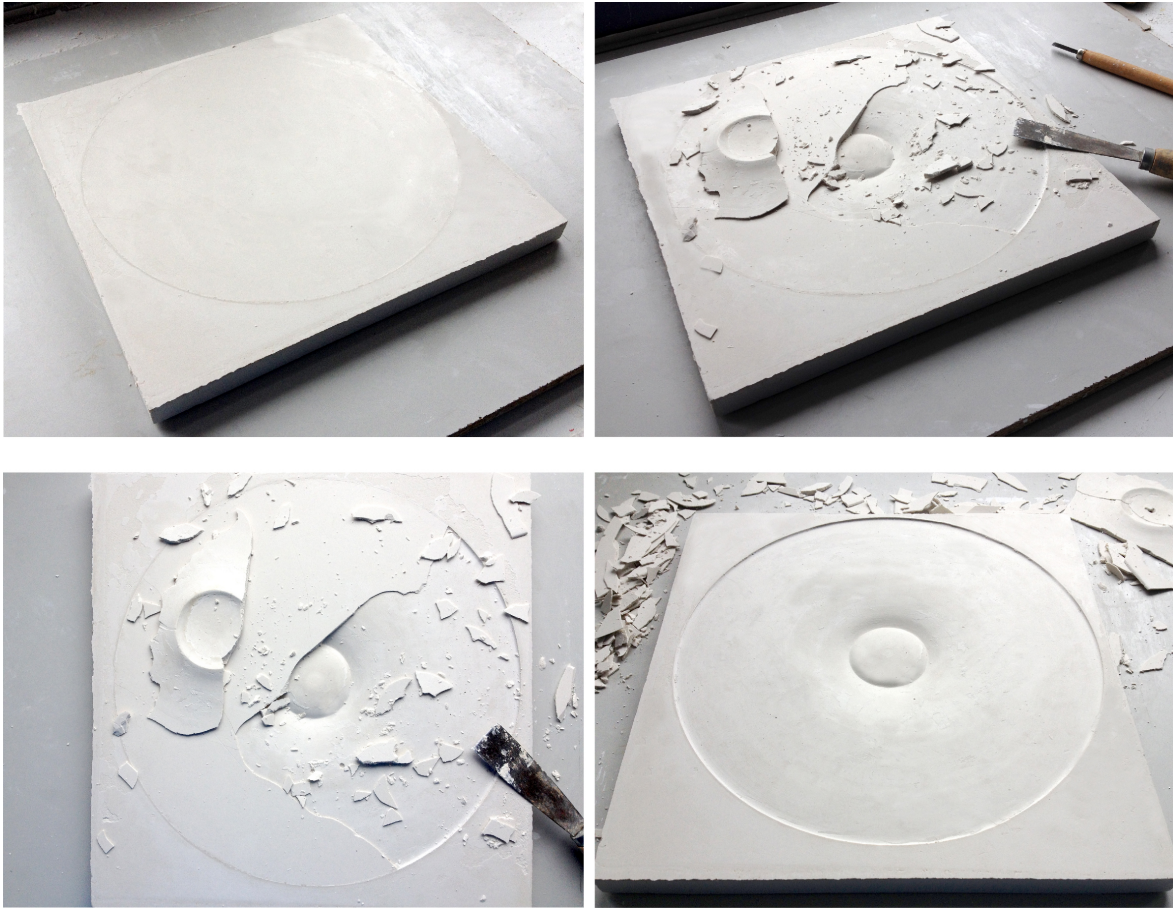


Imagem 81 - Desmolde da peça em gesso.



Imagem 82 - Peça modular. Vista Frontal.

7 | Aplicação dos produtos desenvolvidos em espaços interiores



Imagem 83 - Implementação das peças obtidas através dos modelos em MDF no espaço interior.



Imagem 84 - Implementação das peças obtidas através dos modelos em MDF no espaço interior.



Imagem 85 - Implementação das peças obtidas através da cércea por translação no espaço interior.



Imagem 86 - Implementação das peças obtidas através da cércea por translação no espaço interior.



Imagem 87 - Implementação das peças obtidas através da cércea por translação no espaço interior.



Imagem 88 - Implementação das peças obtidas através da cêrcea por translação no espaço interior.



Imagem 89 - Implementação das peças obtidas através da cêrcea por rotação no espaço interior.



Imagem 90 - Implementação das peças obtidas através da cércea por rotação no espaço interior.

8 | Desenvolvimento de painéis acústicos

8.1 Enquadramento do problema e motivação

O conforto acústico é um factor imprescindível a alcançar em qualquer espaço. A ausência do mesmo condiciona consideravelmente o bem-estar do ser humano, tendo uma enorme influência em termos de saúde, comunicação, concentração e conseqüentemente a produtividade, tornando-se também um forte motivador de intervenção.

É neste contexto de desconforto acústico que surge a necessidade de aliar os conhecimentos das áreas do design e engenharia acústica, de forma, a criar recursos que beneficie os utilizadores do espaço. Todos os espaços interiores necessitam de uma acústica adequada à sua função. A concretização eficaz de uma atividade e o seu normal desenvolvimento, num determinado espaço fechado, dependem de diversas exigências funcionais nomeadamente condições de conforto acústico. Dois aspetos essenciais deverão ser considerados: o isolamento sonoro do espaço, relativamente a ruídos provenientes do exterior, e as características do campo sonoro que nele se estabelece, resultado da concepção arquitectónica, dos materiais de revestimento das superfícies expostas e, ainda, do mobiliário, dos equipamentos ou das pessoas nele inseridos.¹⁶ Estas necessidades são ainda reforçadas por imposição legal, através do Decreto-Lei nº 96/2008, de 9 de junho (RRAE - Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios), que estabelece limites ao tempo de reverberação sonora¹⁷ e áreas de absorção sonora equivalente, em todos os edifícios públicos ou privados.¹⁸ No entanto, os espaços existentes até à data não são previstos no regulamento, ou seja, nada obriga que tenham tempos de reverberação aceitáveis. E o resultado disso é que somos confrontados frequentemente com ambientes de más condições acústicas, como são os casos maioritariamente dos restaurantes e cafés.

De modo a corrigir esta patologia, foram desenvolvidos painéis acústicos para melhorar as qualidades de audição no espaço interior onde são aplicados. Estes painéis acústicos têm a capacidade de transformar um espaço interior extremamente ruidoso em um ambiente acústico confortável, devido às suas capacidades de absorção sonora.

¹⁶ DOMINGUES, Odete - *A Acústica nos edifícios - coeficientes de absorção sonora*. 5ª Ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC, 2010, p. 1.

¹⁷ Na Norma Portuguesa NO-3225/1:1986 "Acústica. Vocabulário. Parte 1: Definições gerais" define-se como **tempo de reverberação** o "intervalo de tempo durante o qual num processo de reverberação, a energia por unidade de volume do campo sonoro se reduz a um milionésimo do seu valor inicial."

¹⁸ Diário da República - *Ministério do ambiente, do ordenamento do território e dos desenvolvimento regional*, p. 3359.

O projeto resulta sobretudo da conjugação das propriedades do material com a metodologia criativa aplicada, obtendo-se um produto muito funcional sem comprometer o aspecto estético.

8.2 Escolha do material

Como já foi referido, um dos factores mais influentes na qualidade acústica dos espaços é o material de revestimento das superfícies expostas, que através da sua constituição será mais ou menos absorvente sonoro. Neste contexto, e tendo uma pequena noção de antemão das suas características acústicas, foi considerada a cortiça como material a explorar.

A escolha do material resultou de dois factores: o primeiro, tem a ver com o facto da cortiça ser um produto nacional de extrema qualidade, em termos térmico-acústicos, sensoriais e ecológicos, capacidade de retardar o fogo, a sua leveza, assim como a não absorção do pó. Além disso, a cortiça é um material natural 100% reciclável e reutilizável, possibilitando o aproveitamento de todo o material inerente ao processo produtivo.

O segundo factor, relaciona-se com a oferta de mercado e a forma do produto comercializado. O aglomerado composto de cortiça em forma de rolo, acelerou o processo de concepção deste projeto, uma vez que pode ser adquirido em diversas espessuras e diferentes tipos de grão, possibilitando uma enorme exploração conceptual.

8.2.1 A cortiça - A origem e suas características

A cortiça é um material celular natural, proveniente da extração da casca do sobreiro.

Portugal é o maior produtor e exportador mundial de cortiça, daí o seu papel importante na economia portuguesa, tanto a nível de exploração industrial como também no desenvolvimento florestal. De tal forma, que a Assembleia da República resolveu instituir o sobreiro como árvore nacional de Portugal.¹⁹

O sobreiro de seu nome científico *Quercus suber L.*, é uma quercínea pertencente à ordem de Fagales da família Fagaceae.²⁰ É uma árvore de crescimento lento e de

¹⁹ Diário da República - Resolução da Assembleia da República n.º 15/2012. A Assembleia da República resolve, nos termos do n.º 5 do artigo 166.º da Constituição, instituir o sobreiro como árvore nacional de Portugal. Aprovada em 22 de Dezembro de 2011.

²⁰ FORTES, Manuel; ROSA, Maria Emília; PEREIRA, Helena - A Cortiça. 2ª Ed. Lisboa: Instituto Superior Técnico IST, 2006, p. 12.

grande longevidade, que pode atingir até os 350 anos. A *Quercus suber* é endêmico ao Sudoeste da Europa e Norte de África, ocupa uma área de 2,3 milhões de hectares, sendo que Portugal detém a maior parte em relação aos outros países com 32% dessa área, como também detém cerca de 51% da produção mundial de cortiça.



Imagem 91 - Distribuição geográfica do sobreiro.

Fonte: FORTES, Manuel; ROSA, Maria Emília; PEREIRA, Helena - *A cortiça*, p. 18.

Tabela 2 - Distribuição mundial das áreas do sobreiro e da produção da cortiça.

Fonte: FORTES, Manuel; ROSA, Maria Emília; PEREIRA, Helena - *A cortiça*, p. 18.

PAÍS	ÁREA DE SOBREIRO % do total	PRODUÇÃO DE CORTIÇA % do total
Portugal	32	51
Espanha	22	23
Argélia	18	11
Marrocos	15	5
França	4	4
Itália	4	4
Tunísia	4	3

A principal característica que diferencia o sobreiro dos outros carvalhos é a sua casca volumosa de tecido suberoso, designada de cortiça. Esta casca tem a capacidade de se regenerar, tornando assim possível a sua exploração industrial. Considera-se que a idade limite para a extração da cortiça seja de 200 anos. A cortiça é extraída do sobreiro periodicamente a cada nove anos, contudo, o primeiro descortiçamento, designado de desbóia, ocorre somente quando o sobreiro atinge as idades entre 20-35 anos. O intervalo de tempo do descortiçamento está relacionado com o tamanho da espessura que a cortiça deve conter para o processamento industrial, sobretudo para a produção de rolhas. As rolhas de cortiça natural ainda permanecem como produto de excelência por parte das indústrias corticeiras, remetendo os seus derivados para segundo plano. Todavia, atualmente com o avanço tecnológico, é cada vez mais visível o alargamento das aplicações de cortiça em projetos de design, aliando as propriedades que o material representa às necessidades do projeto em questão.



Imagem 92 - Objetos em cortiça da coleção “Materia” produzida por a empresa Amorim Cork.

Fonte: www.amorimcork.com/en/natural-cork/cork-and-other-applications.

A cortiça apresenta características que resultam num material de grande versatilidade, explorado e utilizado por muitos criadores nas mais diversas áreas. “É um material que é certamente digno de atenção no design. O seu apelo reside na conjugação do encanto de um mundo mais antigo com as capacidades técnicas de um mundo novo.”²¹ A cortiça por sua natureza é um material leve (mais de 50% do seu

²¹ MORRISON, Jasper - A Cortiça. [Em linha]. [Consult. 30 Set. 2013]. Disponível em [www: <URL:http://amorim.com/a-cortiça/diversidade-de-aplicações/>](http://www.amorim.com/a-cortiça/diversidade-de-aplicações/)

volume é ar), elástico e compressível, impermeável a líquidos e gases, isolante térmico e acústico, tem uma combustão lenta (não faz chama nem liberta gases tóxicos durante a combustão), resistente ao atrito, suave ao tacto (tem uma temperatura aproximada à do corpo humano) e não absorve o pó. Além disso, é uma matéria-prima sustentável, pois não interfere o ciclo de vida da árvore e é inteiramente biodegradável, renovável e reciclável.

As propriedades que a cortiça apresenta deriva maioritariamente da sua constituição química, que é diferente de todos os outros tecidos vegetais.

Tabela 3 - Composição química da cortiça.

COMPOSTO	%
Suberina	45
Lenhina	27
Polissacáridos	12
Taninos	6
Ceróides	5

A cortiça é composta por células com uma forma de um prisma pentagonal ou hexagonal, onde o seu composto principal é a suberina, que lhe garante a elasticidade, como também em conjunto com os ceróides (compostos hidrofóbicos) tornam a cortiça impermeável a líquidos e gases. Outras propriedades importantes da cortiça são as de isolante térmico e absorvente acústico, capacidades devidas ao composto lenhina, que é o segundo componente principal da estrutura das paredes celulares da cortiça. Os restantes componentes químicos definem o aspecto estético do material, sendo que os polissacáridos ajudam a definir a textura e os tânicos dão cor à cortiça.

8.2.2 O aglomerado de cortiça

O aglomerado de cortiça representam, em termos económicos, o segundo produto mais importante da indústria corticeira.²²

Uma das muitas vantagens na produção de cortiça é que todo o material é aproveitado e/ou reaproveitado. A produção das rolhas de cortiça natural origina desperdícios como o pó, rolhas defeituosas e restos da chapa de onde é extraída, que

²² FORTES, Manuel; ROSA, Maria Emília; PEREIRA, Helena - *A Cortiça*. 2ª Ed. Lisboa: Instituto Superior Técnico IST, 2006, p. 241.

representam cerca de 75% a 80% do peso inicial. Esses restos (à exceção do pó, que é utilizado para outra finalidade) em conjunto com a cortiça virgem (proveniente da desboia) e outras cortiças de qualidade são utilizados para a produção de aglomerados de cortiça. Para esse efeito, são previamente triturados para formar o que se chama de granulado, formando uma granulometria entre 0,25mm e 45mm. Todo o desperdício abaixo de 0,25mm é considerado pó, e portanto normalmente é utilizado para outras finalidades, como por exemplo, para colmatar defeitos em rolhas de qualidade inferior, e até mesmo de combustível para energia por queima em caldeiras, sendo que, existem fábricas auto-suficientes nesse aspecto. Após o processo de trituração, o granulado é separado pela sua dimensão e densidade, posteriormente, são secos e limpos.

A partir dos granulados é possível fabricar aglomerados de cortiça. Estes dividem-se em dois grandes grupos, os aglomerados compostos e os aglomerados puros.



Imagem 93 - Aglomerado negro e aglomerado composto de cortiça.

Fonte: www.jpscorkgroup.com/produtos/folhas-de-aglomerado.

O aglomerado composto, designado também de aglomerado branco, são constituídos por grânulos de cortiça unidos entre si, por ação conjunta da pressão, temperatura e um agente de aglutinação, em função do produto e aplicação pretendida. Ou seja, o doseamento da mistura dos grânulos com os aglutinantes está diretamente relacionada com a sua aplicação, que irá determinar a massa volúmica do aglomerado adequada à finalidade do produto. Essa mistura é colocada em moldes de forma paralelepípedica, e cilíndrica para o fabrico de rolos, onde são prensados. Posteriormente, são colocados em estufas para facilitar a polimerização (cura) do aglutinante. O tempo e a temperatura da cura é determinada em função do aglutinante utilizado. Após a saída da estufa os blocos ficam a estabilizar, pois normalmente o processo da cura não fica completa em estufa. De seguida, os blocos de aglomerado composto são cortados em placas com a espessura e dimensões adequadas. No caso dos rolos, estes são cortados por desenrolamento do bloco cilíndrico, de forma a obter uma folha contínua que vai sendo enrolada.

