

APARATO

TECNOLOGIA MANUAL

Jorge Carreira

APARATO

Mecanismos, instrumentos ou itens utilizados para esse propósito; artefacto.
(Etm. do latim: apparatus)

Orientador: Fernando Brízio
Co-Orientador: Luís Pessanha

Mestrado Design de Produto
2015

Documento redigido segundo a antiga ortografia.

Às mulheres da minha vida.

Índice

Resumo e Palavras-chave; *Abstract and Keywords* 7

Introdução

Objectivos do projecto 11

Problema/ Desafio 13

Estado da Arte 14

Fundamentos teóricos

Projectos referência 21

Contexto e desenvolvimento do projecto 30

Apresentação de resultados 33

Cimento 34

Fundição 64

Extrusão 94

Projectos Futuros 115

Referências bibliográficas 117

Índice de figuras 119

Anexo I Fotografias e videos de comunicação do projecto

Anexo II Elementos gráficos de desenvolvimento e comunicação do projecto

Resumo

O projecto Aparato foca-se no processo que antecede o objecto e cria condições que tornam o trabalho mais autónomo, condições essas que passam por desenvolver mecanismos de apoio à construção. O que se pretende é desenvolver novos processos de construção de objectos, trabalhando com máquinas inspiradas na indústria, técnicas, ferramentas e materiais alteradas e construídas por mim. Ao construir máquinas, o projecto liberta-se da condicionante indústria e abre caminho a um processo mais iterativo e autónomo. Com estas três técnicas e materiais pretendo desenvolver novas tipologias de construção:

Cimento - adoptar a técnica semelhante a do paper clay, mas introduzindo e experimentando materiais diferentes, recorrendo a moldes desenvolvidos para o efeito, e construir uma laminadora.

Fundição - construir um forno de fundição, ferramentas e moldes que me permitam experimentar novas formas de mobiliário, no qual o alumínio é o elemento de ligação.

Extrusão - construir uma extrusora, explorando novos processos de produção de mobiliário com filamentos de polímeros.

Palavras-Chave: Design, processo, máquina, mecanismos, experimental, molde, handmade, autonomia, materiais, auto-produção, craft, técnica.

Abstract

Aparato focuses on the process that precedes the object and creates conditions that make the process more autonomous. Developing such conditions allow me to have support mechanisms for building objects. The aim is to develop new construction processes by my self , working with machines inspired by the industry, as well as techniques, tool and materials. Building my own machines the project is released from the industry and paves the way for a more iterative and autonomous process.

With three materials and techniques I want to test new types of construction, different from the way objects are being made with these materials:

Cimento - Adopt a similar technique as the paper clay in ceramics but introducing and experimenting different materials. Use molds developed for this purpose and construct a rolling mill.

Fundição - Build a smelting furnace, tools and molds that allow me to experiment new ways of furniture production, in which aluminum is the connecting element.

Extrusão - Build an extruder exploring new production processes with polymer filaments.

Keywords: Design, process, machine, mechanisms, experimental, handmade, autonomy, materials, self-production, craft, technique.

Introdução

Objectivos do Projecto

O projecto pretende ser uma reflexão sobre a autonomia do designer enquanto construtor dos seus próprios recursos, agindo directamente em todas as etapas da concepção. Com a finalidade de me tornar mais independente e produzir objectos autonomamente, o manuseamento de materiais e máquinas é fundamental. Por essa razão, quando refiro a participação em todas as etapas, é de forma literal, construindo máquinas e todas as ferramentas necessárias para a execução de experiências ou objectos os quais passarei a designar como objecto-experiência.

A finalidade é criar laboratório de experimentação. O contacto permanente com os materiais, técnicas e erros espoleta caminhos diferentes, impensáveis anteriormente. O factor acidente que está presente nas tentativas/ensaios, funciona como estímulo a novas possibilidades de projecto que darão origem a pequenas linhas de produção, séries limitadas determinadas pela autoprodução.

Problema-desafio

O problema nasce quando pretendo desenvolver processos que não são compatíveis com as máquinas e lógicas da indústria.

O acesso mediado e controlado que temos a estes meios e métodos de produção nem sempre permite um processo coeso, criativo e experimental.

O desafio é, portanto, reclamar a posse da máquina tornando assim possível experimentar inúmeras vezes, pensar e executar de seguida, e não estar condicionado pelo tempo e burocracias empresariais.

Como resposta a este desafio pretendo construir uma linguagem de técnicas, máquinas e ferramentas adaptadas que me ajudem a desenvolver projectos de ordem experimental, que me tornem autónomo do sistema industrial. Não digo que isto me liberte totalmente do sistema, mas convivendo com ele posso apresentar os meus projectos sem ter a aprovação da indústria. O meu objectivo é criar condições que me permitam decidir o que devo ou não fazer, isto é, tornar-me autónomo.

“Hoje a sociedade pós tradicional exige-se o oposto e a autonomia é a condição básica para se conviver com os riscos as incertezas e os conflitos dessa sociedade.” (Soares, 1998)

Estado da Arte
Fundamentos Teóricos

Autonomia

A sociedade contemporânea depara-se com crescentes incertezas e novos problemas. Estes problemas manifestam-se na esfera económica, social e ambiental levando-nos a procurar alternativas ao chamado sistema tradicional.

Para que essas alternativas sejam possíveis é necessário democratizar a participação e repensar a natureza das actividades. Por um lado adoptar actividades mais reflexivas, que levem o indivíduo a questionar e a reflectir, por outro usar de maior informalidade nas relações sociais, tornando as interações mais dinâmicas.

O novo contexto deve contemplar maior flexibilidade e oportunidades de recriação das formas de vida sociais e laborais.

A autonomia é condição fundamental para a criação deste novo contexto.

A autonomia é um conceito que determina a liberdade do indivíduo em gerir livremente a sua vida, efectuando racionalmente as suas próprias escolhas, mas que apesar de serem diferentes, não são incompatíveis com elas.

Segundo Holgonsi Soares a autonomia não se desenvolve apenas em torno de elementos do campo tecnológico, ela também abrange elementos sociais, políticos e culturais, bem como os processos de produção.

O indivíduo autónomo tem a capacidade de conseguir manipular estes elementos, segundo uma lógica que se diferencia da fordista¹ e pós-fordista². Porém a autonomia não está só restrita à esfera da produção, ela está e também envolve todos os meios e domínios da vida contemporânea.

A autonomia é, portanto, uma chave importante para os indivíduos da sociedade pós-tradicional, pois o indivíduo autónomo é aquele que interroga, reflecte, analisa com liberdade e responsabilidade. Hoje testemunhamos uma redefinição do papel do designer: ele concentra competências dentro do seu atelier, como por exemplo a gestão de cadeias de produção que eram da tutela exclusiva da indústria.

1. Fordismo foi idealizado pelo empresário Henry Ford, o Fordismo é um modelo de produção em massa que revolucionou a indústria automobilística, quando introduziu a primeira linha de montagem automatizada.

2. Pós fordismo é um método de produção diferenciado do fordismo (produção em massa). O modelo pós fordista fundamenta-se na flexibilidade, trabalhando com stocks reduzidos, produzindo as pequenas séries.

Esta redefinição parece divergir de um mundo em que a globalização e a indústria tornou os objectos indiferenciados, sem identidade social e cultural.

“The selfproduction can be experienced as a form of self-discipline that serves as training for reflection, for solving the challenges of the project through manualwork, fully understanding the perception of the production process and the lines of thought that it stimulates.” (Ferrara, 2011)

Segundo a autora, os designers que optam pela autoprodução para produzir de forma independente os seus projectos, com determinação e autodisciplina. Estimulados pela reflexão sobre processos produtivos distanciam-se da indústria, pois não precisam da sua validação para avançar com o seu trabalho. Esse distanciamento não faz deles o oposto do modelo industrial implementado, faz deles uma alternativa viável.

A reflexão sobre cada projecto resulta assim num desenvolvimento experimental de produtos, feitos com materiais de baixo custo através de processos simples, que não procura a perfeição ou aparência atraente do produto industrial, nem a elegância dos objectos de luxo. Os objectos produzidos por estes designers são por norma simples, muitas vezes reflectem as suas etapas de produção. Olhando para a sustentabilidade como intenção e necessidade, incorporam materiais disponíveis nos seus objectos. Os resultados são muitas vezes únicos, produzidos em pequenas séries, uma escala em que cada peça é diferente.