O aglomerado puro resulta da aglutinação dos grânulos de cortiça, através dos produtos resultantes da degradação térmica da cortiça, sem que seja necessário utilizar outro aglutinante.²³ Os aglomerados puros de maior importância são os aglomerados expandidos, também designados de aglomerados negros, devido à sua tonalidade escura. Estes são concebidos por granulado proveniente de cortiça virgem e cortiça de pior qualidade, tendo uma dimensão superior à dos outros aglomerados na ordem dos 5 a 20 milímetros. Como já referido, o processo de fabrico deste aglomerados não requerem nenhum tipo de agente aglutinante que não provenham da própria cortiça. Os grânulos são previamente compactados consoante a densidade pretendida no produto final, e submetidos a uma autoclave paralelepípedica, à ação do vapor de água sobreaquecido a temperaturas de 350°C, durante 20 minutos.²⁴ Após o arrefecimento dos blocos, são cortados em placas e lixados para um efeito de melhor acabamento.

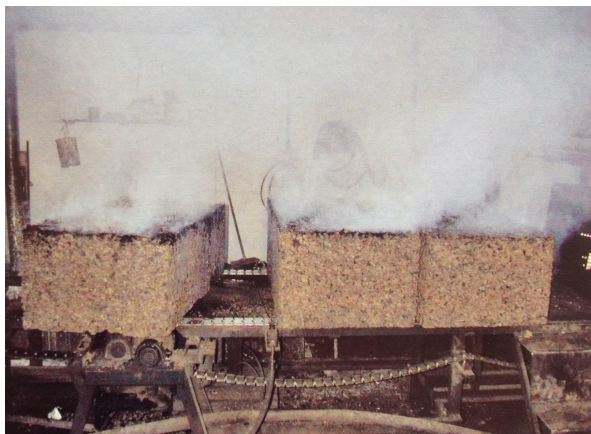


Imagem 94 - Autoclave para produção de aglomerado negro de cortiça.

Fonte: FORTES, Manuel; ROSA, Maria Emília; PEREIRA, Helena - **A cortiça**, p. 243.

²³ FORTES, Manuel; ROSA, Maria Emília; PEREIRA, Helena - **A Cortiça**. 2ª Ed. Lisboa: Instituto Superior Técnico IST, 2006, p. 243.

²⁴ Ibid.

8.3 Painel Acústico 1

A problemática inerente ao projeto conduziu ao tipo de solução apresentada. Com base na pesquisa efectuada, nomeadamente, das noções de melhoramento de conforto acústico, a importância da seleção dos materiais, como também a influência do modo que é aplicado, surge um painel constituído por peças modulares em aglomerado composto de cortiça. Existem três peças modulares diferentes, a que forma os cantos do painel, a que forma as laterais e a que preenche o interior do painel. Todas elas são compostas por três camadas de aglomerado composto de cortiça, sendo que a primeira tem um grão mais grosso e uma espessura de 3mm. As restantes têm um grão mais fino e uma espessura de 5mm.

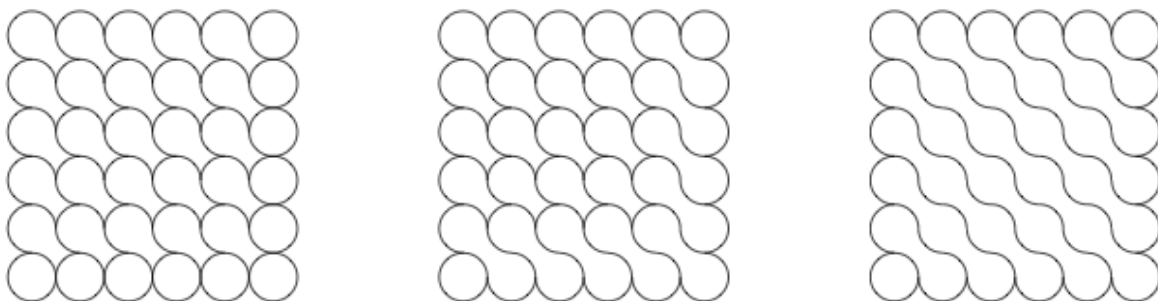
As peças aplicadas continuamente formam um conjunto padronizado, ao qual, é possível criar diferentes efeitos, consoante o posicionamento aplicado. O conjunto poderá ser aplicado como revestimento total ou parcial da parede, sendo que neste ultimo devem ser aplicadas as peças de terminação.

A conjugação destes elementos formam painéis que combinam as formas com o material, obtendo resultados notáveis. Tratam-se de soluções desenvolvidas a pensar sobretudo em áreas críticas, desde os espaços domésticos aos comerciais.

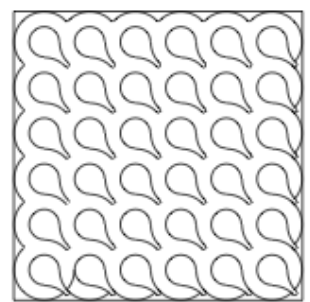
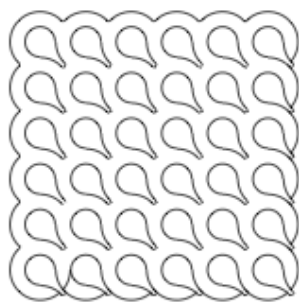
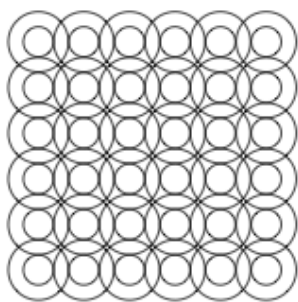
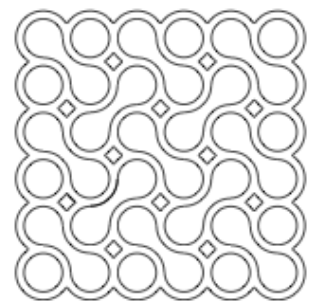
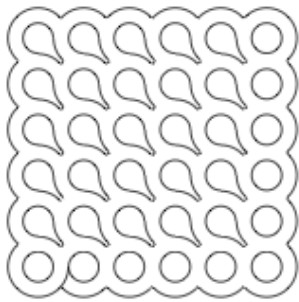
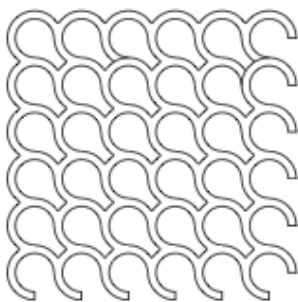
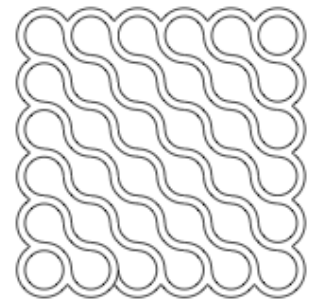
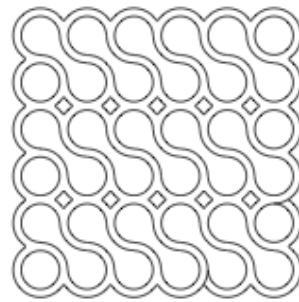
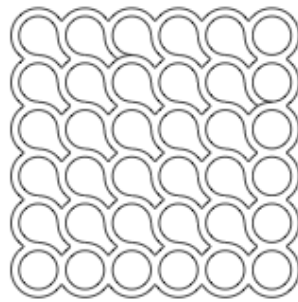
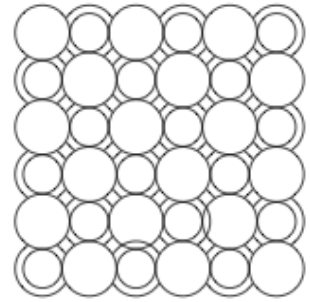
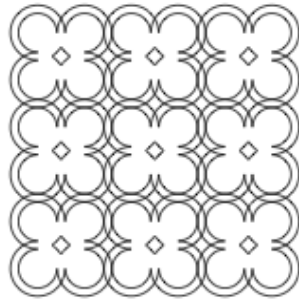
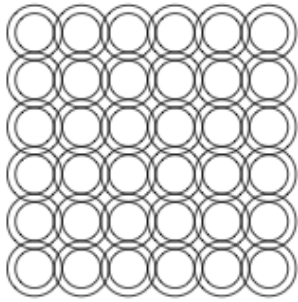
A nível de acabamentos, optou-se por valorizar o aspecto de natural do aglomerado composto de cortiça, proveniente da fábrica que o produz, podendo já ser adquirido em várias tonalidades. Como as formas são cortadas a laser, o próprio aplica uma tonalidade queimada contrastando com a tonalidade original da cortiça.

As peças são armazenadas em caixas de cartão, devidamente organizadas por forma, cor, espessura e tipo de grão.

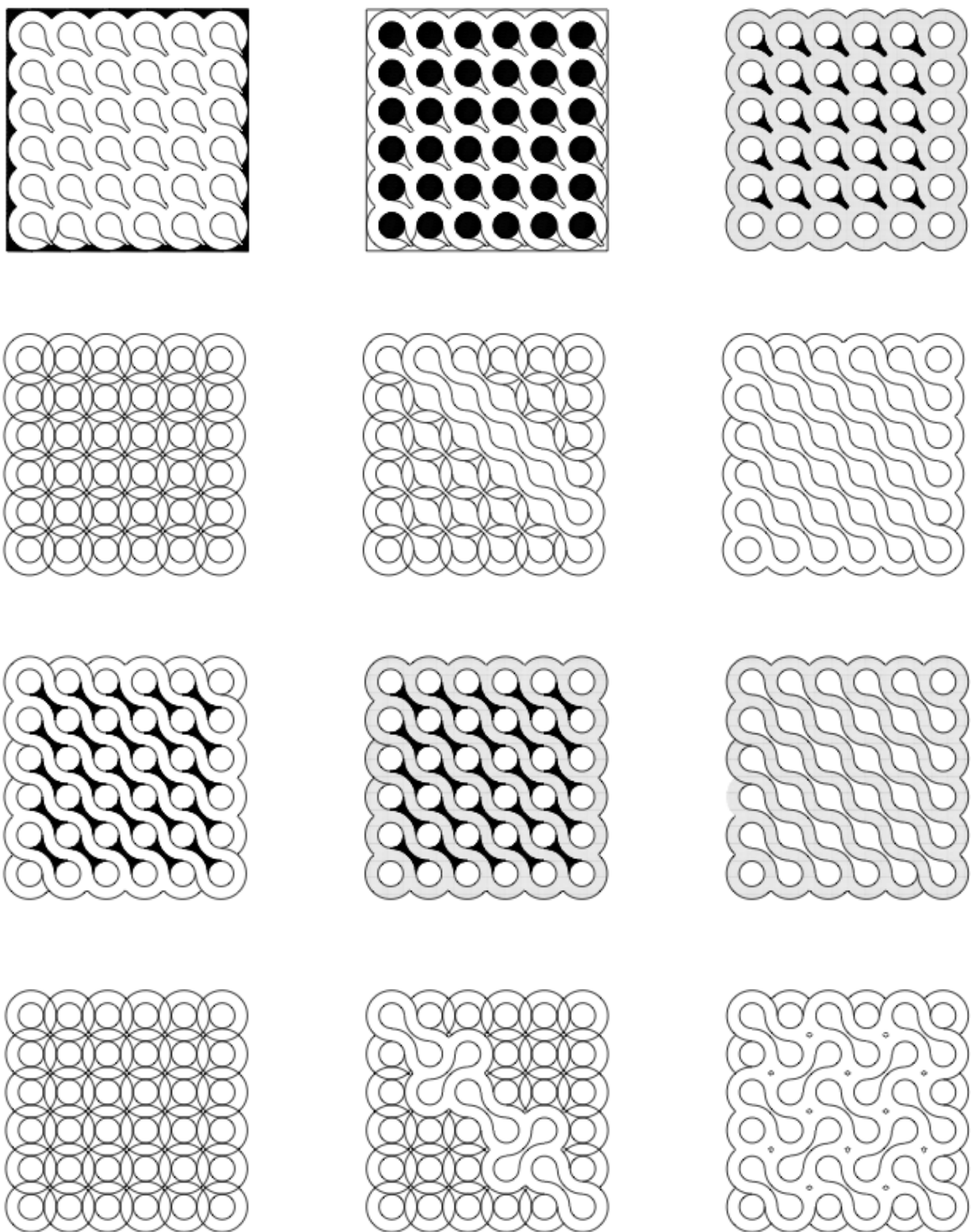
8.3.1 Exploração conceptual



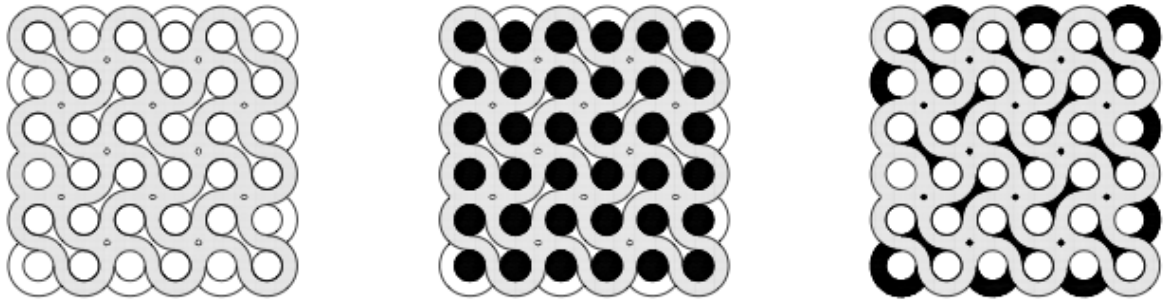
Ilustrações 6, 7 e 8 - Desenhos primários.



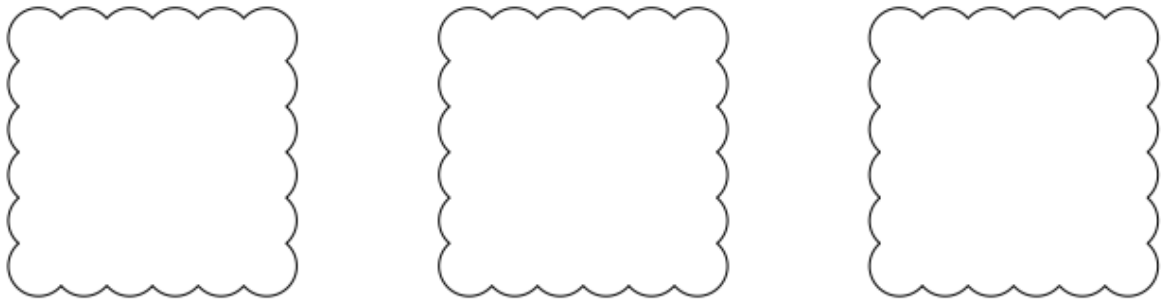
Ilustrações 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 - Inclusão de espessura nos espaços abertos.



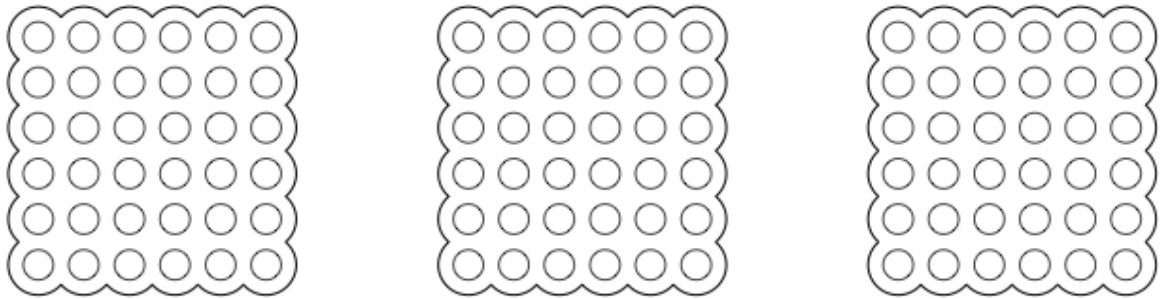
Ilustrações 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32 - Evolução das formas.