“The self-produced objects are the bearers of small ideas, of “different looks“, of lifestyles and daily routines, a kind of poetic autobiography that brings back personal memories.”(Ferrara, 2011)

É um facto que hoje muitos designers optam por ser “designers makers”, sendo isto sintomático da pouca alternativa que dispõem. E seria um erro subestimar esta nova tendência: o produto globalizado e produzido em massa perdeu o seu encanto de outros tempos e já não é a aspiração de muitos designers. A auto-suficiência reflecte-se cada vez mais no seu trabalho, nomeadamente na produção de pequenas séries, concepção de materiais e definição de circuitos de distribuição.

O trabalho como realização pessoal

O prazer no trabalho, independentemente da sua natureza, é uma aspiração contemporânea.

A gratificação que dele resulta, seja ele criativo ou mecânico, é semelhante, dependendo sobretudo da percepção do desenrolar do processo e qualidade seus resultados.

O prazer de termos a nossa atenção física e mental absorvida e nos “perdermos” no trabalho, entrando numa espécie de alheamento activo, pode ser uma realidade. “O conceito de trabalho gratificante, seja ele de natureza mecânico ou francamente criativa é uma aspiração de todas as classes trabalhadoras, mas que os trabalhadores mecânicos raramente o atingem porque o prazer no trabalho como todos os outros (normalmente) gozam da liberdade de escolha.”(Dormer1990)

A auto-produção como forma de trabalho tem como vantagem o total arbítrio e liberdade de escolha.

Por essa razão parece ser o modelo adequado a uma cultura contemporânea onde indivíduo é autónomo, reflecte e questiona a sociedade, produzindo vantagens e sendo um instrumento fundamental para a sobrevivência cultural. Acima de tudo é uma forma de estar em que a ideia de trabalho criativo e autónomo predomina sendo fonte de grande prazer: o melhor trabalho é aquele que gostamos de fazer.

“Hamada³ goza de uma grande liberdade no seu trabalho, tem tempo para o fazer e quando fazê-lo e a que ritmo o trabalho dirigido por si próprio”(Dormer 1990)

No design de atelier não existe um determinismo na divisão de tarefas: o prazer reside no facto do autor(es) se encarregar de todo o processo.

Ao fazê-lo está a opor-se ao modelo que coloca a fábrica ou a instituição como paradigma: ele pode definir conceitos, técnicas, ferramentas, ritmos de trabalho e circuitos de distribuição.

3. Mestre oleiro Japonês.

“O oleiro moderno retira a sua liberdade filosofica e prática do facto de dominar todo o processo”(Dormer 1990)

O facto de por vezes trabalhar mais, porque nos agrada, é também uma manifestação de liberdade.

Technological Craft

Segundo Marinella Ferrara, o *technological craft* assenta numa abordagem experimental, que usa a tecnologia anteriormente limitada à indústria como forma de criação, mas recuperando o *handcraft* como ferramenta - instrumento utilizado pelo design, bem como processos construtivos, gestão das várias fases de construção e caracterização dos objectos.

A redescoberta das qualidades manuais, ajudam-nos a alterar o ponto de vista sobre o processo, que é hoje em dia muitas vezes limitado à forma digital.

O *technological craft* manifesta-se a partir de uma vontade de reflexão sobre o significado do design e a sua necessidade de experimentar diversos materiais e tecnologias que despertam curiosidades, caminhos e descobertas.

O *handcraft* é um método que desperta e estimula o processo criativo, no qual o processo de experimentação, construção ou produção ganham maior relevo que o objecto final. Aqui assume-se que o caminho para o conhecimento consiste em processos de tentativa e erro: testar e explorar o potencial dos ensaios e experiências.

“Along the way, the attempts to contribute to the development of skills become important milestones. The fact that one is not constrained to proceed without precise objectives or predefined purposes or products, helps to clear the mind.”

(Ferrara, 2011)

O longo caminho percorrido abre espaço para que a descoberta resulte por vezes do acaso, e essa descoberta inesperada pode ser algo de extraordinário. Este tipo de momentos proporcionados tanto pelo *handcraft* como o *technological craft* torna-os numa paixão para quem o executa, e o desencadear das várias etapas do processo dependem só de uma pessoa, que é o criativo, o pesquisador e o trabalhador.

Método experimental

“O método experimental com o trabalho prático, conhecimento, procura de materiais, formas e a exploração de novos processos de fabrico, possibilitam a exploração de infinitas possibilidades.” (Ferrara e Lucibello, 2012).

Tais métodos incentivam a uma abordagem de projecto mais analítica e que desenvolve simultaneamente o pensamento abstracto.

Ao desenvolver o próprio método de pesquisa, a realização de experiências e técnicas que são levadas ao limite, permite adquirir conhecimentos nunca antes alcançados que vão para além dos tradicionais do design na abordagem projectual.

“O método de projecto não é mais do que uma série de operações necessárias, dispostas em ordem lógica, ditada pela experiência”. (Munari, 1981)

Bruno Munari acreditava que a manipulação e construção de experiências que envolvem uma variedade de materiais podiam despertar a curiosidade, a atenção e a capacidade de agir sensorialmente.

As abordagens experimentais colocam-se frequentemente, e o ensino coloca em foco uma abordagem criativa que envolve a técnica. O método de ensino prático, experimental em processos, materiais, é uma realidade em algumas escolas do norte da Europa, colectivos e designers. A Academia de Design de Eindhoven é das mais reconhecidas por promover o desenvolvimento independente e uma mentalidade mais criativa dos alunos. Segundo Ferrara, os métodos de projecto não se ensinam mas orientam-se, pois cada aluno tem a sua capacidade, personalidade, método, conhecimento e as suas próprias habilidades para realizar o seu projecto.

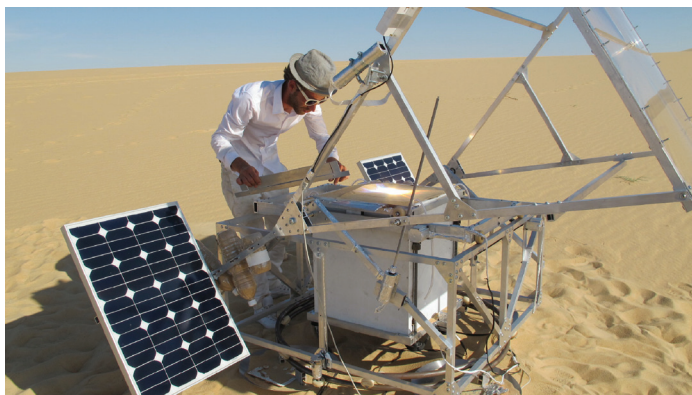


1. Pulp, designer Jo Meesters (2007).

O método de prática experimental, que desafia e explora variados tipos de materiais indo do natural ao artificial, sugere alternativas à produção de bens.

É necessário reflectir sobre os efeitos da globalização, da deslocalização da produção e automatização dos processos, o emprego, a economia. O ensino tem uma tarefa importante, um ensino focado na experiência e na prática individual. A combinação entre teoria e técnica, métodos práticos e experimentais incentivam a criatividade e a multidisciplinaridade.

Projectos de referência



2. Solar Sinter (2011).

Markus Kayser

Solar Sinter é um projecto que aborda questões de produção de energia e escassez de matérias-primas. O projecto explora o potencial da fabricação no deserto, com a energia solar e a areia. Estes dois elementos são utilizados como energia e material respectivamente, para produzir objectos de vidro utilizando um processo de impressão 3D. A combinação desta energia e materiais naturais com a alta tecnologia tem como objectivo levantar questões sobre o futuro da fabricação. Esta experiência tem como objectivo fornecer um ponto de partida para novas ideias.



3. Thread Wrapping (2012).

Anton Alvarez

Thread Wrapping de Anton Alvarez é uma máquina baseada na indústria da fiação. A partir desta máquina desenvolveu um novo método de produção de mobiliário, enrolando o fio mergulhado em PVA e unindo pedaços de madeira até construir desejado.



4. Improvisation Machine (2012).

Annika Frye

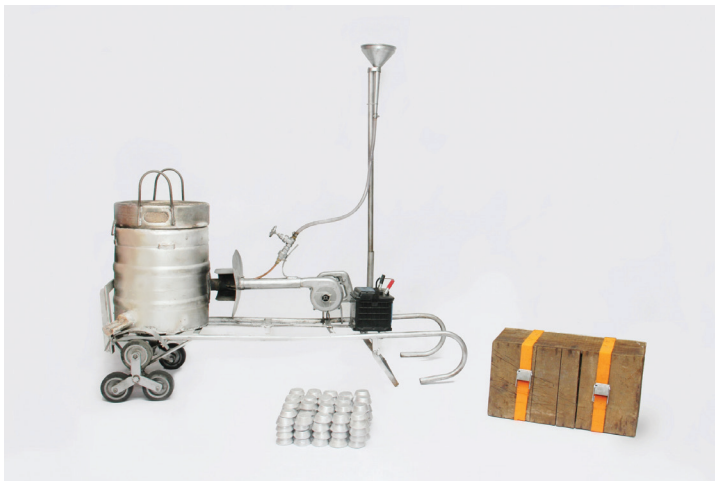
O projecto de Annika Frye é outro exemplo em que se transfere o processo industrial para o atelier, construindo moldes únicos em chapa polipropileno, que permite variação em vez de repetição.