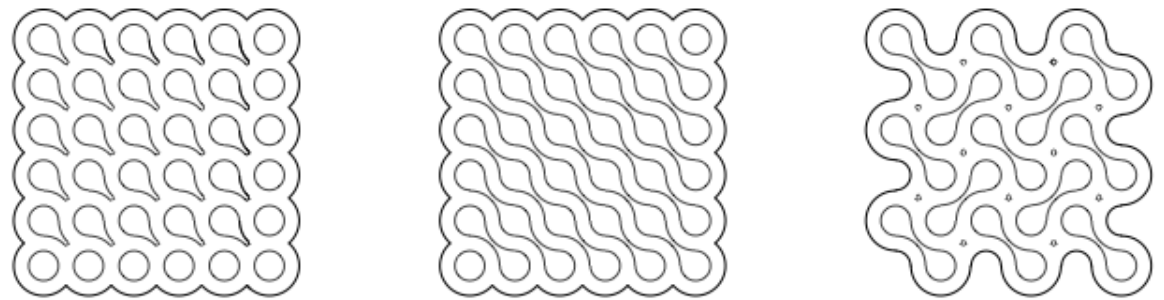
Ilustrações 33, 34 e 35 - Desenhos experimentais de sobreposição de elementos.



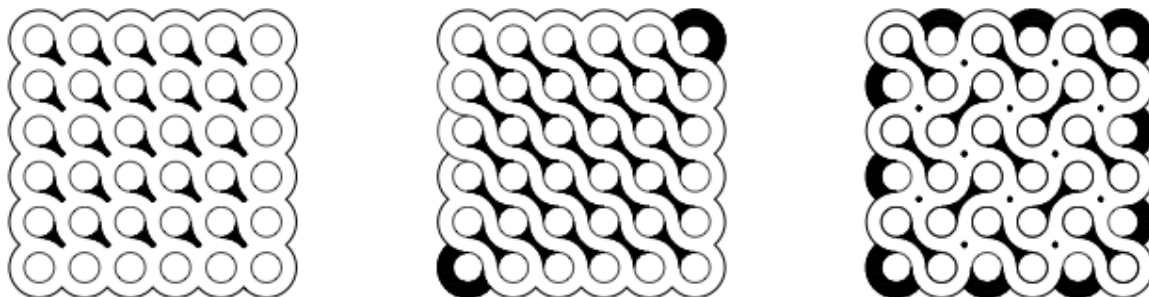
Ilustrações 36, 37 e 38 - Representação formal da 1ª camada.



Ilustrações 39, 40 e 41 - Representação formal da 2ª camada.



Ilustrações 42, 43 e 44 - Representação formal da 3ª camada.



Ilustrações 45, 46 e 47 - Representação das camadas sobrepostas.

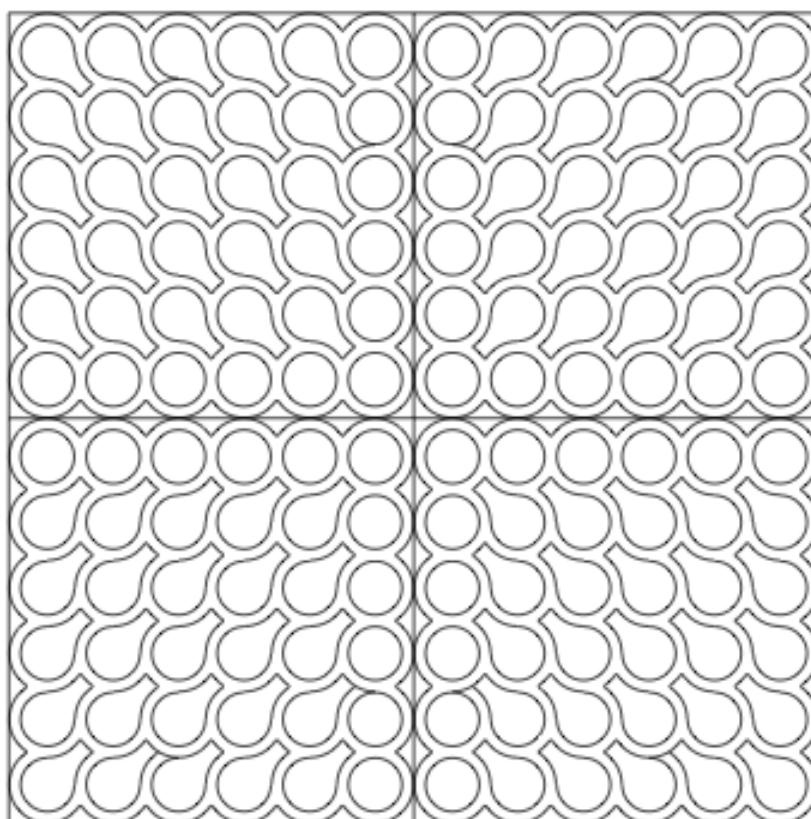


Ilustração 48 - Desenho exploratório de conjunto I.

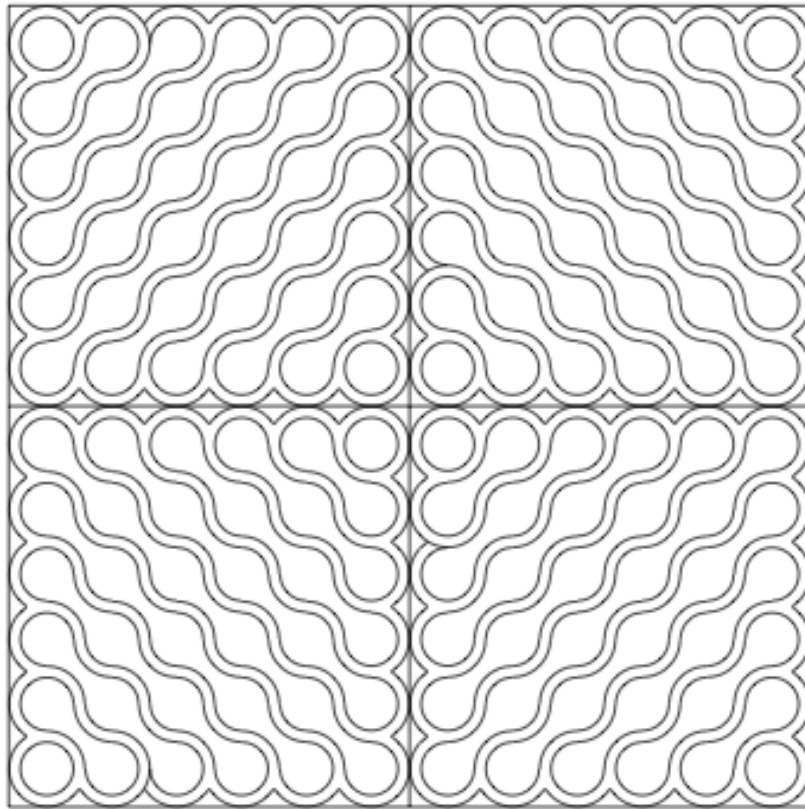


Ilustração 49 - Desenho exploratório de conjunto II.

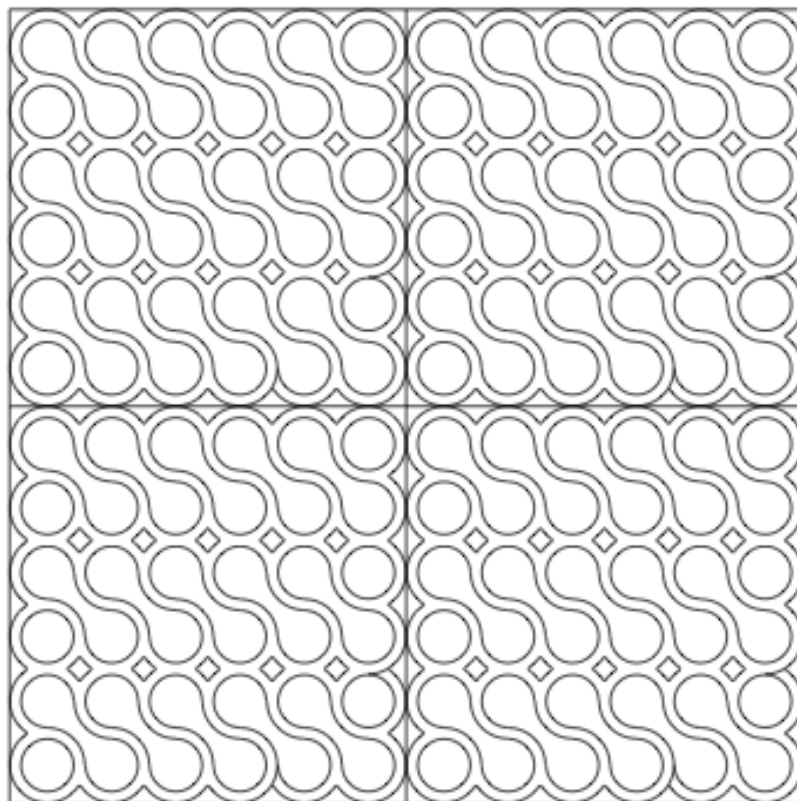


Ilustração 50 - Desenho exploratório de conjunto III.

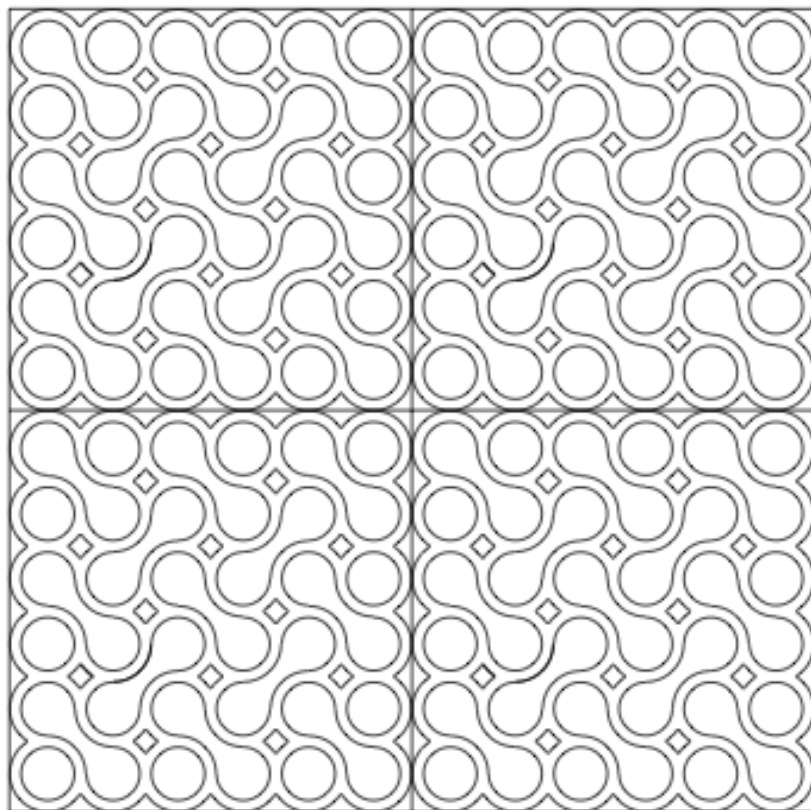


Ilustração 51 - Desenho exploratório de conjunto IV.

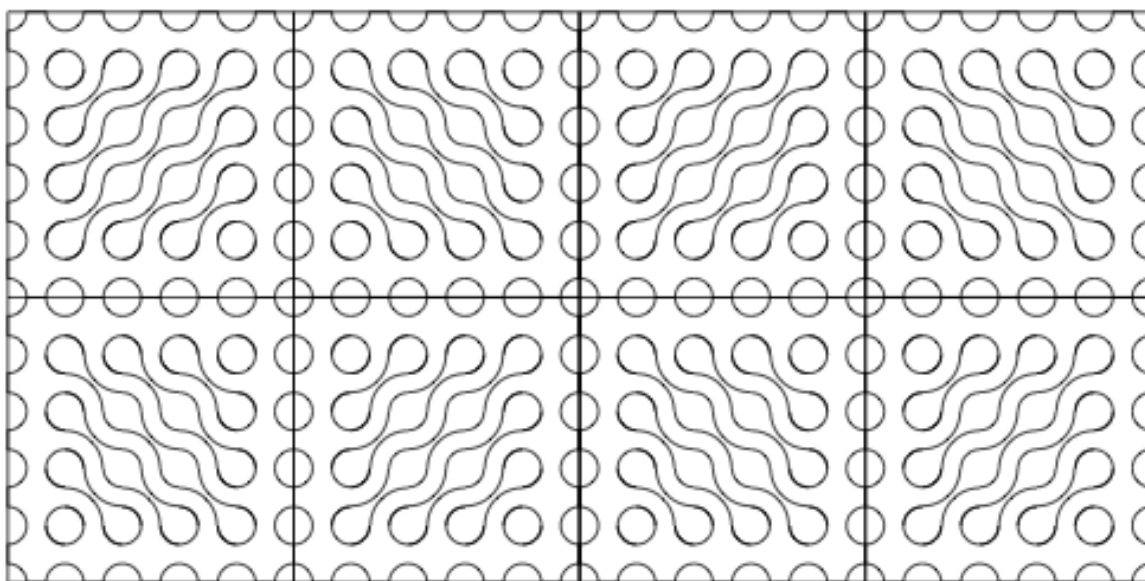


Ilustração 52 - Desenho exploratório de conjunto VI.

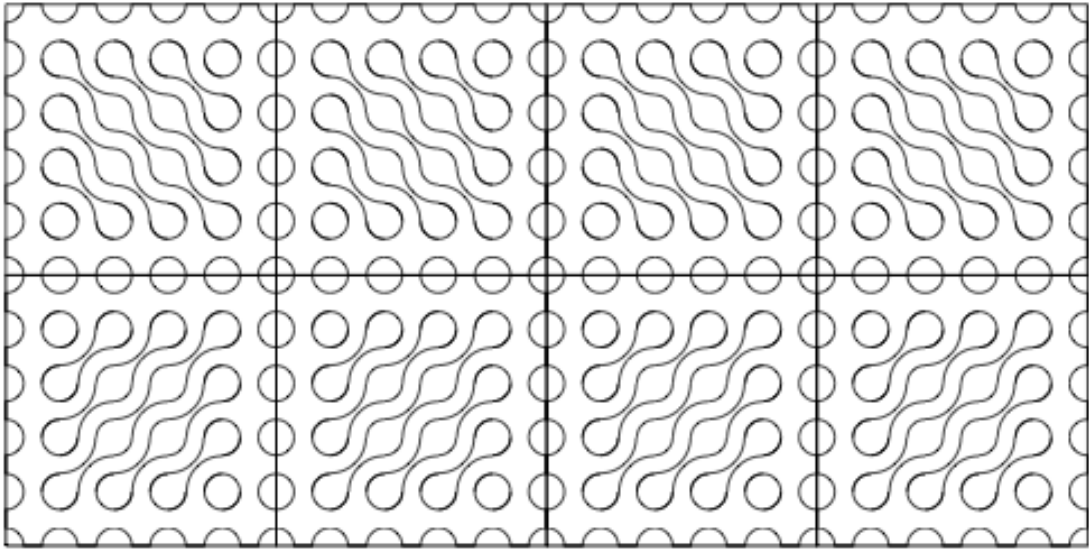


Ilustração 53 - Desenho exploratório de conjunto VII.

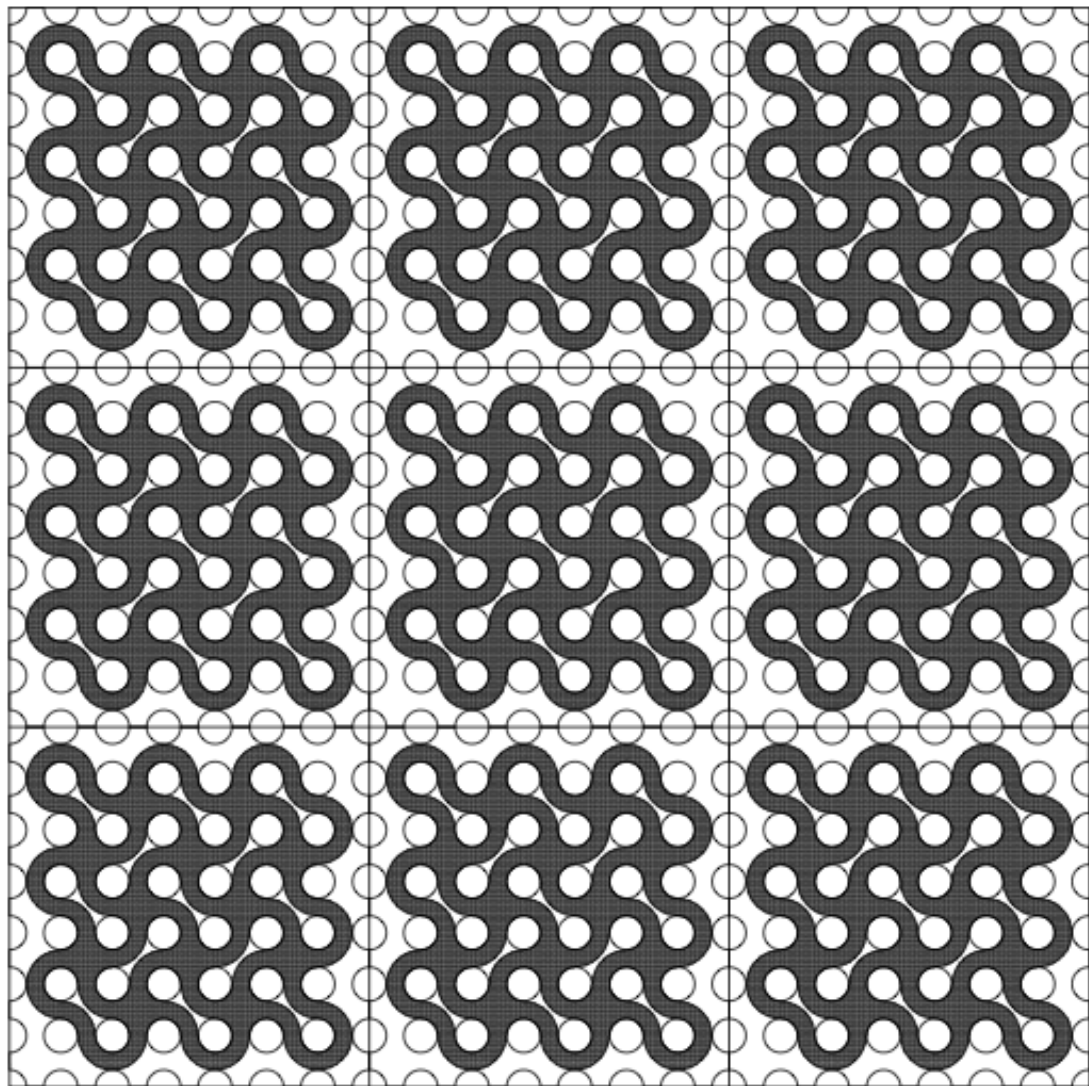


Ilustração 54 - Desenho exploratório de conjunto V.

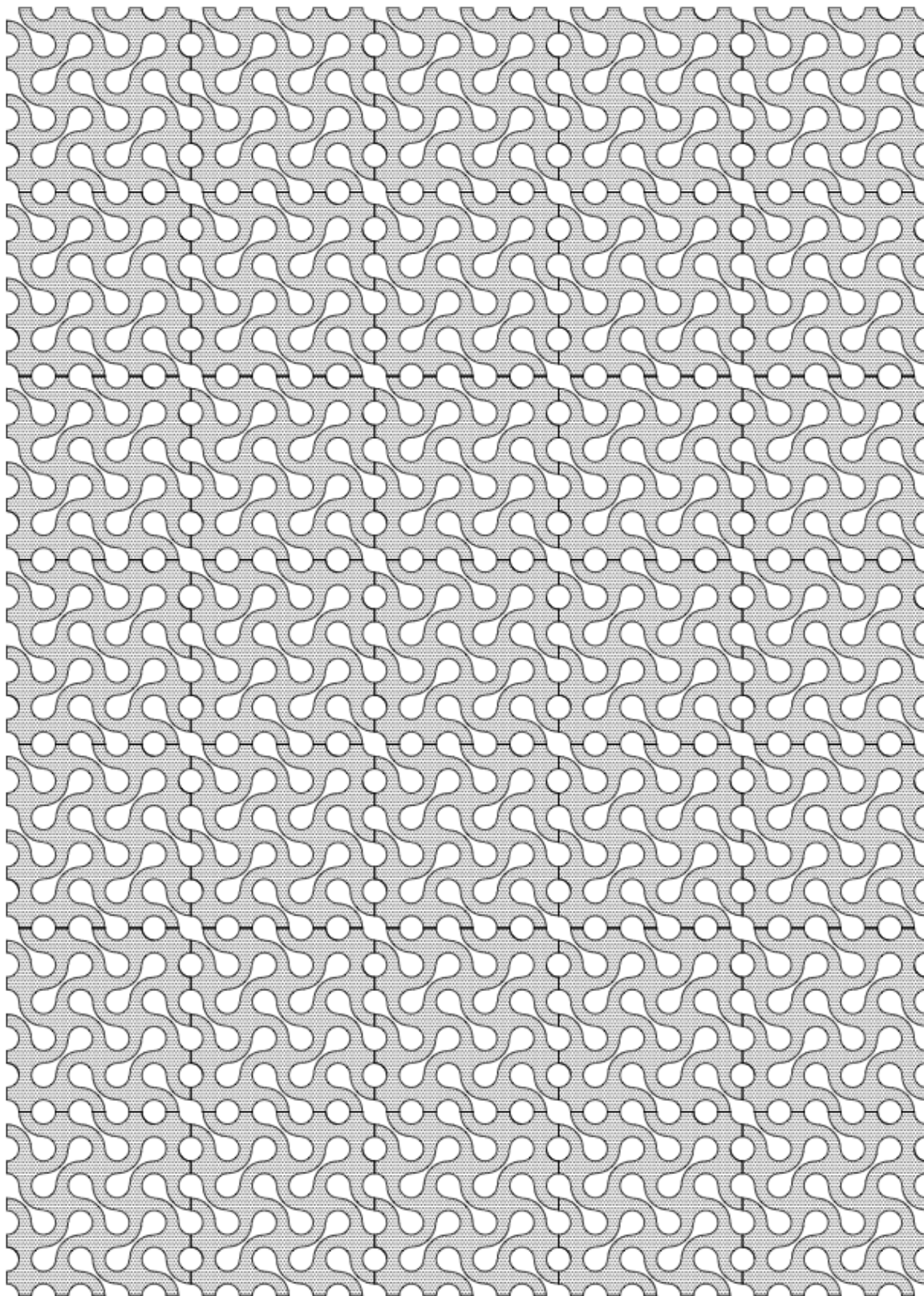


Ilustração 55 - Desenho exploratório de conjunto VIII.

8.3.2 Desenhos técnicos

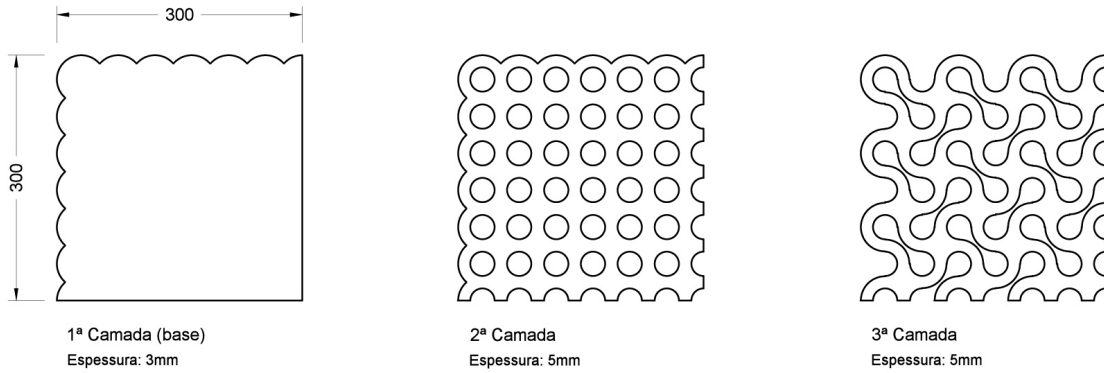


Ilustração 56 - Vista Frontal da peça de canto.

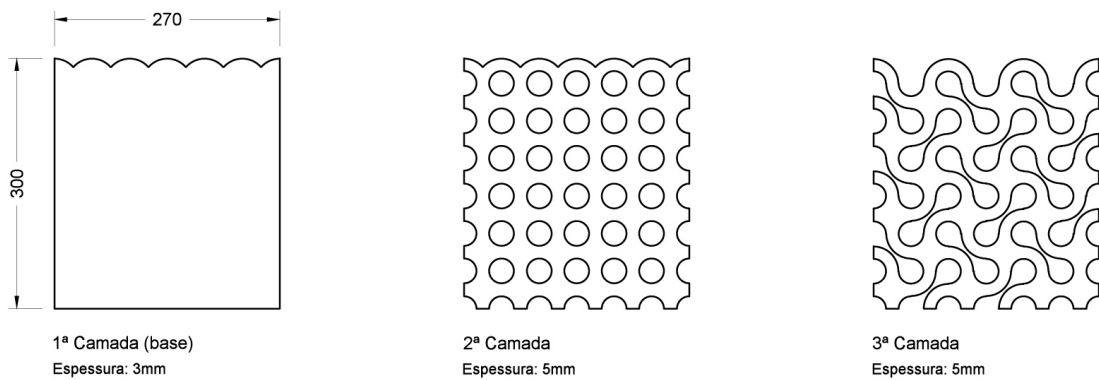


Ilustração 57 - Vista Frontal da peça lateral.

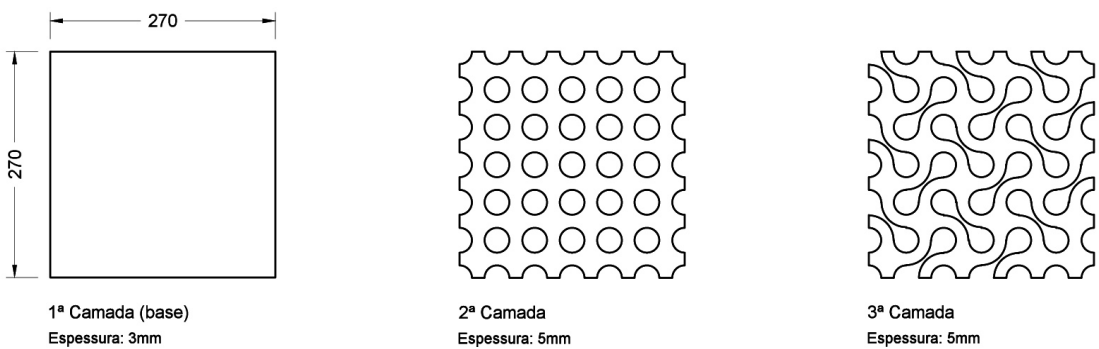


Ilustração 58 - Vista Frontal da peça central.

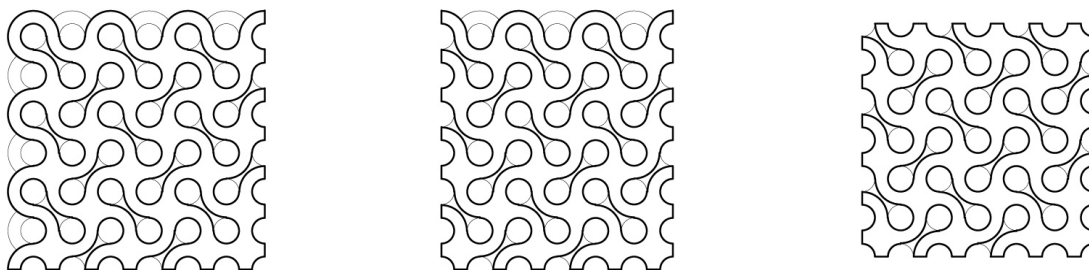


Ilustração 59 - Vista Frontal das peças sobrepostas por camadas.

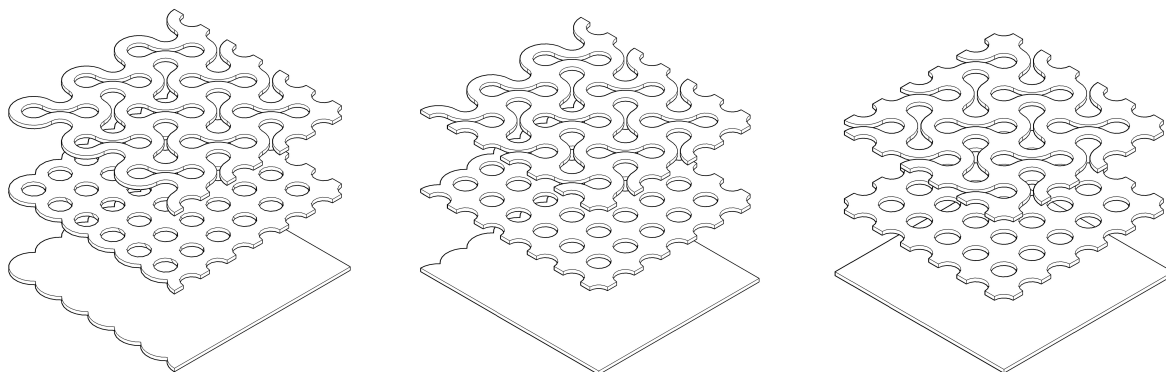


Ilustração 60 - Axonometria explodida das diferentes peças.

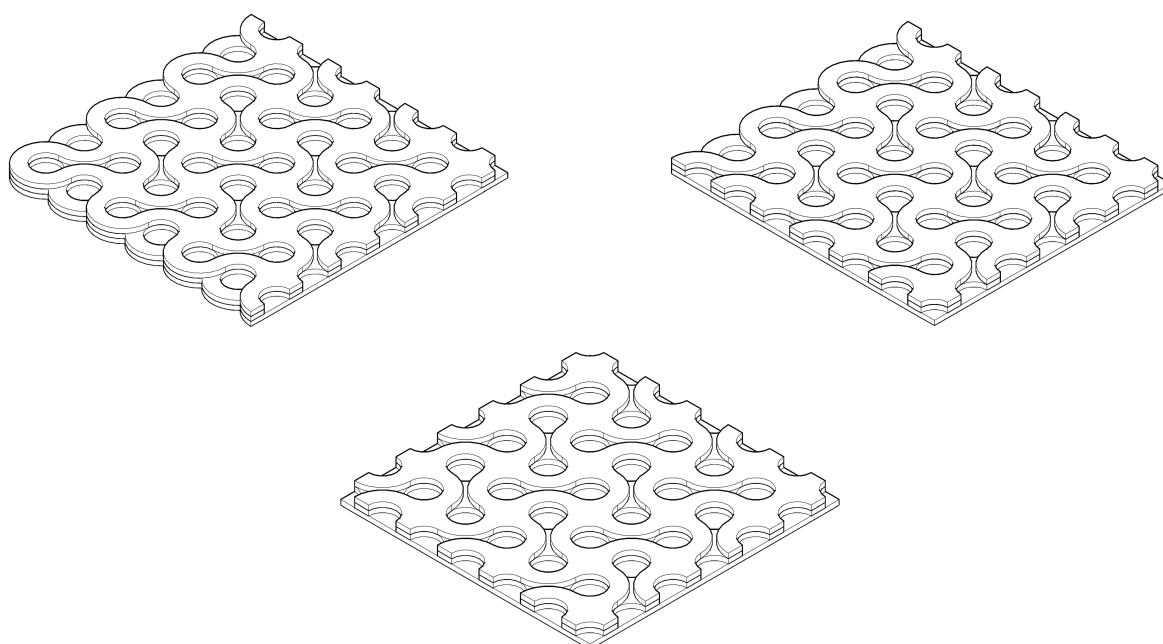


Ilustração 61 - Axonometria das diferentes peças.