5. Faceture Machine (2012).

Phil Cuttance

Faceture é uma máquina de roto moldagem simples e objectiva que concentra todo o processo de armazenamento, construção de moldes e posterior produção de objectos. Através de folhas de polipropileno que servem para produzir os moldes, Phil Cuttance constrói peças em resina de endurecimento rápido que vão desde vasos, candelabros até mesas.



6. Can City (2012).

Studio Swine

O Studio Swine criou Can City, inspirada na cidade de S. Paulo. Construindo uma fundição móvel que opera nas ruas da cidade. O alumínio (latas de refrigerante) e o óleo vegetal, que serve de combustível para a fundição, são reciclados. Os moldes e peças são todos feitos no local, transformando a rua numa linha de fabrico improvisada.



7. Panta Rei / Everything Flows (2008).

Studio Glithero

Panta Rei é um sistema mecânico de produção de velas que utiliza uma configuração de elementos simples: corda, ilhós, baldes, aquecedores, cera e um braço robotizado. O objecto é parte de uma produção, numa teia de cordas em revolução constante que, subindo e descendo, são introduzidas - as cordas (pavio) - num balde com cera líquida produzindo assim as velas.



8. Kami (2011).

Ett La Ben

Kami é um conjunto de potes, vasos e luminárias, que incentivam uma nova maneira de pensar produtos num estilo de vida “eco-frendly”. Totalmente fabricados com 100% de celulose biodegradável, um material extremamente sólido e leve, transformam esta abundante matéria-prima em objectos de uso diário cuja secagem é feita ao ar livre.

Contexto e descrição do projecto

Testar e experimentar soluções que me conduzam a novos caminhos até obter resultados e objectivos, passar por dificuldades encaradas como rastilhos para novas saídas de exploração, construir a máquina/técnica é uma necessidade implícita para a realização pessoal. É um objectivo a que me proponho assumidamente, caso contrário estes projectos nunca teriam sido concretizados.

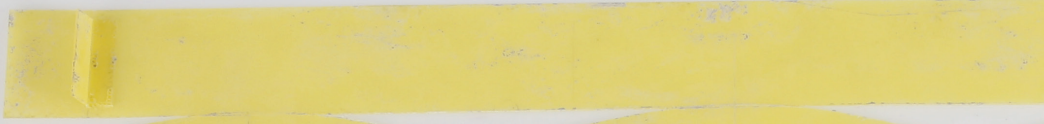
A grande vantagem de ter a máquina/processo prende-se com o facto de poder trabalhar, testar e experimentar sem restrições. À medida que o trabalho vai avançando os objectos tomam forma. Nem sempre as coisas resultam como idealizamos. Os materiais comportam-se de diferentes maneiras obrigando a seguir diferentes direcções, que podem ir de um simples reajuste da forma até ao redesenho da ferramenta, técnica ou da própria máquina.

Todo o processo é o meu objecto de trabalho, apesar de alguns períodos aparentemente menos produtivos por falta de soluções, quando encontrados, os projectos retomavam de novo o seu ritmo. E esse ritmo era eu que o ditava.

O resultado final é o culminar de uma série de etapas, tentativas e erros que usam técnicas de máquinas industriais e artesanais em atelier, inventando e reinventando.

Os resultados são por vezes inesperados, desanimadores, mas só passando por eles foi possível construir novos caminhos. Seguindo esta forma de estar em projecto apresento três resultados, diferentes entre si mas que dialogam através desta forma de pensar.

Apresentação de resultados





Cimento

Contexto do projecto

Este projecto nasce de um curso de Paper Clay que fiz no Cencal⁴.

No início, e como no paper clay, trabalha-se a partir de lastras (mistura de papel, água e argila seca através de uma base em gesso, formando uma folha trabalhável).

Comecei por construir sólidos. Este procedimento era feito através da sua planificação directo nas lastras, e montado sem ajuda de nenhum suporte o que dificultava a construção de objectos mais complexos.

Mais tarde projectei esses sólidos em cartão e, usando-os como molde, colocava-os por cima da lastra. Depois de devidamente cortada e montada, a lastra ficava colada ao molde.

Com este novo método era possível construir objectos mais complexos, mas deparava-me com alguns problemas como o desmoronamento dos moldes, devido à humidade da lastra. Era necessário procurar um material alternativo ao cartão, resistente à humidade, flexível e de fácil manuseamento. As folhas de PP eram o material que melhor respondia às minhas necessidades.

As primeiras experiências em faiança e porcelana com este novo molde estavam a correr bem (ver foto 1 da imagem 11). Com os resultados a melhorar no fim do curso, como iria continuar este projecto? Eis então que resgato o material de um projecto anterior: cimento na roda de oleiro. E se em vez de faiança ou porcelana, misturasse cimento com papel? O cimento portland é um aglomerante hidráulico que endurece, sobe a acção da água⁵, fazendo com que me liberte de cozeduras. Assim cresce a minha autonomia, com maior viabilidade exploratória e económica. Fiz a mistura entre papel e cimento, e utilizando os moldes desenvolvidos obtive resultados animadores. Percebi que, com esta técnica, era possível trabalhar o cimento com espessuras mínimas sem recorrer a contra molde.



10. Paper clay e cimento na roda de oleiro.

4. Centro de Formação para a Indústria Cerâmica, Caldas da Rainha.

5. http://www.ecivilnet.com/artigos/cimento_portland.htm.

Molde: análise e construção do fecho

Nos moldes iniciais o mecanismo de fecho era feito a partir de fita-cola, e isto resultava por vezes na abertura indesejada. Houve então a necessidade de desenvolver um novo tipo de fecho para solucionar o problema: facilitar a sua aplicação e garantir uma melhor conformação da peça. A questão foi resolvida através de tiras de polipropileno previamente cortadas e soldadas com ferro quente, (utilizado normalmente na solda através de estanho em circuitos electrónicos) e unidos através de grampos

metálicos construídos para o efeito. Este novo tipo de fecho demonstrou-se eficaz, tanto no encerramento do molde e no resultado final obtido.



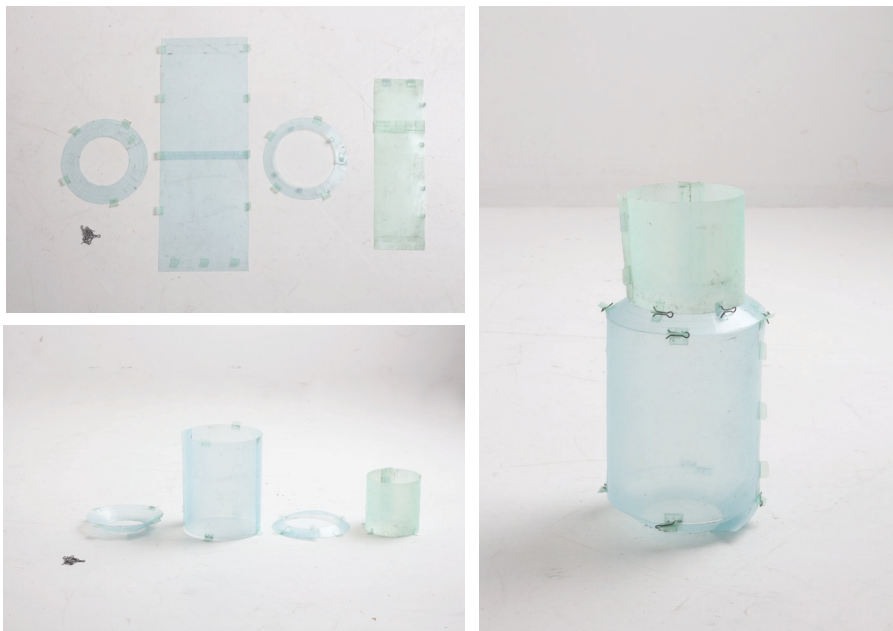
11. Construção do fecho nos moldes.