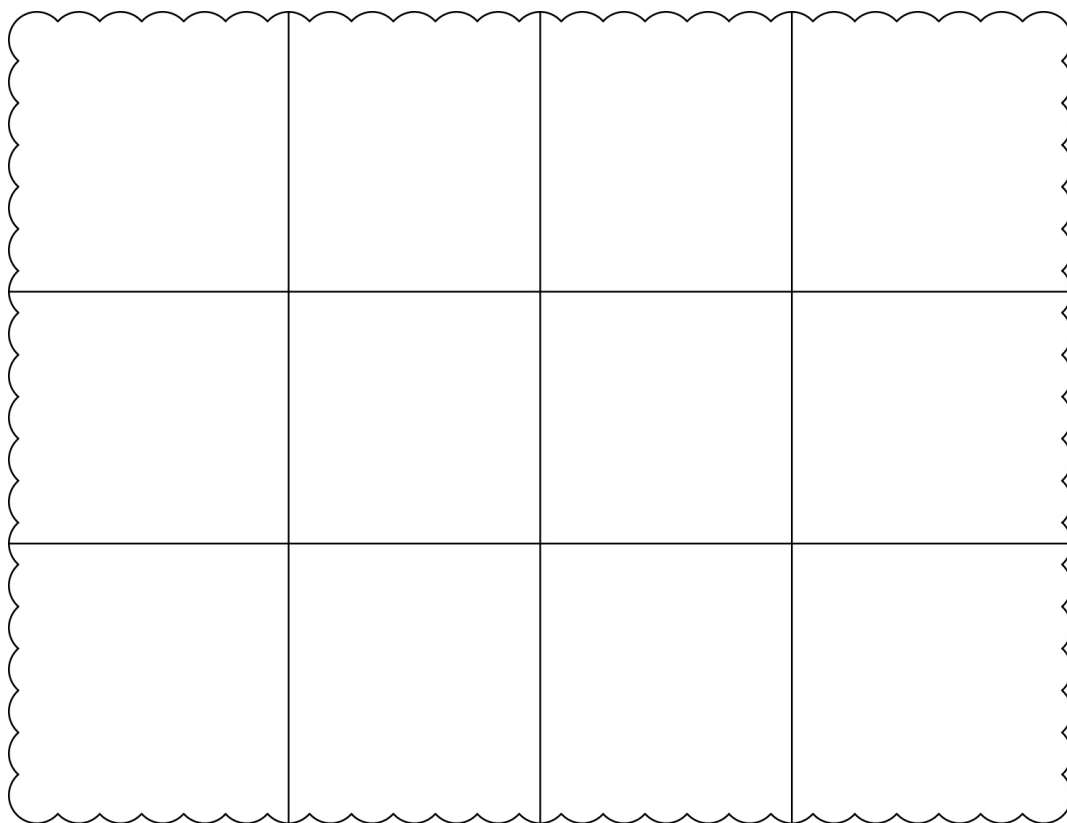


Ilustração 62 - Vista Frontal de conjunto das peças da 1ª camada.

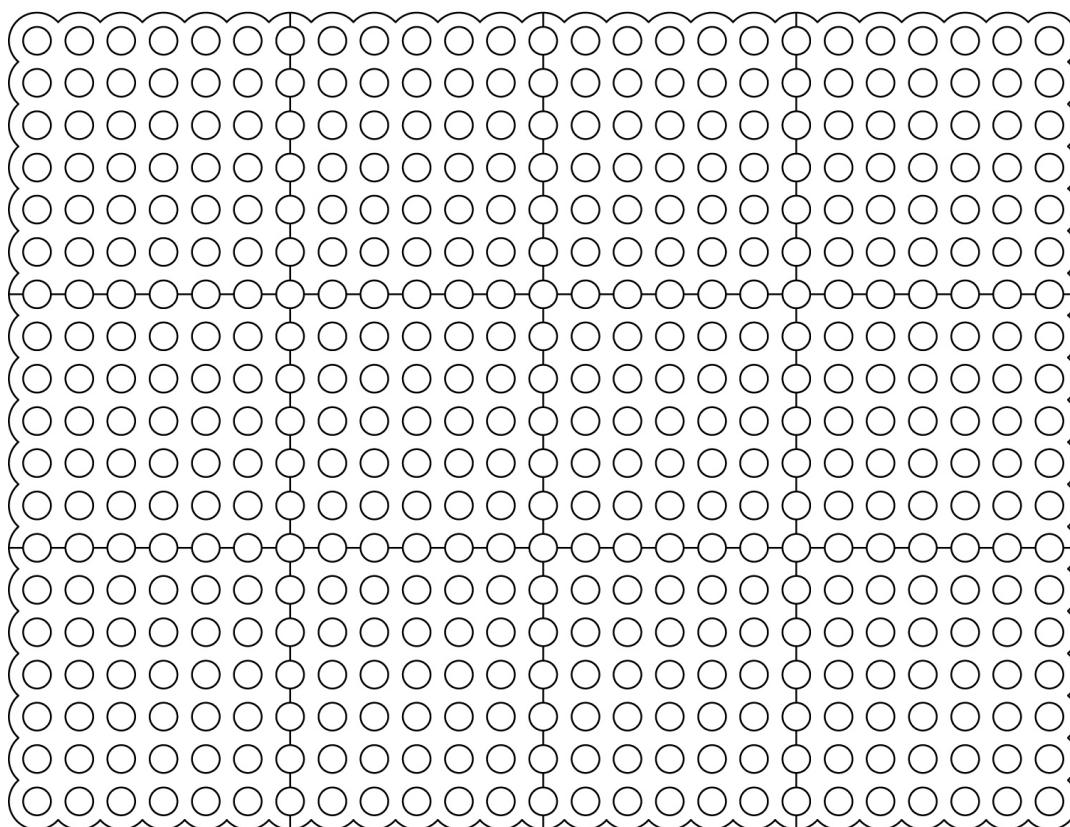


Ilustração 63 - Vista Frontal de conjunto das peças da 2ª camada.

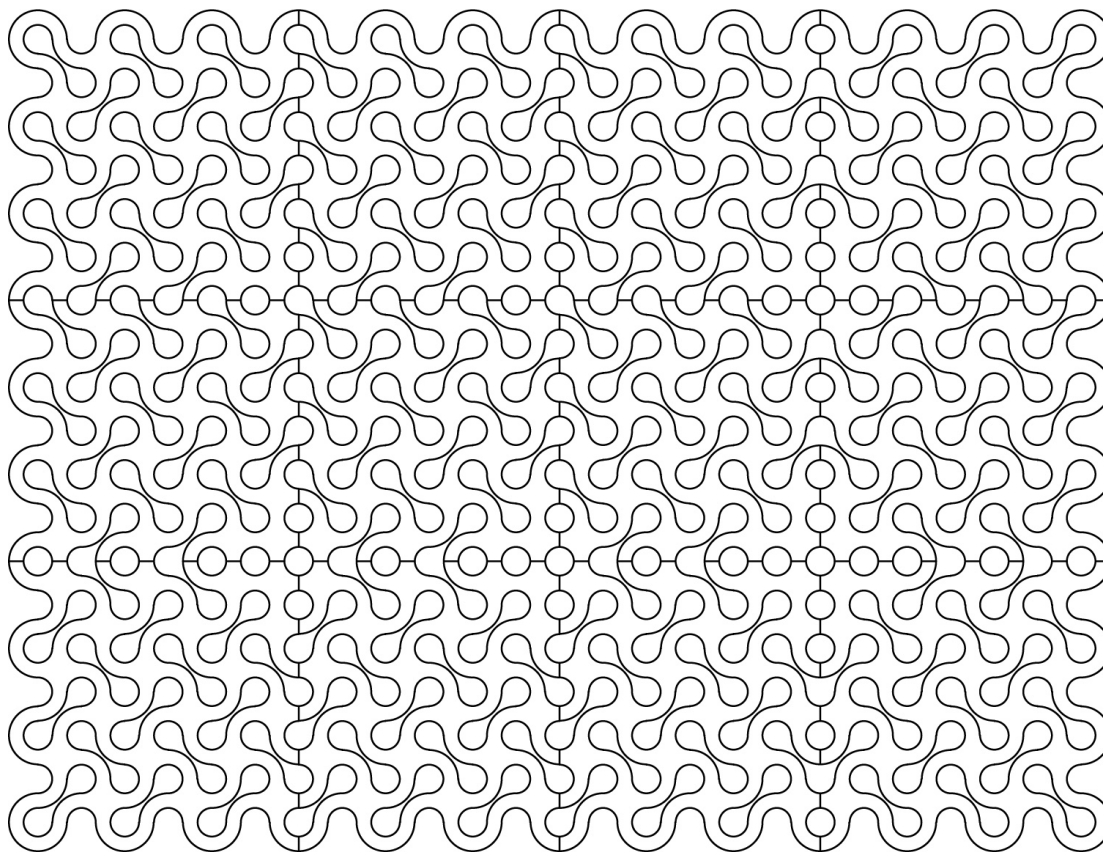


Ilustração 64 - Vista Frontal de conjunto das peças da 3ª camada.

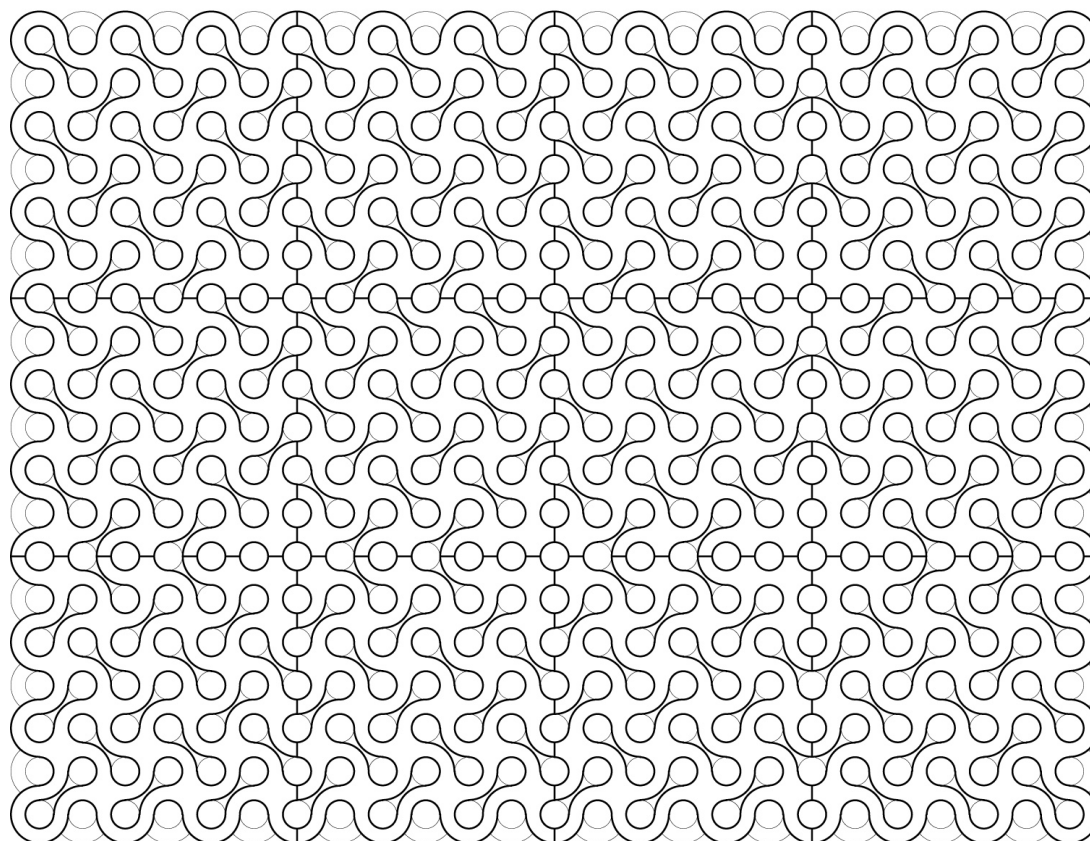


Ilustração 65 - Vista Frontal de conjunto das peças com as três camadas.

8.3.3 Protótipo

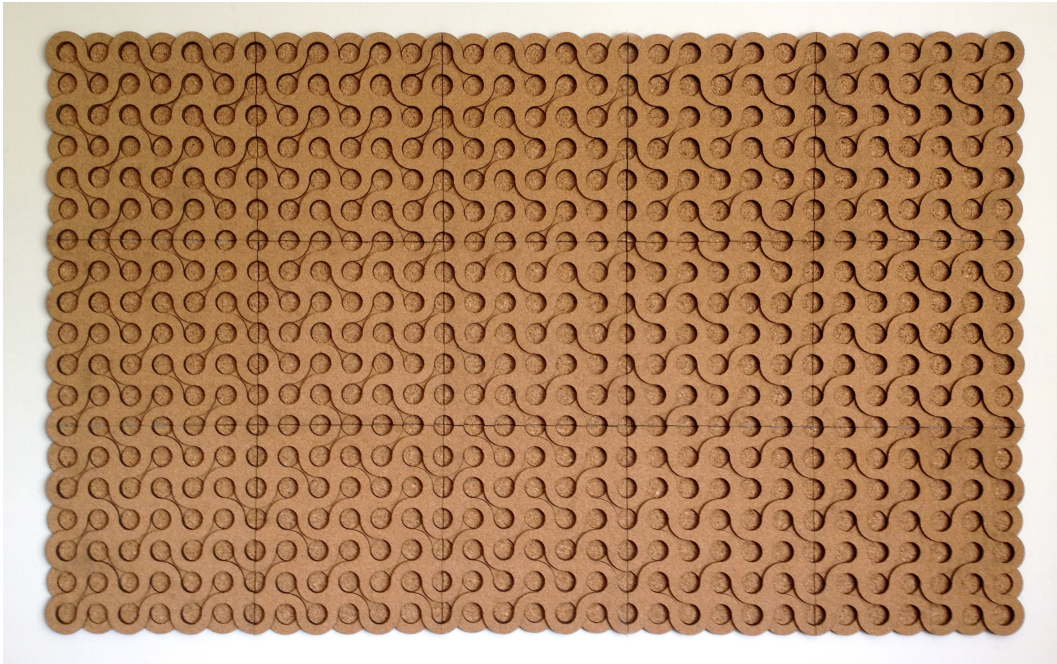


Imagem 95 - Vista frontal do protótipo.

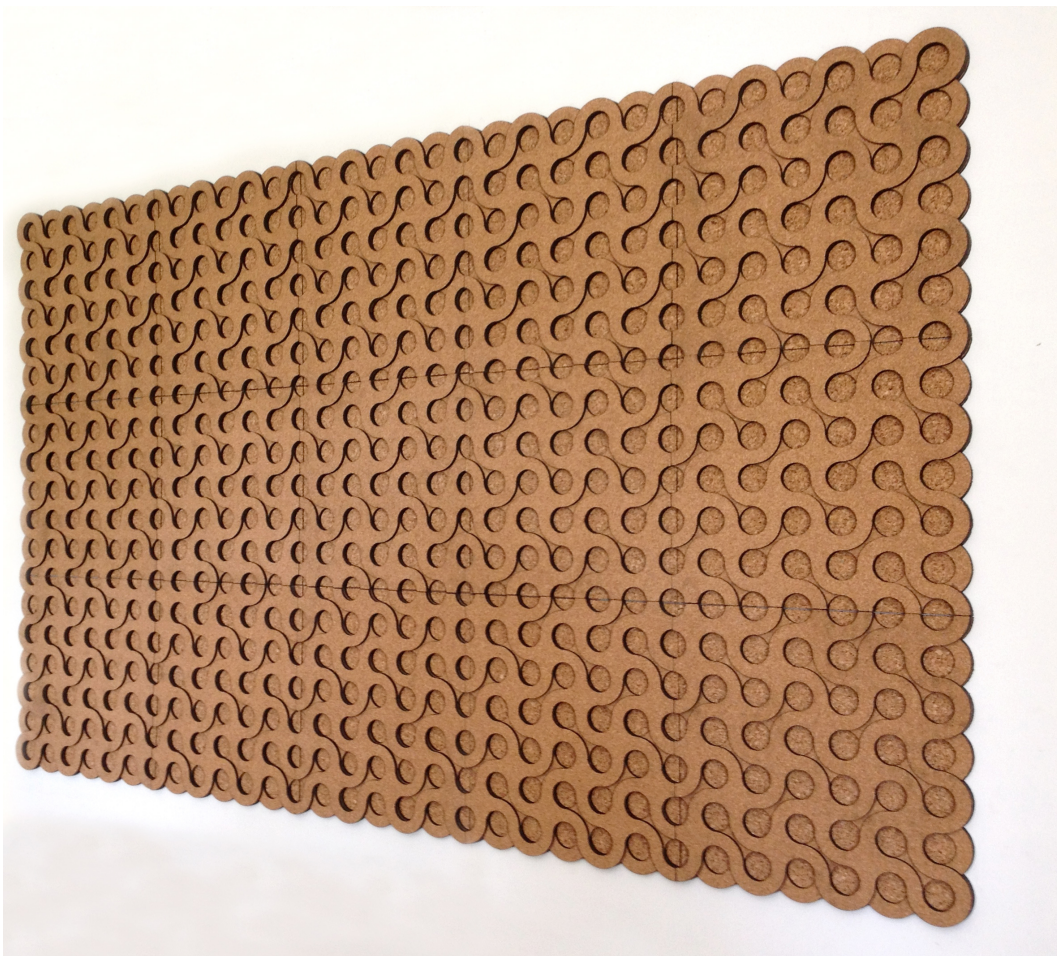


Imagem 96 - Vista em perspectiva do protótipo.

8.3.4 Visualizações 3D de implementação dos produtos no espaço



Imagem 97 - Render. Implementação do painel num espaço de restauração I.



Imagem 98 - Render. Implementação do painel num espaço de restauração II.



Imagem 99 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria I.



Imagem 100 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria II.

8.3.5 Gestão do material

Como a maior parte dos objetos concebidos no mundo, estes também geram desperdícios de material. No entanto, os restos de material que não são utilizados nestes produtos poderão ser reutilizados, visto que a cortiça é 100% reciclável. A pensar nessa vantagem foi realizado um estudo para perceber a quantidade de material aproveitado e inutilizado.

Peça de canto

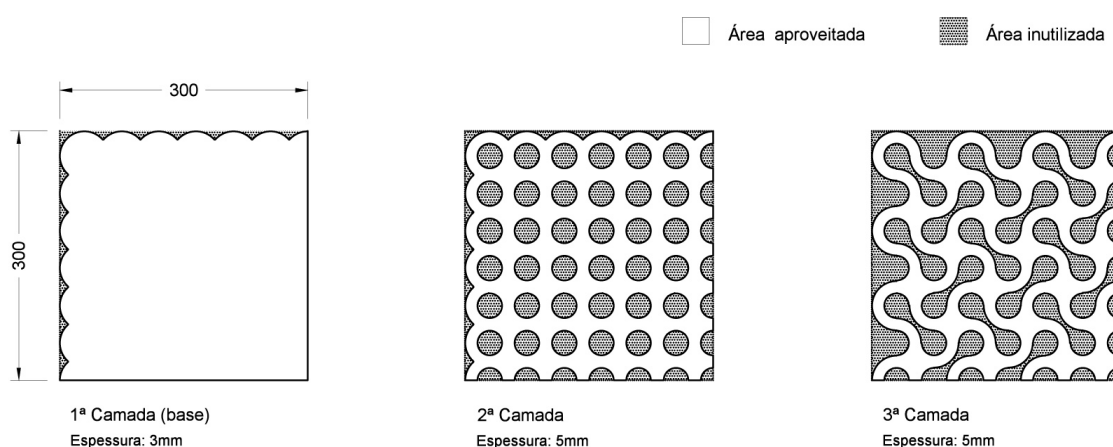


Ilustração 66 - Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça de canto.

Tabela 4 - Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça de canto.

Peça de Canto	Área Bruta (mm ²)	Área Aproveitada (mm ²)	Área Inutilizada (mm ²)	Volume Bruto (mm ³)	Volume Aproveitado (mm ³)	Volume Inutilizado (mm ³)	Material Aproveitado (%)	Material Inutilizado (%)
1ª Camada	900	881	19	2700	2643	57	97,9	2,1
2ª Camada	900	583	317	4500	2915	1585	64,8	35,2
3ª Camada	900	546	354	4500	2730	1770	60,7	39,3
Total	2700	2010	690	11700	8288	3412	70,8	29,2

Peça lateral

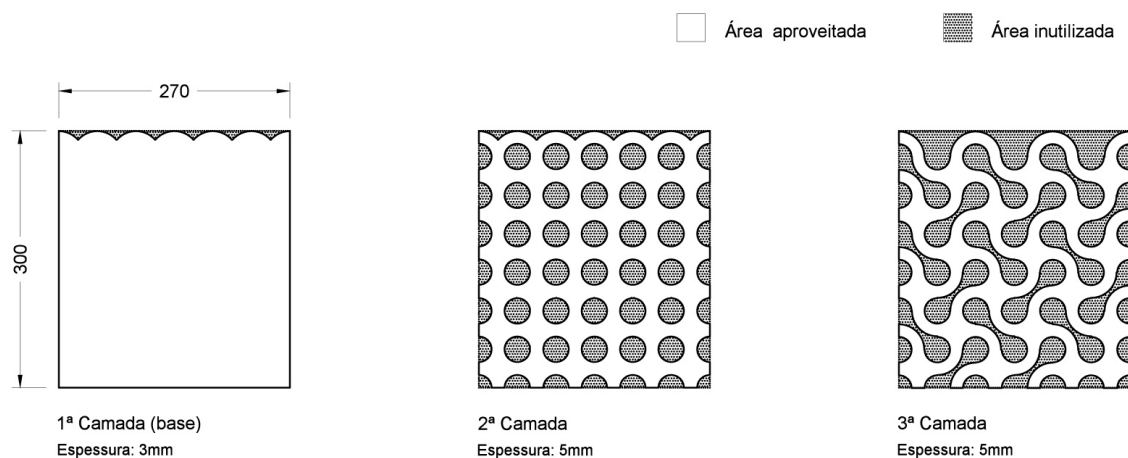


Ilustração 67 - Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça lateral.

Tabela 5 - Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça lateral.

Peça Lateral	Área Bruta (mm ²)	Área Aproveitada (mm ²)	Área Inutilizada (mm ²)	Volume Bruto (mm ³)	Volume Aproveitado (mm ³)	Volume Inutilizado (mm ³)	Percentagem Aproveitada (%)	Percentagem Inutilizada (%)
1ª Camada	810	802	8	2430	2406	24	99	1
2ª Camada	810	526	284	4050	2630	1420	64,9	35,1
3ª Camada	810	445	365	4050	2225	1825	54,9	45,1
Total	2430	1773	657	10530	7261	3269	69	31

Peça central

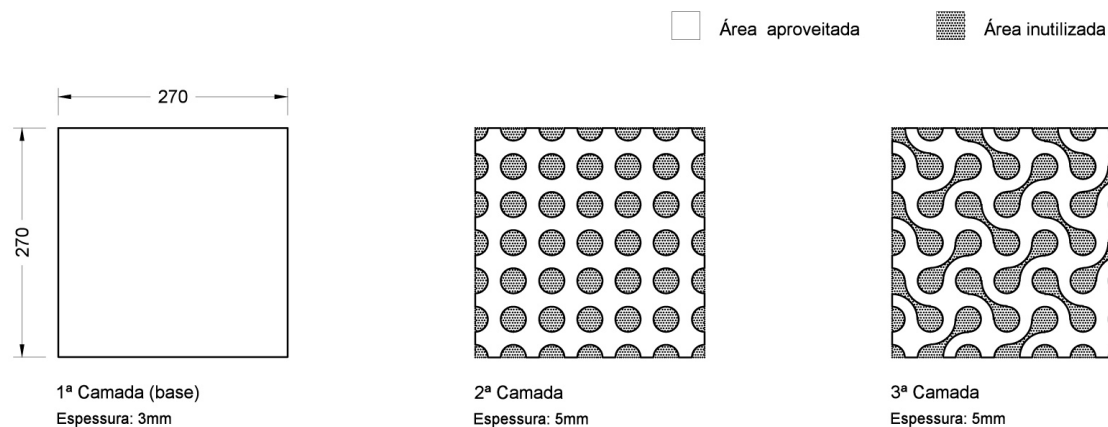


Ilustração 68 - Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça central.

Tabela 6 - Relação da quantidade de material aproveitado e inutilizado da peça central.

Peça Central	Área Bruta (mm ²)	Área Aproveitada (mm ²)	Área Inutilizada (mm ²)	Volume Bruto (mm ³)	Volume Aproveitado (mm ³)	Volume Inutilizado (mm ³)	Porcentagem Aproveitada (%)	Porcentagem Inutilizada (%)
1ª Camada	729	729	0	2187	2187	0	100	0
2ª Camada	729	477	252	3645	2385	1260	65,4	34,6
3ª Camada	729	411	318	3645	2055	1590	56,4	43,6
Total	2187	1617	570	9477	6627	2850	69,9	30,1

Como se pode verificar nas tabelas 4, 5 e 6, o material inutilizado nas respectivas peças é considerável. Se na 1ª camada das peças o material inutilizado é insignificante, nas restantes camadas os valores oscilam entre 34,6% e 45,1% para um aproveitamento de 54,9% a 65,4%. Em termos de quantidade de material, isto significa que em cada três peças produzidas, aproximadamente uma é desperdiçada.

No entanto, a cortiça é completamente reciclável, o que permite que a noção de desperdício desapareça, dando lugar a um pensamento de aproveitamento. A partir desta vantagem todo o material que engloba a concepção destes produtos é 100% (re)utilizado, contribuindo para um design ecológico.

8.3.6 Ensaio acústico

No sentido de perceber o impacto acústico que os protótipos poderão ter no espaço interior, conceberam-se amostras circulares à escala real, e posteriormente foram enviados para o LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), para determinar os valores de absorção sonora.²⁵ Foram realizados três testes a partir do modelo “PA 1”, com diferente número de camadas de aglomerado composto de cortiça, para perceber a influência de cada uma delas no conjunto da peça. Para cada teste foi necessário uma amostra circular de 100mm e outra de 30mm de diâmetro, com relevos semelhantes, obtendo assim resultados confiáveis. Para esse efeito, os desenhos das amostras foram estrategicamente posicionados na malha formal das peças, de forma a abranger todas as camadas para posteriormente serem cortadas, como se pode verificar na ilustração 69.

²⁵ Na Norma Portuguesa NO-3225/1:1986 “Acústica. Vocabulário. Parte 1: Definições gerais” define-se **absorção sonora** num meio como sendo a “redução da potencia sonora por dissipação resultante da propagação do som nesse meio.”

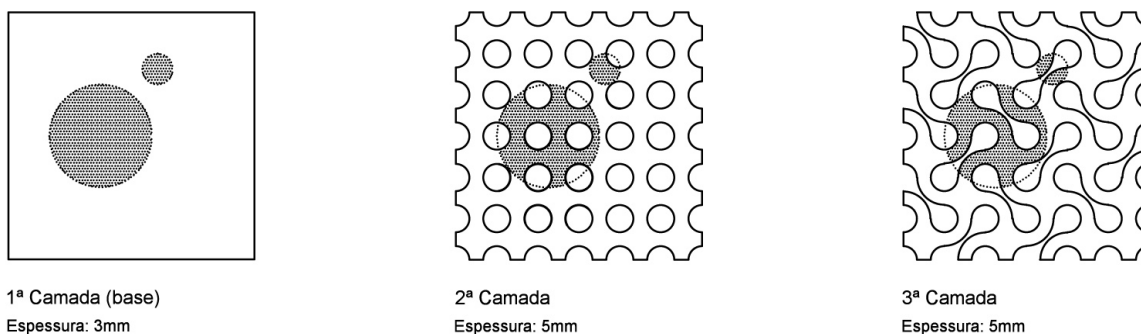


Ilustração 69 - Localização do corte nas respectivas camadas para os provetes.

Identificação dos provetes

Realizaram-se três provetes de tipologias diferentes fixadas a uma base em MDF. O Provede 1, é constituído pelas três camadas de aglomerado composto de cortiça, sendo que, a primeira é de grão grosso com três milímetros de espessura, e as restantes de grão fino com cinco milímetros de espessura cada uma. O Provede 2, contém somente duas primeiras camadas, formando uma espessura total de oito milímetros. E por fim, o Provede 3 contém as três camadas mais uma caixa de ar de doze milímetros, situada entre as camadas de aglomerado composto de cortiça e a base em MDF.



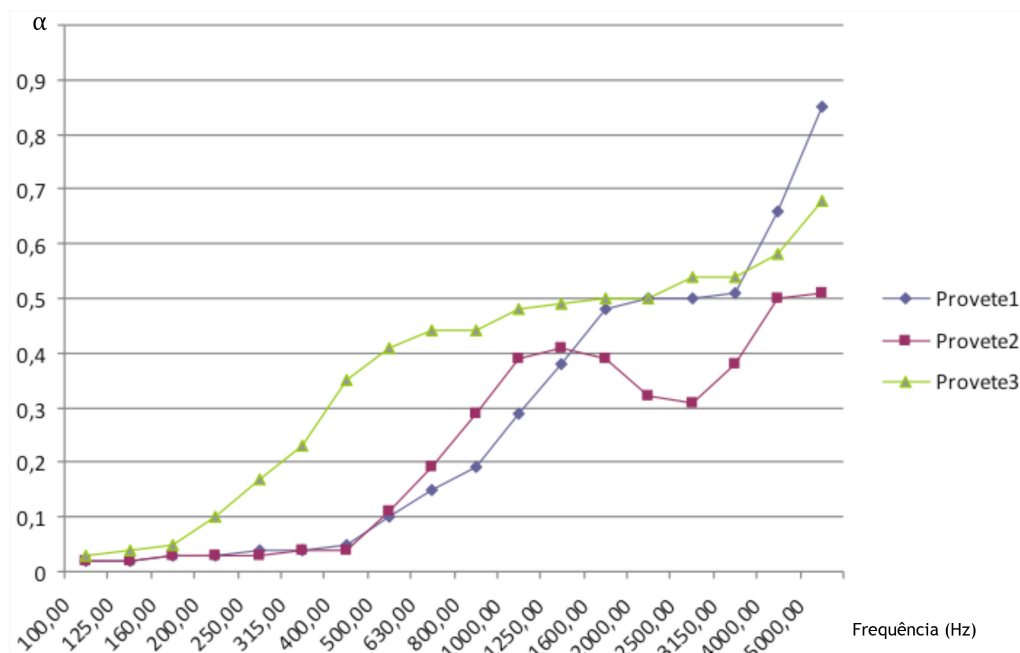
Imagem 101 - Identificação dos provetes.

Os ensaios para determinação do coeficiente de absorção sonora²⁶ foram efetuados com o Tubo de Kundt²⁷, em que o provete é exposto a ondas sonoras com incidência direta. No sentido de aproximar os resultados à exposição dos provetes a um campo sonoro difuso, tal como previsto na NP EN ISO 20354:2007 em que os ensaios são realizados em câmara reverberante sobre um provete com 10 m², aplicou-se aos resultados uma curva de conversão que transpõe os valores obtidos com o Tubo para os valores obtidos em câmara reverberante.

²⁶ Na Norma Portuguesa NO-3225/1:1986 “Acústica. Vocabulário. Parte 1: Definições gerais” define-se **coeficiente de absorção sonora** de um meio material (numa dada banda de frequências e para certas condições de exposição) como sendo a “razão entre o valor da energia sonora absorvida nessa banda de frequências e o valor de energia incidente na fronteira daquele meio, nessa mesma banda e naquelas condições de exposição.”

²⁷ Equipamento para ensaios acústicos onde são produzidas ondas estacionárias a uma determinada frequência através de uma fonte de ruído.

Resultados



Esquema 15 - Gráfico. Diferenças de absorção sonora entre três composições em aglomerado de cortiça composto.

Fonte: DOMINGUES, Odete - Relatório do ensaio acústico.

Tabela 7 - Resultados do coeficiente de absorção sonora de cada provete.