Moldes: primeiras experiências

Os moldes inicialmente utilizados no paper clay eram compostos por vários sólidos planificados - que todos montados constituíam um só objecto. Durante a construção das peças em cimento, estas teriam que ser feitas separadamente e unidas no final. Este método dificultava a execução devido às características do próprio cimento - secagem rápida (comparando com a faiança porcelana), falta de plasticidade e difícil

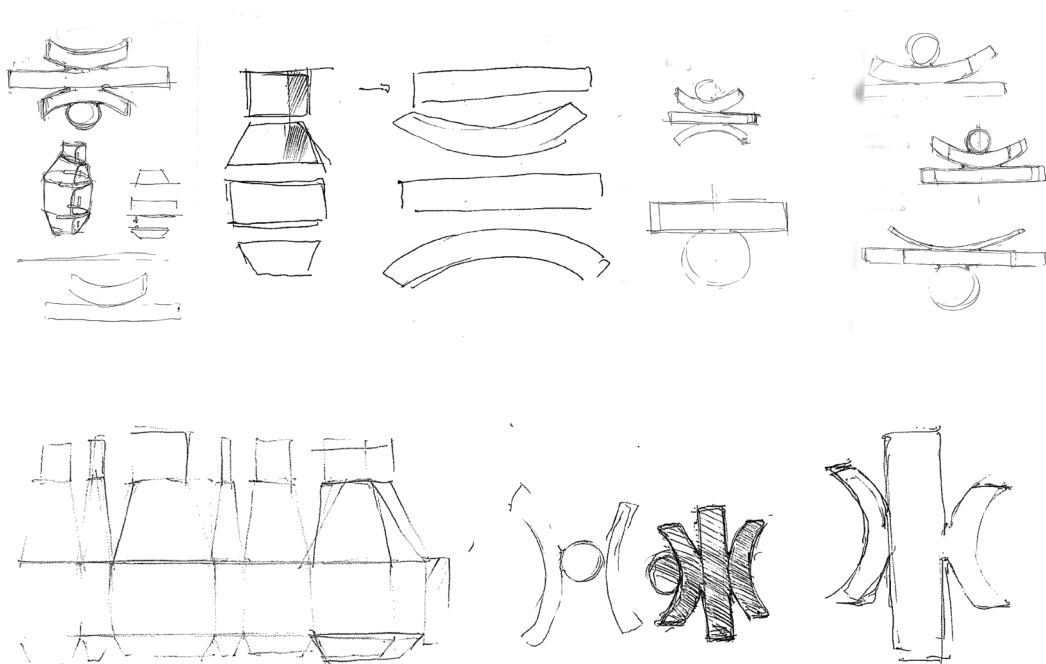
colagem dos diferentes sólidos.

A ambição de construir peças maiores e mais complexas resultava muitas vezes no desmoronamento. Devido a estes problemas houve a necessidade de desenvolver uma nova lógica de molde.



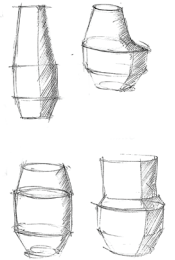
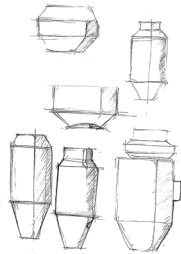
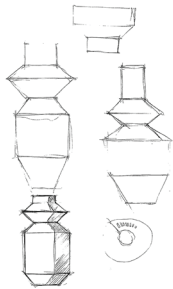
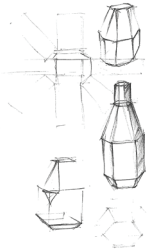
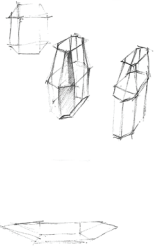
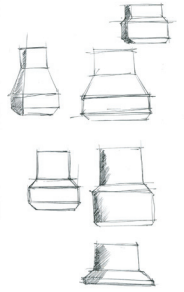
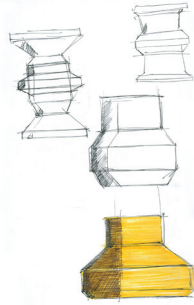
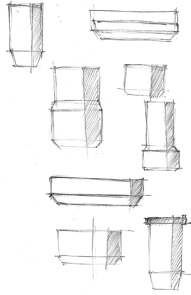
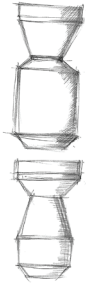
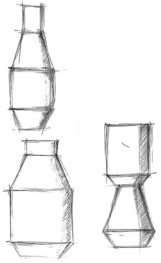
12. Molde antigo planificado e montado.

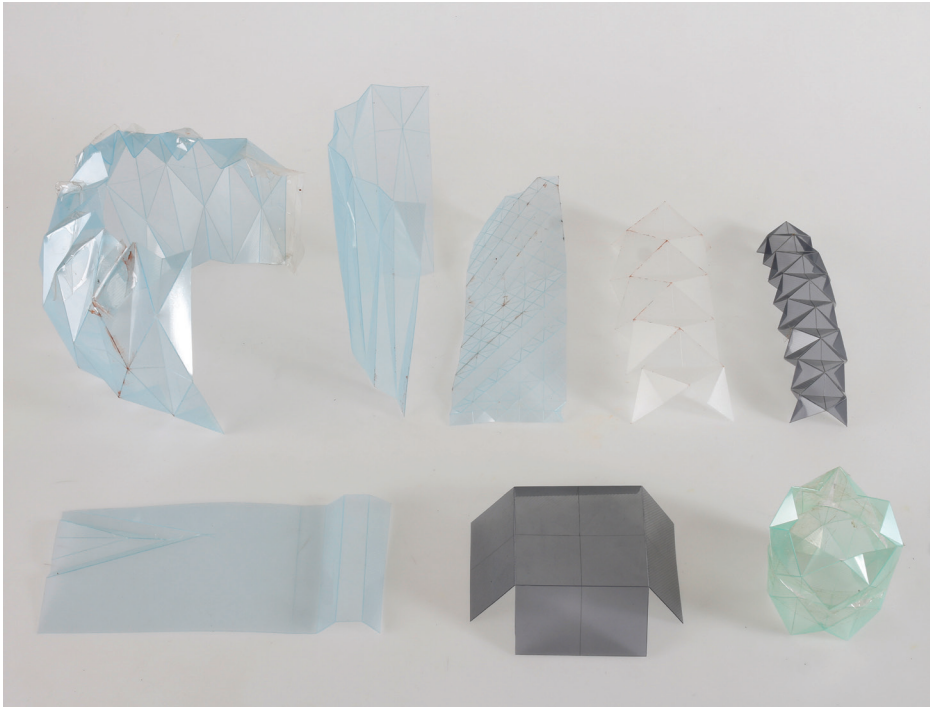
Molde: novo desenho



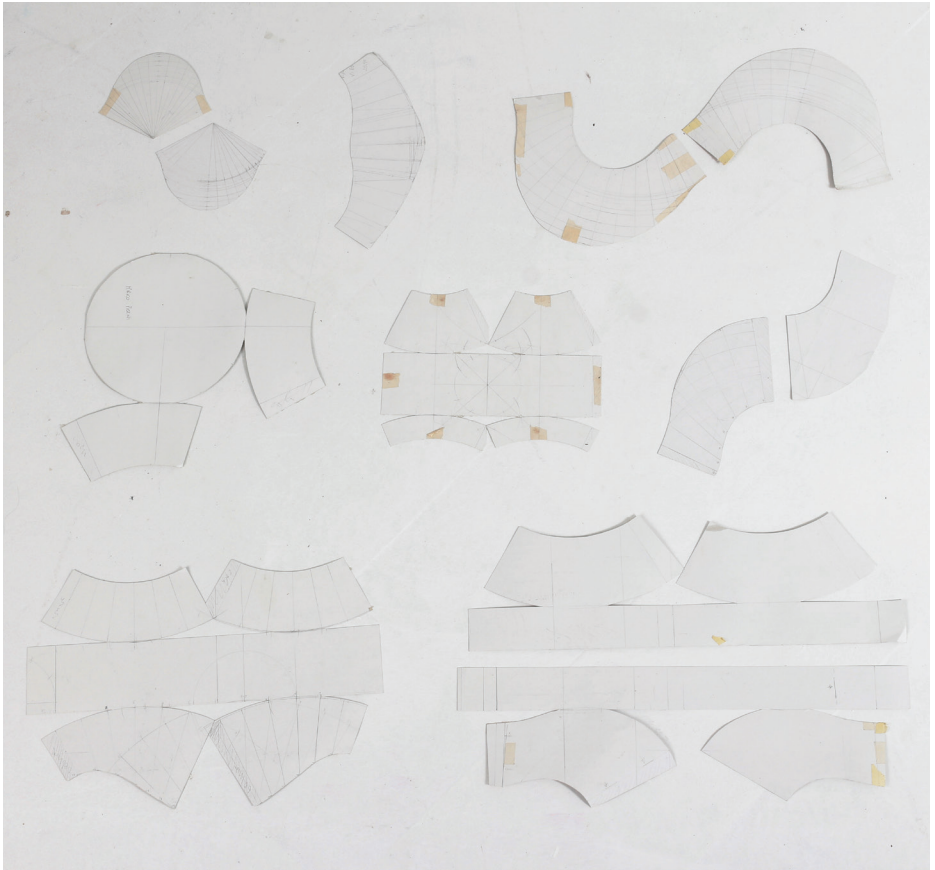
13. Desenhos de exploração para modificação do molde.

Nas imagens acima já se podem ver alguns desenhos do novo molde, cujas formas pretendem solucionar os problemas referidos anteriormente. Depois da planificação do desenho imaginado e pensado com rigor, construí um novo molde conjugando vários sólidos. Nesta fase já tinha várias formas geométricas diferentes num só molde.

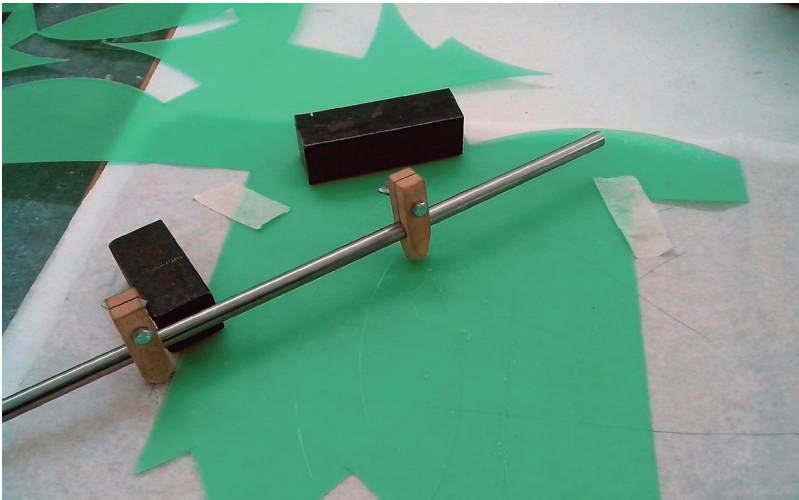
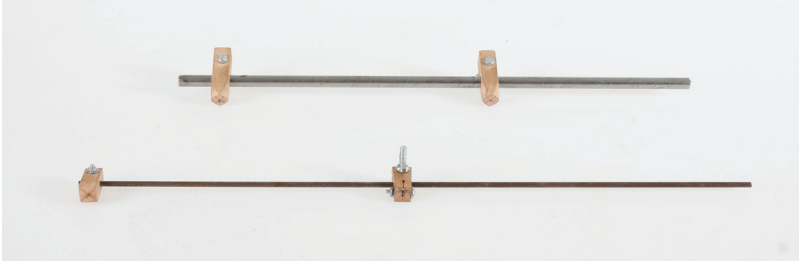




14. Desenhos de exploração para modificação do molde.



15. Estudos dos novos moldes em cartão.



16. Compassos de corte e de desenho.

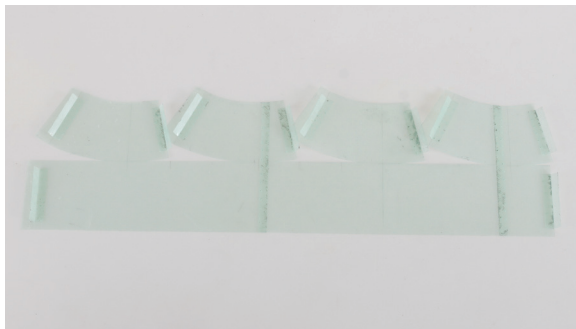


17. Construção do molde.

Molde: conclusões

O resultado final dos moldes é o culminar de uma série de experiências que determina numa nova forma de produção. Ainda que do mesmo molde faça várias peças, cada uma delas nunca será milimetricamente igual devido à flexibilidade do material, às marcas e pequenos vestígios do processo de produção manual não rigoroso.

Estes moldes permitem-me executar peças sem recorrer a um contra molde pois o material cola-se às paredes do molde, que é então fechado com os grampos metálicos (imagem. 11).



18. Resultados finais do molde.

Material

A técnica de conformação do projecto Cimento, começa pela preparação da pasta (composta por papel triturado, cimento e água). Se por um lado o cimento me libertava da necessidade de fornos, por outro, a sua fraca plasticidade dificultava o trabalho. Para solucionar o problema, fiz várias pesquisas de materiais ou aditivos que conferissem ao cimento a plasticidade que lhe faltava. Uma das soluções possíveis passava pela adição de cal⁶, que confere mais plasticidade. Também considerei a areia e fibra de polipropileno como aditivos com objectivo de conferir mais resistência mecânica e humidade.

A dosagem inicial era feita em recipientes e sem balança, ou seja dificilmente obteria o mesmo resultado. Posteriormente adoptei medidas mais rigorosas para poder replicar os melhores resultados recorrendo à balança. A conclusão que retiro da experiência de fazer e explorar o “meu” material é a existência de infinitas possibilidades de configurações visual e táctil, através da adição de pigmentos e diferentes granulados de areia.

Não realizei análises nem testes laboratoriais, as qualidades que pretendia obter eram de natureza empírica/sensorial. Os resultados obtidos com as varias misturas e experiências escrutinadas táctil e visualmente, através de testes simples como deixar cair as peças de diferentes alturas ou prensa-las.

6. <http://www.cimentoeareia.com.br/cal.htm>.



400g cimento
400g areia
2g fibra polipropileno
50g celulose
110g cal
50cl água
15g aditivo hidrófugo



400g cimento
100g fibra de vidro
120g celulose
100g cal
40cl água



500g cimento bran
100g areia
2g fibra polipropil
50g celulose
100g cal
70cl água

19. Testes com diferentes pastas.



nco
leno



500g cimento
100g areia
2g fibra polipropileno
250g celulose
100g cal
80cl água
20g aditivo hidrófugo



500g cimento
100g sílica
2g fibra polipropileno
50g celulose
100g cal
50g pigmento verde
1l água



Pigmento amarelo



Fibra de polipropileno



Cal



Pigmento ocre



Aditivo hidrófugo



Cimento

Ingredientes (quantidades definitivas):

500gr cimento

200g sílica

2g fibra de polipropileno

50cl água

100g papel triturado (celulose)

150g de cal

15g Aditivo hidrófugo



Papel (celulose)