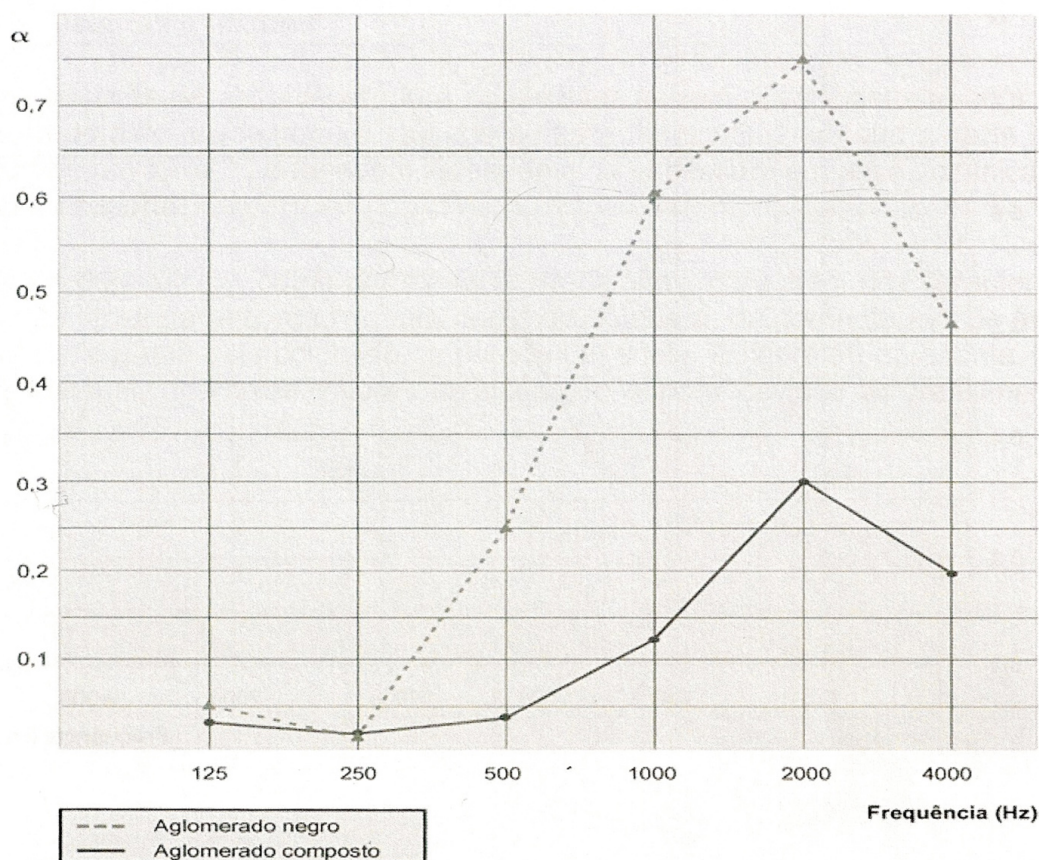
Fonte: DOMINGUES, Odete - Relatório do ensaio acústico.

Frequência (Hz)	Valores de α		
	Provete1	Provete2	Provete3
100,00	0,02	0,02	0,03
125,00	0,02	0,02	0,04
160,00	0,03	0,03	0,05
200,00	0,03	0,03	0,10
250,00	0,04	0,03	0,17
315,00	0,04	0,04	0,23
400,00	0,05	0,04	0,35
500,00	0,10	0,11	0,41
630,00	0,15	0,19	0,44
800,00	0,19	0,29	0,44
1000,00	0,29	0,39	0,48
1250,00	0,38	0,41	0,49
1600,00	0,48	0,39	0,50
2000,00	0,50	0,32	0,50
2500,00	0,50	0,31	0,54
3150,00	0,51	0,38	0,54
4000,00	0,66	0,50	0,58
5000,00	0,85	0,51	0,68

Como se pode observar no esquema 15, trata-se de bons resultados nomeadamente nas altas frequências. Esta competência é adquirida pelos minúsculos orifícios do material, que comunicam entre si, e asseguram a permeabilidade e propagação das ondas sonoras de frequências altas, transformando a energia sonora em energia calorífica.

Como já era esperado os provetes 1 e 2 não têm influência na absorção de baixas frequências, mas são muito eficazes nas altas frequências, sendo que entre os dois, o provete 1 apresenta melhor desempenho, considerando a espessura como factor diferencial.

Comparativamente a estudos já realizados na determinação do coeficiente de absorção sonora em aglomerado composto de cortiça (esquema 16), os valores obtidos são bastante favoráveis, podendo-se concluir que as formas que dão relevo às peças, têm um papel essencial no sentido de potencializar a absorção de energia sonora.



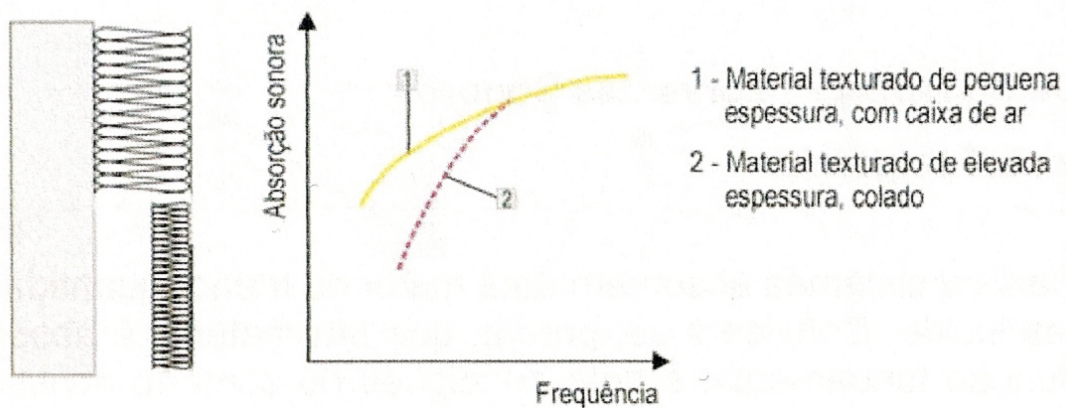
Esquema 16 - Gráfico. Diferenças de absorção sonora entre aglomerados negros e aglomerados compostos de cortiça.

Fonte: DOMINGUES, Odete - A Acústica nos Edifícios, p. 31.

O provete 3 funciona muito bem tanto nas altas como nas baixas frequências. Este fenómeno acontece devido à caixa de ar integrada no provete.

Com base na pesquisa previamente efectuada, previa-se que o material não apresenta-se resultados satisfatórios na absorção sonora de baixas frequências. Para tal, foi pensado num processo para combater essa condicionante. Ao separar os elementos da parede formando uma caixa de ar, a energia sonora transforma-se em energia mecânica, fazendo com que o painel vibre, obtendo-se valores muito satisfatórios nas baixas frequências, sem que para isso seja necessário adicionar mais espessura ao matéria. Já na caixa de ar, quanto maior for a distância entre o material absorvente sonoro e o elemento rígido, melhor será o seu desempenho acústico, se comparado com o mesmo material fixado mecanicamente ao elemento rígido.

No esquema 17 pode observar-se a influência da aplicação do material com e sem caixa de ar.



Esquema 17 - Influência da aplicação dos materiais na forma de absorção de energia sonora.

Fonte: DOMINGUES, Odete - *A Acústica nos Edifícios*, p. 24.

8.4 Painel Acústico 2

No âmbito do desenvolvimento de painéis acústicos, propõe-se uma segunda solução, para melhoramento do conforto acústico no espaço interior. Esta solução é constituída por elementos em aglomerado composto de cortiça, que comunicam entre si através da forma, cor e textura.

O painel é formado por duas camadas em folha de aglomerado composto de cortiça, em que a primeira serve de revestimento do plano a intervir, absorvendo parte da energia sonora, e uma segunda camada, composta por vários elementos, em forma ondulada com pequenos intervalos entre si.

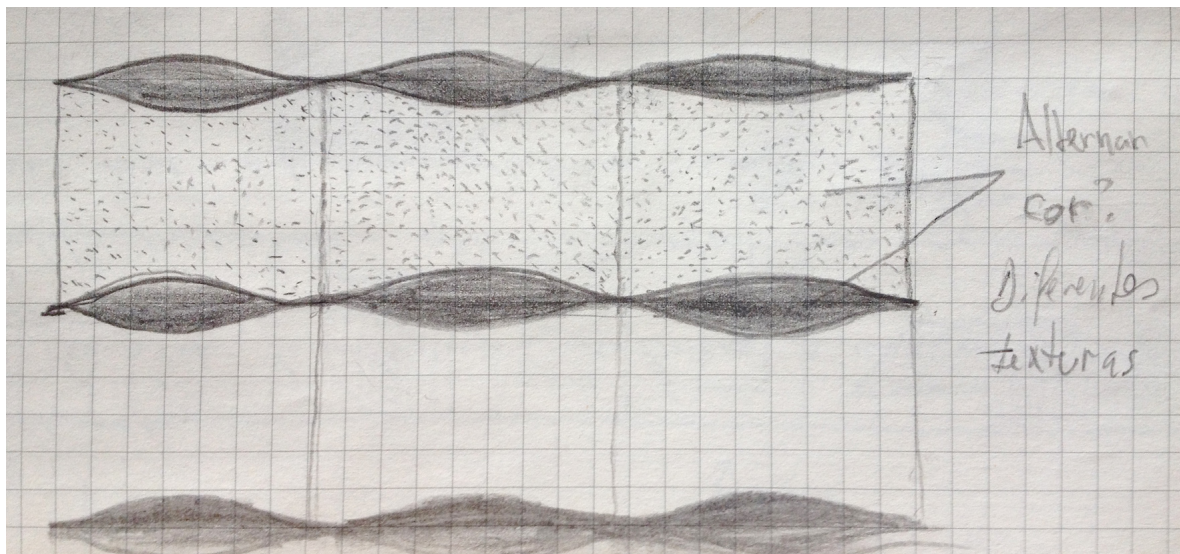


Ilustração 70 - Esboço da ideia.

8.4.1 Desenhos técnicos

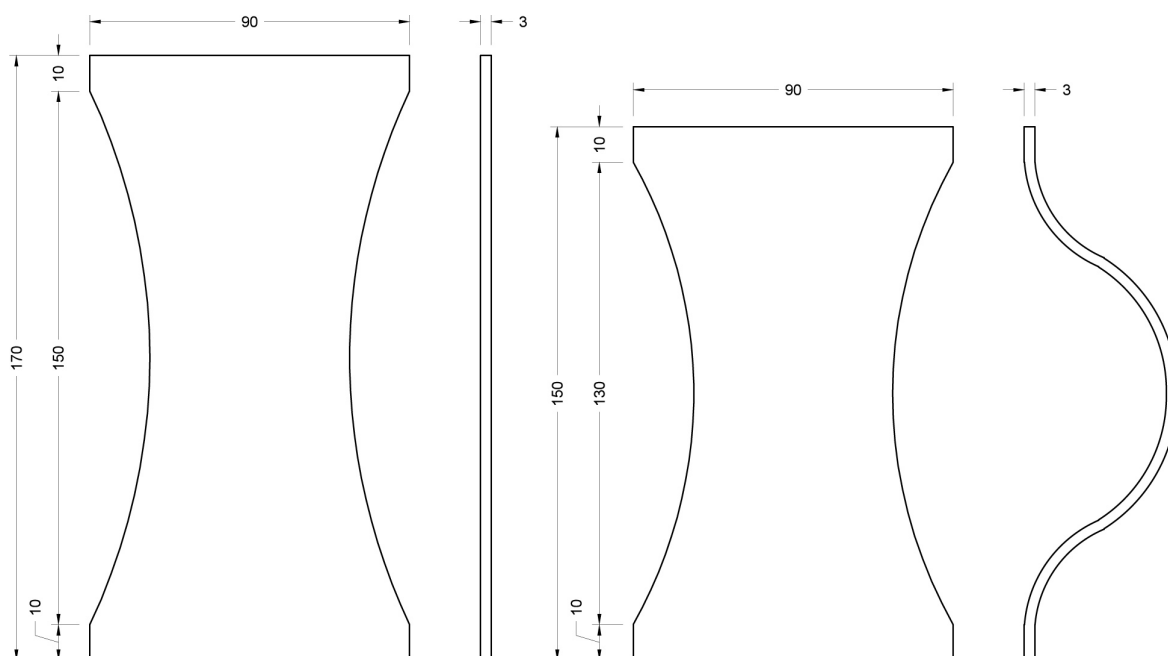


Ilustração 71 - Vista Frontal e lateral esquerda da peça modular planificada e modelada.

Propõe-se que a folha de aglomerado composto de cortiça da camada que reveste o plano a intervir (base) seja de grão mais grosso, aumentando assim a sua textura e conseqüentemente a sua absorção sonora. Em relação à outra camada, propõe-se que seja utilizado um aglomerado composto de cortiça de grão mais fino, facilitando o seu manuseamento sem danificar os elementos.

Os espaços criados, sob a aplicação dos elementos, potencializa a absorção sonora do painel. Esta capacidade resulta do aumento da área superficial do material absorvente, possibilitando a absorção do som que é reflectido pela base.

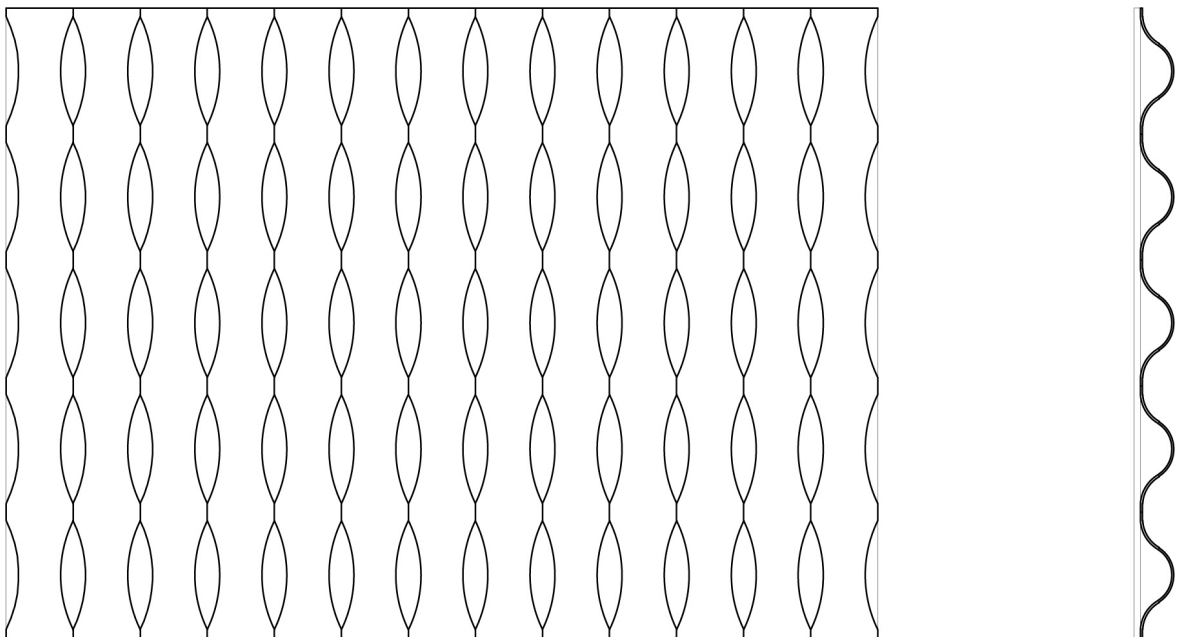


Ilustração 72 - Vista Frontal e lateral esquerda das peças em conjunto.

8.4.2 Aplicação dos painéis

Este tipo de solução prevê a sua aplicação a uma cota superior de 1,80 metros de altura, de forma, a precaver situações eminentes de risco de danificação, quer seja por condicionamento de mobiliário e equipamentos, ou por derrube humano.

As peças contêm uma zona específica de colagem (ilustração 73), da qual, será fixa à base a uma distância variável entre si, consoante o efeito desejável. Essa distância determinará o volume das camadas, ou seja, quando maior for essa distância, menor será o volume das peças e vice-versa.

O método de aplicação é bastante simples. A zona de colagem é facilmente identificada pelas suas arestas laterais rectas, que uma vez determinada e anotada a distância de colagem dos elementos, aplica-se a cola e fixa-se à base. Depois de ser fixado o primeiro elemento, o mesmo serve de referência para a colocação dos restantes elementos, sem que para isso seja necessário anotar as distâncias na base.