Silica

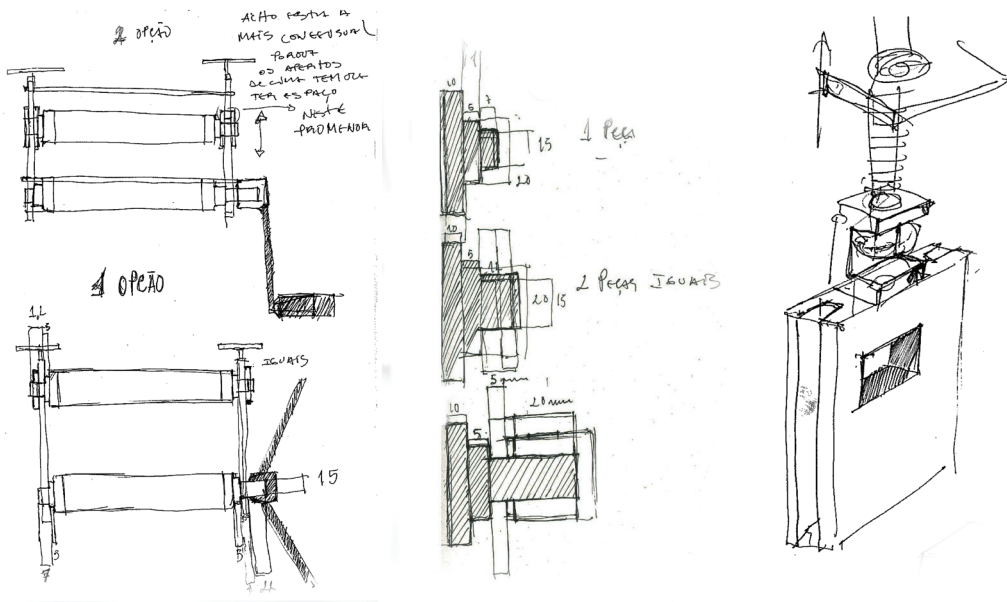


Laminadora/Prensa: a construção

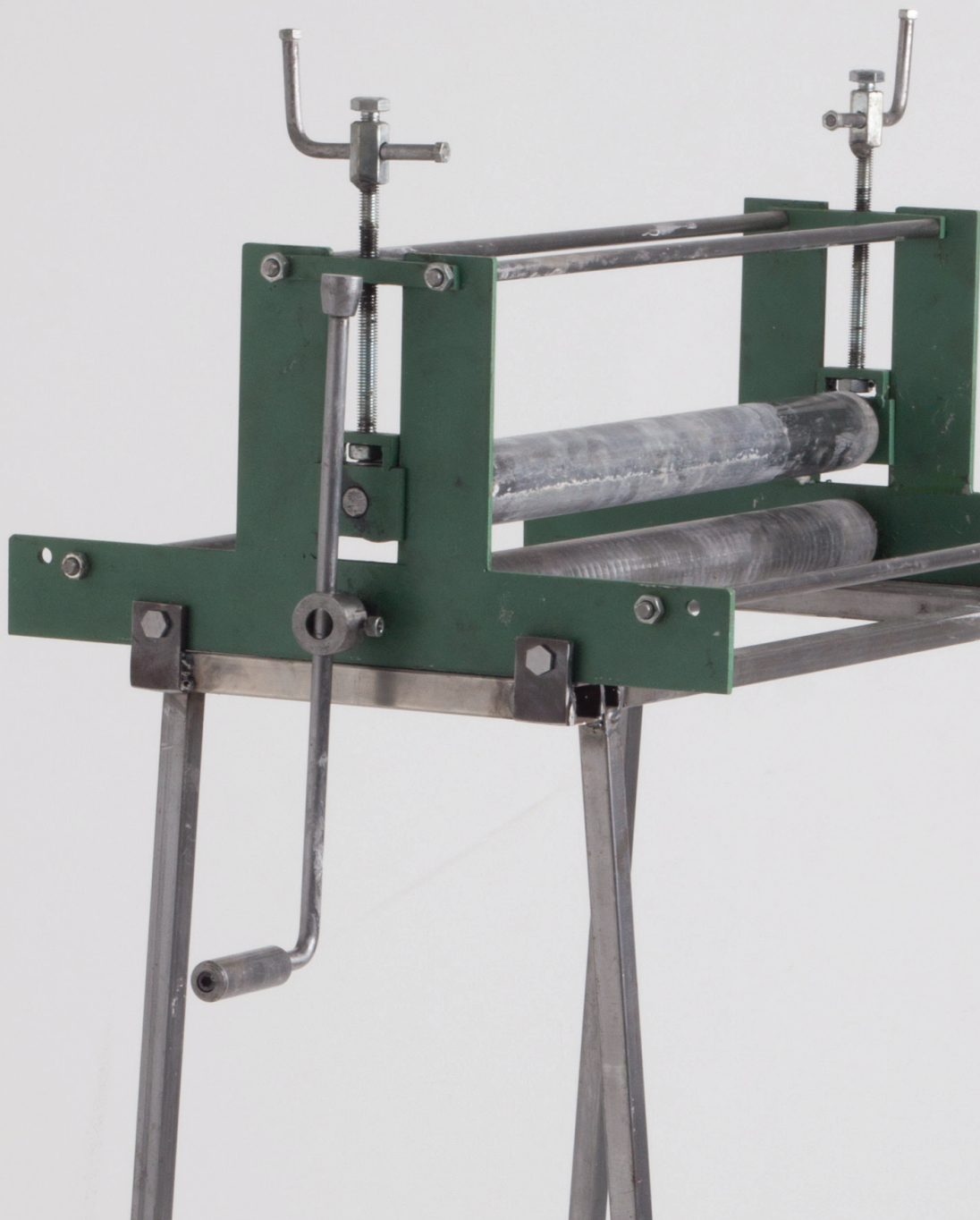
Na fase inicial, as lastras eram feitas com um simples rolo de massa, consequentemente ficavam disformes e pouco densas.

Partindo desta análise resolvi fazer uma pesquisa de modo a perceber como poderia construir a minha laminadora/prensa para cimento. Construí uma laminadora, desenhando simples mecanismos como o de subir e descer os cilindros, para que eu mesmo os pudesse construir como se pode ver nos desenhos abaixo.

Com a laminadora/prensa a pasta para além de ficar uniforme tornou-se também mais densa.



21. Desenhos para laminadora.



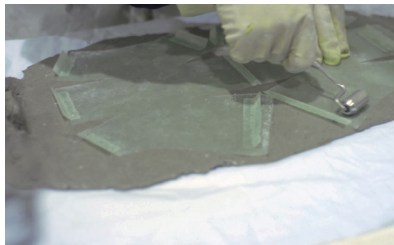
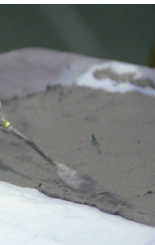
Processo de conformação do objecto



23. Preparação da pasta e conformação da peça.

Preparação:

1. Pesar e misturar todos os ingredientes;
2. Fazer lastra com a pasta obtida (em base de gesso cerâmico);
3. Passar lastra na laminadora/prensa;
4. Colocar o molde por cima da lastra;
5. Fechar molde retocar e deixar secar;
6. Desmoldar após 24h.



Resultados finais



24. Primeiros resultados com os primeiros moldes (ver imagem12) e peças com o novo molde (ver imagem18).



25. Peças e molde.



26. Peças com pigmento e peças com cimento branco cimento portland.





O mesmo processo, materiais diferentes, outras experiências



28. Experiências com outros materiais.

P1. Cola de farinha + serradura de madeira:

Bastante frágil, uma vez que é extremamente fina e a cola de farinha não é comparável a uma cola industrial no que toca à resistência.

P2. PVA + areia:

Boa resistência, a cola PVA em contacto com o molde de polipropileno revela um problema relacionado: a secagem demora entre quatro a cinco dias, ao desmoldar existem grãos de areia que ficam colados ao molde.

Conclusões finais:

Este projecto foi aquele que exigiu mais tempo, indo desde o material ao molde passando pelo processo de conformação. Todas estas fases foram também uma aprendizagem constante que abriu espaço para caminhos futuros que passam pela produção de materiais, moldes e técnicas. No percurso de experimentação as tentativas e erros possibilitaram novas formas de pensar, agir, construir e pesquisar.

Embora seja uma técnica rudimentar e de material frágil ela possui possibilidades de melhoramentos futuros. Esta técnica de conformação permitiu-me também experimentar materiais diferentes (imagem 28) com resultados ainda em fase de estudo. O mesmo princípio do molde foi passado para chapa metálica de modo a executar abajures no projecto extrusão (ver imagem 64) e desenvolver também peças em vidro soprado.



29. Peça, mesma tipologia de molde em chapa para vidro soprado.



Fundição



O projecto fundição, como os outros projectos, tem a sua componente económica. Construí o forno eléctrico a partir de alguns materiais reciclados como tijolos refractários. Com o forno de fundição adquirei independência e autonomia, que me permite utilizar, experimentar, pensar, executar infinitas vezes. Através de várias pesquisas e vídeos tutoriais consegui construir o forno de fundição de alumínio. O alumínio funde a 660°C ⁷, e para isso necessitaria de uma resistência de 1500w segundo as pesquisas efectuadas.



Estrutura do forno.



Rasgos nos tijolos refractários.



Montagem dos tijolos na estrutura.

31. Execução do Forno.

Forno: A construção

Como se pode verificar na imagem 31, a primeira fase foi dedicada à construção da estrutura do forno em aço. Após a aquisição dos tijolos - que pertenciam aos fornos da antiga fábrica Secla - cortei-os mão, um por um, para obter a forma pretendida.

Os rasgos nos tijolos são efectuados com uma grosa e servem para sustentar a resistência eléctrica em espiral no interior do forno (imagem 47).

A resistência é de fio de kanthal de 2000w que permite temperaturas acima dos 680°C . O último terço da imagem 31 apresenta a montagem do forno.

7. www.alunosonline.com.br/quimica/aluminio.html.

Forno versão 1.1

O forno é constituído por uma estrutura em aço e dispõe de rodas que facilitam o seu transporte. A estrutura na parte superior do forno é amovível, o que facilita a manutenção dos tijolos quando necessário. Esta primeira versão do forno demorou cerca de 3 semanas a ser construída. Esta versão tinha diversas fugas que deixavam passar o calor. Mais tarde e já com algumas experiências realizadas, passei à remodelação do forno.



32. Primeira versão do forno.

Forno versão 1.2

A versão 1.2 foi revestida com chapa de zinco. O espaço entre a chapa de zinco e os tijolos foi isolado com lã de vidro. O diâmetro do forno também foi alterado para possibilitar ter quatro cadinhos mais pequenos em vez de um só (ver imagem 34). As experiências realizadas inicialmente fizeram-me perceber que tinha de alterar o modo de uso.



33. Versão final do forno.

Utensílios

Após a construção do forno, passei à construção dos utensílios necessários que o acompanham: **o cadinho** - recipiente em aço que armazena o alumínio no forno, e serve também para vertê-lo após a fundição; **a concha** - que serve para limpar os resíduos que se acumulam à superfície do alumínio fundido; **o suporte para pega e vazamento** para manipular o cadinho.

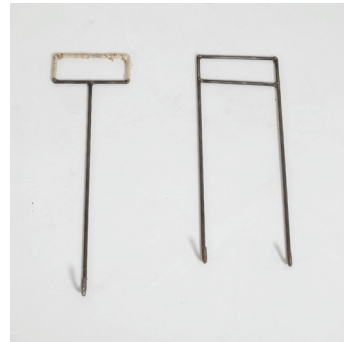
Construí ainda **cadinhos** de dimensões inferiores, a respectiva **2ª pega** e **tenazes** para ajudar a verter o metal. Estes cadinhos são em maior número, de modo a aumentar o rendimento das experiências - a nova versão do forno foi feita para acomodar mais cadinhos numa só fornada.



Cadinho.



Concha.



Suporte para vazamento e pega do cadinho.



Tenaz e pega.



Cadinhos.

34. Utensílios do forno.

Contexto do projecto

O projecto fundição surgiu após o forno estar construído, e nasce de algumas pesquisas efectuadas. Normalmente para a construção de um objecto em alumínio fundido é necessário moldes em areia. Durante a pesquisa, deparei-me com o projecto *Wood Casting* (2011), que liga pés de alumínio a um meio tronco de árvore para formar um banco. Este e outros projectos desencadearam uma série de ideias que me propus desenvolver. Resolvi então executar experiências: unir dois pedaços de madeira com alumínio. Uma parte do molde, doravante designada encaixe, é fornecida esculpindo as peças de madeira a unir entre si (ver imagem 37). No entanto, para estes ensaios

seria necessário um molde que envolvesse os dois pedaços de madeira para em seguida vazarem o alumínio. Comecei a executar os primeiros moldes complementares em barro, que era o material que tinha disponível.



35. Wood Casting, Hilla Shamia (2011).







37. Experiência com molde em barro.

Experiência #1

Estas primeiras experiências com o molde em barro serviram para perceber se existia a possibilidade de união entre duas partes de madeira, fixadas através da fundição de alumínio.

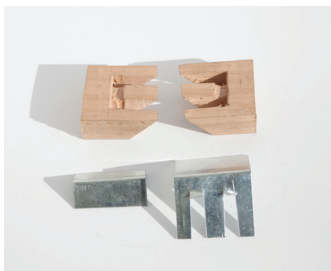
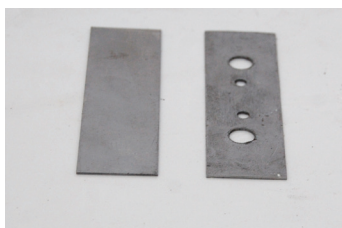


38. Resultado da experiência com molde em barro.

Resultado #1

Os primeiros resultados alcançados não foram os mais animadores:

- 1- Dificuldade em ligar o barro aos pedaços de madeira;
- 2- Tempo de secagem do barro demorada;
- 3- Molde perdido;
- 4- Imperfeição no acabamento.



39. Experiência com molde em chapa.

Experiência #2

Para solucionar o problema do molde de barro resolvi fazer moldes em chapa, com vários perfis e larguras diferentes e dois furos, um para vaziar e o outro para a saída de ar existente no espaço que o alumínio vai ocupar.



40. Resultado da experiência

Resultado #2

Os moldes em chapa tiveram um bom resultado, pois permitiram uma melhor fixação entre as partes de madeira. Contudo persistiram alguns problemas: a folga existente entre os materiais resultante da queima da madeira e da contracção do alumínio, e o enchimento parcial, não alcançando toda a área pretendida.



41. Redesenho do encaixe e aplicação de alumina e grafite.

Experiência #3

Após a análise dos resultados obtidos nesta fase tive de redesenhar o encaixe de forma a jogar com a contração do alumínio e solucionar os problemas resultantes da queima da madeira. Resolvi aplicar a grafite⁸ e oxido de alumina⁹ que são dois materiais resistentes a altas temperaturas.

8. Ponto de fusão da grafite 3600°C.

9. Ponto de fusão oxido de alumina 2072°C.



42. Bocas de enchimento e grampos.

Seguiu-se a construção de bocas de enchimento para permitir um vazamento mais controlado e tentar que o alumínio chegasse a toda a área pretendida. Construí também grampos para fixar os perfis em chapa à madeira.



43. Montagem do molde e resultados.

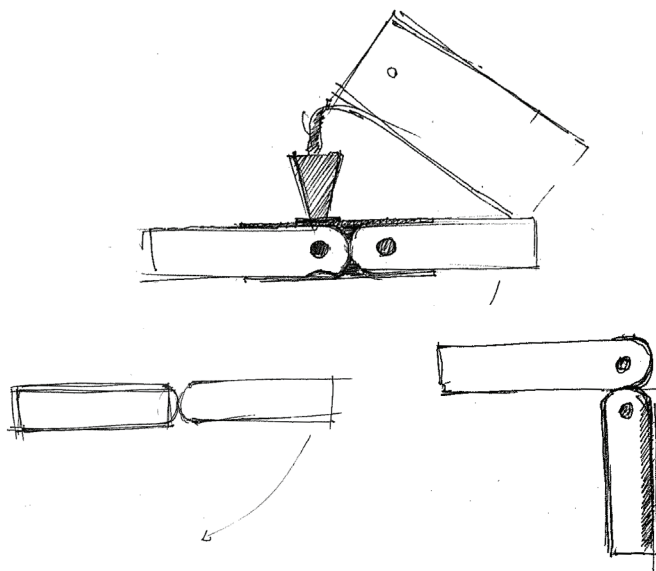
Resultado #3

Apesar de alguns resultados positivos, como a madeira já não ficar tão queimada, a folga continua a existir, mesmo com o desenho dos novos encaixes. A boca de enchimento melhora o vazamento mas o alumínio continua a não ocupar toda a área pretendida.

Analisando todo processo, as experiências realizadas e os resultados obtidos, concluo que a folga irá persistir.







45. Desenhos; Modelo.

Experiência #4

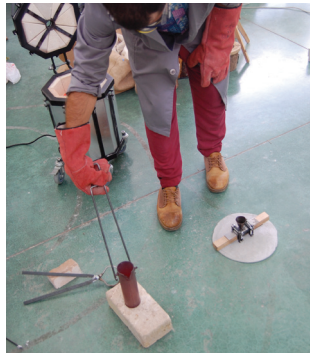
Para solucionar os problemas da fase anterior redesenhei o encaixe de forma a tirar partido da folga. Para isso desenvolvi um aperto rápido (parecido ao que é utilizado nas rodas de bicicleta), como se vê na (imagem 45).



46. Montagem do molde complementar com o modelo.

Montagem dos perfis de metálicos:

1. Untar o encaixe com alumina;
2. Posicionar as duas partes em madeira;
3. Colocar o molde complementar com os grampos e o funil de enchimento.



47. Processo de enchimento.

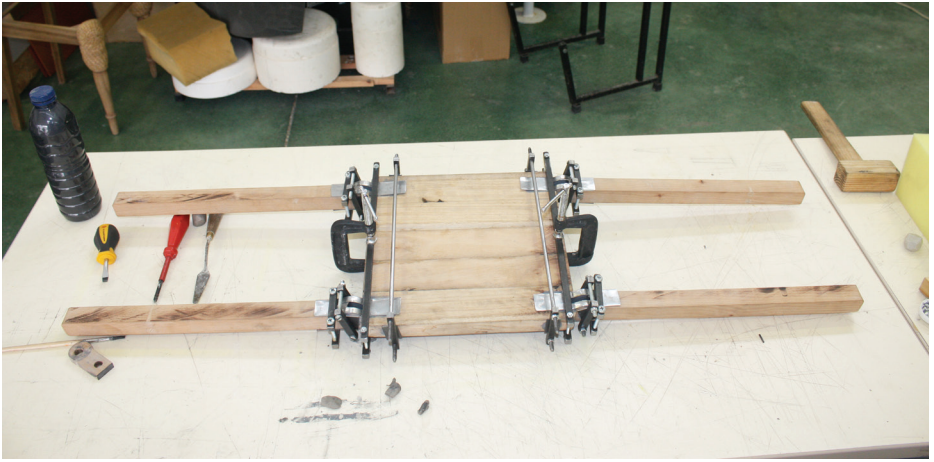


48. Resultados.

Resultado #4

Analisados os resultados pode concluir-se que, embora haja algumas falhas, esta é das soluções até aqui experimentadas a mais eficaz. Depois do vazamento do alumínio as duas peças de madeira quando rodadas vão prensar-se uma contra a outra. Embora a folga exista, não impossibilita a construção de um objecto.