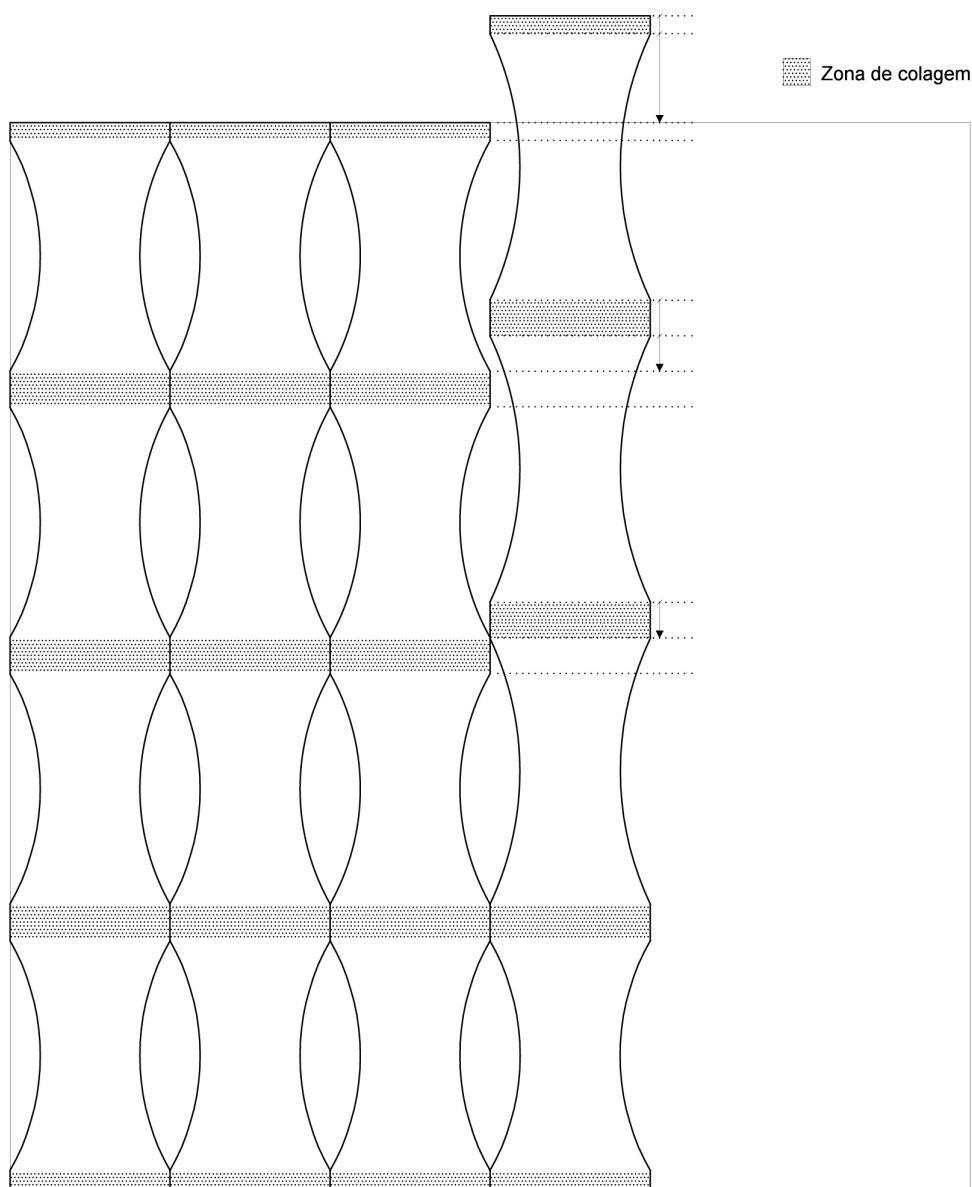


Ilustração 73 - Método de aplicação das peças.

8.4.3 Protótipo

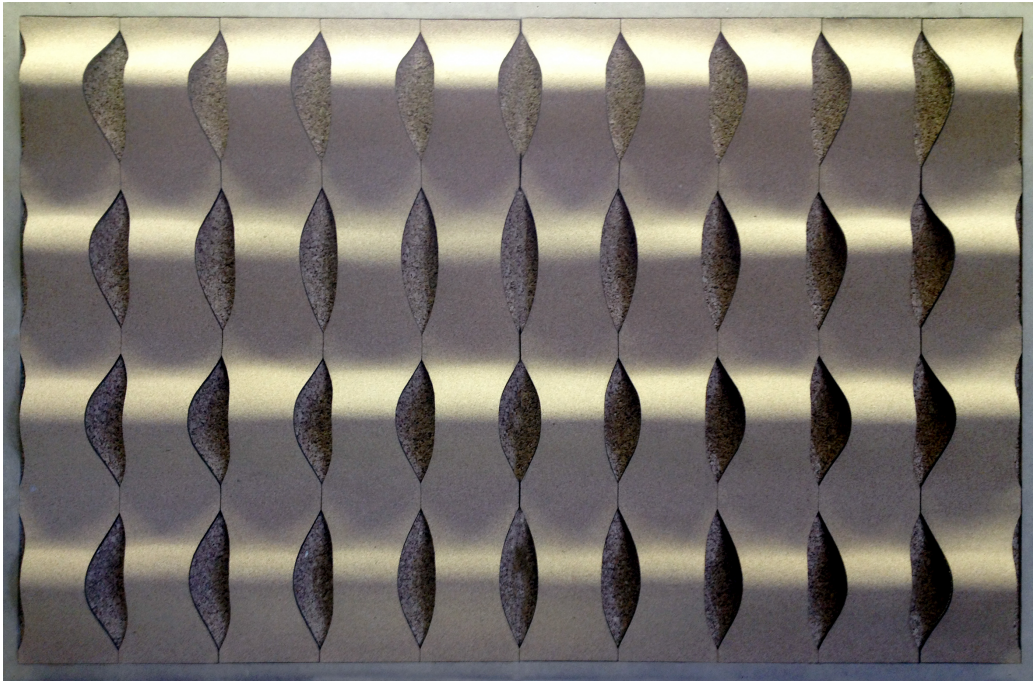


Imagem 102 - Vista frontal do protótipo.

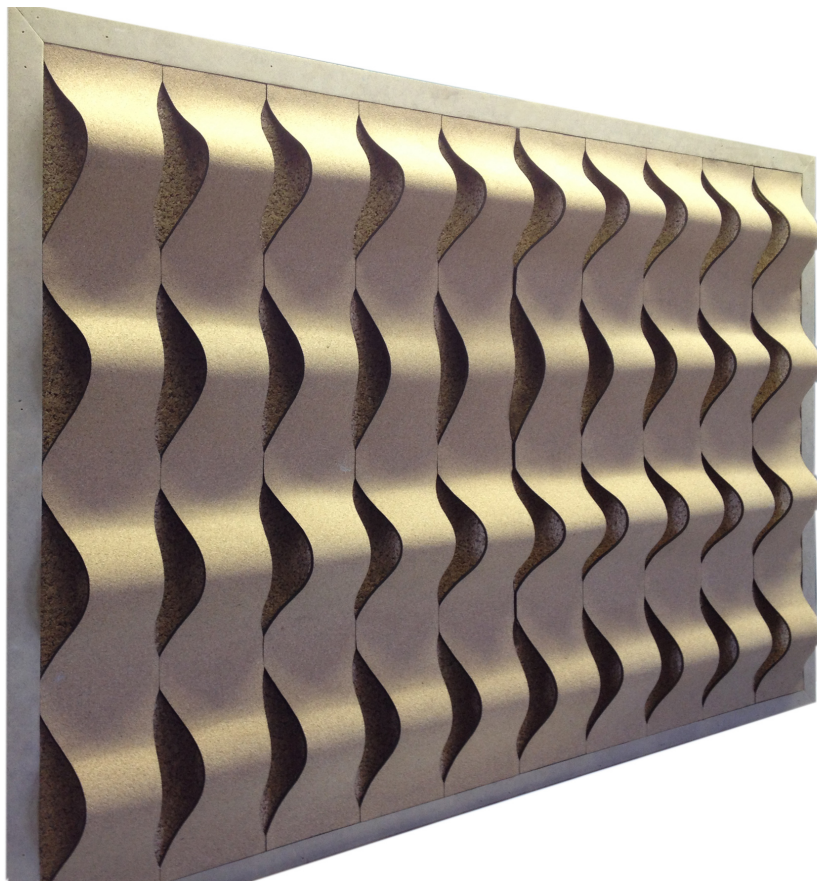


Imagem 103 - Vista em perspectiva do protótipo.

8.4.4 Visualizações 3D de implementação dos produtos no espaço



Imagem 104 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria I.



Imagem 105 - Render. Implementação do painel num espaço de hotelaria II. Pormenor.

9 | Conclusões

A materialização deste projeto possibilitou aprofundar conhecimentos na área do design, nomeadamente, na abordagem de diferentes conceitos a serem empregues na metodologia criativa de formas e volumes.

Ao observar os painéis resultantes, pode-se concluir que a experiência foi bastante positiva no que diz respeito à conjugação das qualidades matéricas e valoração das superfícies, superando até as expectativas, fruto de uma *imersão profunda com os elementos e técnicas*.²⁸ A passagem do desenho bidimensional para o modelo tridimensional gera sempre dificuldades, no entanto, essas dificuldades foram ultrapassadas por intermédio da metodologia aplicada, onde cada elemento inerente a esse processo desempenha um papel importante na linguagem.

Com este trabalho, pretendeu-se proporcionar ao designer hipóteses de exploração volumétrica, nomeadamente nos planos de revestimento interior, contribuindo para a sua aprendizagem, na expectativa de atribuir aos espaços novos valores expressivos e sensoriais.

Todos os procedimentos abordados obedecem a uma regra fundamental que é a de simplicidade de execução, quer nos materiais selecionados como também nas técnicas de transformação, estando dessa forma acessível a qualquer indivíduo.

Em suma, o presente documento serve de suporte para dar corpo a uma ideia, torna-la material, para ser testada no intuito de perceber se tem condições para se afirmar e ser desenvolvida.

Relativamente ao desenvolvimento de painéis absorventes sonoros, os mesmos são o reflexo da necessidade de colmatar problemas de desconforto acústico, que a esmagadora maioria dos espaços interiores ainda contém.

A investigação abordou vários aspectos, que se revelaram fundamentais para a compreensão e intervenção neste tipo de projeto. Iniciando-se pelo enquadramento do problema, onde foi possível constatar que parte dos espaços que sofrem desta patologia, deve-se à falta de noção dos seus proprietários neste assunto, confundindo-o com o isolamento acústico. Isto exemplifica um pouco a confusão que existe entre evitar que o som passe de um espaço para o outro, e a de criar boas condições acústicas dentro de um espaço.

Uns dos exemplos em que esta patologia está “visivelmente” presente, são os espaços de restauração. O indivíduo que procure um restaurante para satisfazer o seu apetite, procura também um espaço que contenha, a par da qualidade da comida, qualidade de conforto ambiental. A falta de uma solução acústica adequada provoca mal-estar entre o espaço e o utilizador. Imagine-se num espaço interior a fazer uma

²⁸ DONDIS, D. A. - *La sintaxis de la imagen-introducción al alfabeto visual*. Barcelona: Editorial Guatavo Gili, 2006, p. 207.

refeição sentado à mesa a conversar ao mesmo tempo com três amigos, multiplique por vinte mesas, e conte mais com o som das televisões, barulhos dos talheres em contacto com os pratos, empregados de mesa, etc., tudo isto torna o espaço extremamente ruidoso, sendo mais notório a dispersão do som em altas frequências.

Portanto, não se trata somente em não permitir que o vizinho seja prejudicado, mas também de melhorar os níveis de conforto acústico para benefício dos utentes do espaço.

Neste contexto, as soluções apresentadas constituem uma mais valia para a correção desta patologia, através do seu ótimo desempenho na absorção sonora, tanto nas altas frequências (do qual, a cortiça é um bom absorvente), como também nas baixas frequências (através do modo de aplicação com caixa de ar).

Um dos aspectos considerados mais importantes na produção destes painéis é a gestão do material. Sendo construído unicamente em aglomerado composto de cortiça, este é 100% reciclável, o que torna todo o projeto mais sustentável. A utilização da máquina de corte a laser no processo criativo, não só executa um trabalho preciso como também acrescenta valor em termos visuais, pela tonalidade queimada que aplica ao material, um acaso que foi reconhecido como válido para o desenvolvimento do projeto. Era possível executar este procedimento com a máquina CNC²⁹ mas o processo seria desvalorizado, pois a utilização da mesma gerava desperdícios de material em granulados de espessura muito reduzida, considerada pó de cortiça para as indústrias corticeiras, e daí não aproveitada para o processo de reciclagem.

De forma a validar o projeto, foram realizados testes acústicos no LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), no intuito de determinar o coeficiente de absorção sonora de cada produto, nos quais resultaram valores bastante positivos, superando as expectativas iniciais.

Para além dos comportamentos dos protótipos, em termos de absorção sonora, enaltece-se ainda a rapidez e facilidade de instalação, a leveza do material, a facilidade de limpeza, como também o aspecto estético e a possibilidade obter e conjugar as peças em várias cores.

Com base nos resultados, conclui-se que a intervenção foi bem sucedida, pela capacidade de resolver o problema detectado, tornando o ambiente de um espaço interior mais saudável ao ser humano.

A nível geral, o presente estudo foi extremamente benéfico para o autor, na medida em que contribui para o processo de aprendizagem, assim como na transmissão de conhecimento para outros designers interessados em adoptar estas metodologias criativas. No caso do desenvolvimento de painéis acústicos, estes também constituíram numa mais valia, pois foram projetados derivado a um problema existente, do qual resultou uma solução válida. Em ambas as partes, o

²⁹ CNC - Controle Numérico Computadorizado.

percurso de trabalho suscitou algumas dificuldades, mas foram estas mesmas circunstâncias que fizeram evoluir o projeto.

Bibliografia

- AA.VV. – **Daciano da Costa Designer**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.
- AA.VV. – **Design em Aberto – Uma Antologia**. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993.
- AA.VV. - **Everyday vida material – projecto de design português no quotidiano**. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 2003.
- BONSIEPE, Gui – **Teoria e Prática do Design Industrial – elementos para um manual crítico**. Lisboa: 1992.
- CONSALEZ, Lorenzo – **Maquetes – A representação do espaço no projeto arquitetônico**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001.
- COSTA, Daciano da – **Design e Mal-Estar**. Lisboa: Centro Português de Design – CPD, 1998.
- DOMINGUES, Odete – **A Acústica nos edifícios – coeficientes de absorção sonora**. 5ª Ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, 2010.
- DONDIS, D. A. – **La sintaxis de la imagen - introducción al alfabeto visual**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2006.
- FAGUNDES, Arlindo – **Manual Prático de Introdução à Cerâmica**. 1ª Ed. Lisboa: Editorial Caminho, 1997.
- FORTES, Manuel; ROSA Maria Emília; PEREIRA, Helena – **A Cortiça**. 2ª Ed. Lisboa: Instituto Superior Técnico IST, 2006.
- FRICKE, Johann – **A Cerâmica**. Lisboa: Editorial Presença, 1978.
- MALDONADO, Tomás – **Design Industrial**. Lisboa: Edições 70, 1991.
- MANZINI, Ezio – **A matéria da invenção**. Lisboa: Centro Português de design - CPD, 1993.
- MUNARI, Bruno – **A Arte como Ofício**. 4ª Ed. Lisboa: Editorial Presença, 1993.
- MUNARI, Bruno – **Artista e Designer**. 3ª Ed. Lisboa: Editorial Presença, 1990.
- MUNARI, Bruno – **Das Coisas Nascem Coisas**. Lisboa: Edições 70, 1981.
- MUNARI, Bruno – **Design e Comunicação Visual**. Lisboa: Edições 70, 1968.
- NP EN ISO 345:2007 – **Acústica. Medição da absorção sonora em câmara reverberante**. Lisboa: IPQ, 2007.
- PATRÍCIO, Jorge – **Acústica nos edifícios**. Verlag Dashöfer, 4ª Ed. 2007.
- SILVA, P. Martins; **Projecto de condicionamento acústico de edifícios**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC, 2006.
- VIGUÉ, Jordi – **A Cerâmica – A técnica e a arte da cerâmica explicadas de modo mais simples e atraente**. 1ª Ed. Lisboa: Editorial Estampa, 1997.