Ensaiei vários tipos de madeira e escolhi como objecto experiência uma mesa de apoio.



49. Construção, montagem, vazamento e rebatimento das pernas.

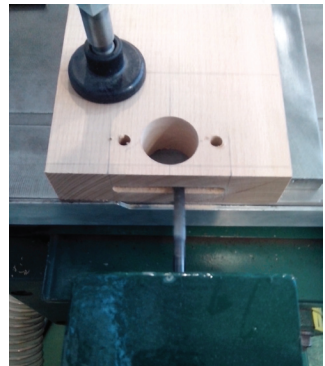
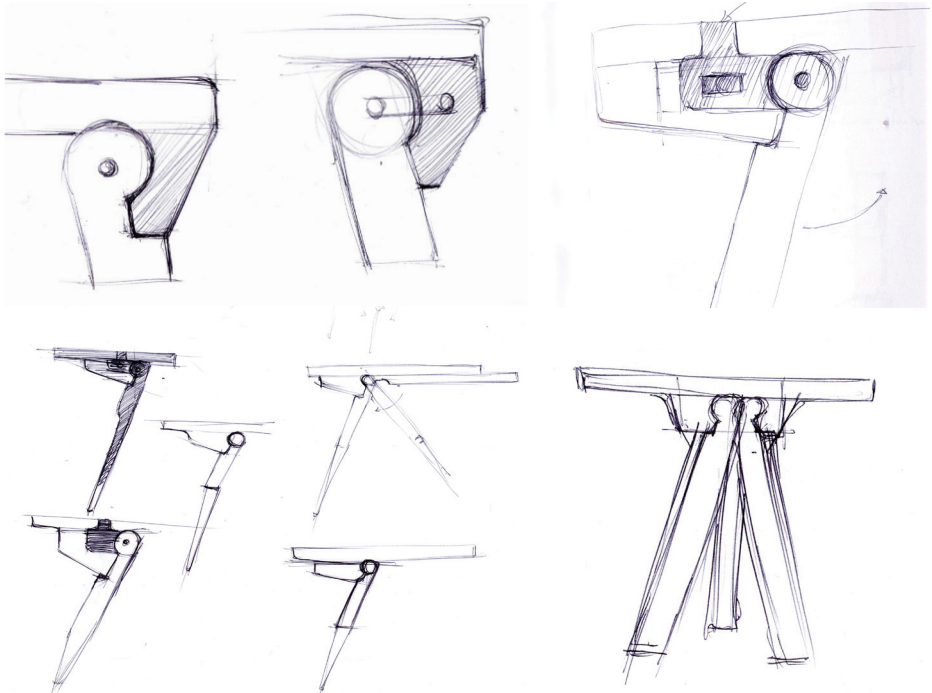


50. Resultado.

Resultado

Após os resultados acima na imagem, conclui que a folga foi maior e mais irregular variando de perna para perna, o que me faz concluir que para além dos encaixes terem erros dimensionais, haveria a necessidade de redesenhar o objecto.

Decidi então reduzir o número de pernas de quatro para três e consequentemente os riscos inerentes à construção e fundição dos encaixes. Os encaixes foram repensados de modo a serem reforçados pela utilização natural do objecto: quando coloco peso em cima da mesa o atrito entre as partes aumenta. Para não perder a sua identidade construtiva, uma vez que os encaixes passaram para baixo do tampo, redesenhei-os para que o alumínio surgisse demonstrando as suas raízes construtivas (ver imagem 51, desenhos).



51. Desenhos e imagens da construção da mesa.



52. Resultado final mesa.



53. Resultado final e pormenores.

Conclusões finais:

O projecto fundição foi o que maior desafio colocou às minhas capacidades, dado que exigiu muitas experiências para afinar toda a sua técnica. O resultado final é um culminar de várias etapas nem sempre satisfatórias, mas cumpridas de forma determinada e persistente. Este foi o projecto que mais tempo demorou a alcançar o resultado final, pois o seu processo foi simultaneamente iterativo e rigoroso na sua execução.

A construção do forno, a técnica, e as experiências realizadas, permitiram-me adquirir competências que serão benéficas para o futuro. Este projecto é um bom ponto de partida para explorar objectos futuros envolvendo a mesma técnica.





Extrusão

Contexto:

Projecto Extrusão surge da curiosidade de manipular um filamento. Um passo importante era trazer para o meu espaço de trabalho uma máquina que me ajudasse a tornar esse desejo possível. Depois de efectuar pesquisa identifiquei a extrusora como potencial auxiliar de produção.

Fiz a primeira experiência com uma pistola de silicone uma resistência eléctrica e um tubo metálico com pedaços de polímeros reciclados no interior. Os resultados obtidos foram desanimadores, extrudindo apenas 10 mm de filamento de polímero, esta experiência fez-me concluir que necessitaria de uma máquina mais precisa.

Após meses de pesquisas encontrei “*Lyman extruder*”¹⁰. O projecto de Hugh Lyman (*vencedor do concurso da fabrica desktop*), é uma mini extrusora “*open source hardware*” capaz de produzir filamentos de polímero para maquinas de impressão 3d.

Mais tarde encontrei projectos de mestrado em que as usavam também para construir os seus próprios produtos. Um deles, Precious Plastic, do designer Dave Hakkens. Após esta fase de pesquisa e aprendizagem passei à construção da minha própria extrusora.



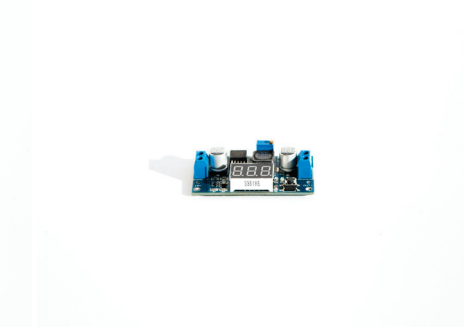
55. Precious Plastic, Dave Hakkens (2013).

¹⁰. http://en.wikipedia.org/wiki/Lyman_filament_extruder.

Extrusora: componentes



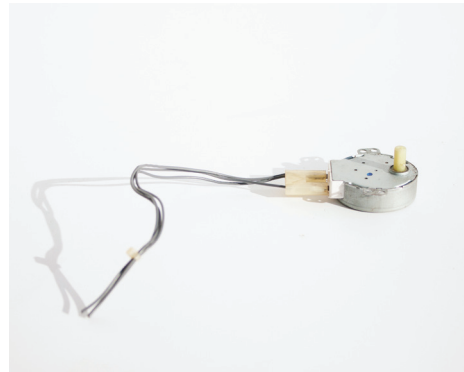
Resistência eléctrica



Controlador de velocidade do motor



Sensor e controlador de temperatura



Motor



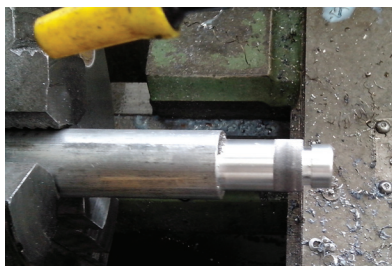
Broca



Corpo da maquina com o funil de alimentação

Extrusora: a construção

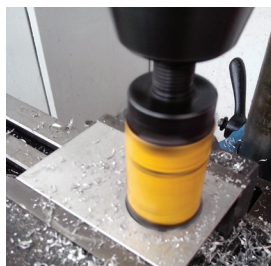
Como o projecto ia ter custos elevados, resolvi procurar componentes mais baratos e em alguns casos gratuitos, recorrendo a pontos de electrão. Nestes pontos consegui arranjar peças electrónicas como o motor e a fonte de alimentação. Os restantes componentes - controlador de temperatura, resistência eléctrica, controlador de velocidade e a broca - foram adquiridos em lojas *online*.



Construção do perfil de saída do polímero



Funil de alimentação de polímero



Apoios



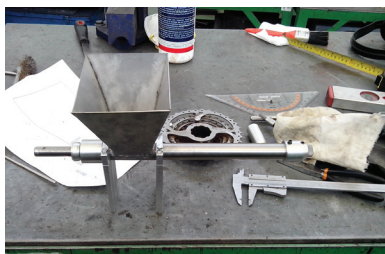
Construção da ligação da broca com o motor.



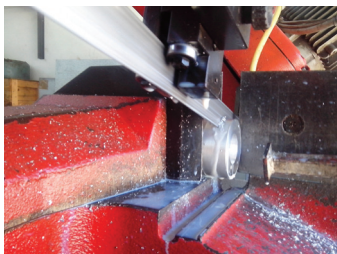
Corte no corpo, para funil.



Corpo da extrusora.



Extrusora simulação.



Encaixe para o sensor de temperatura.

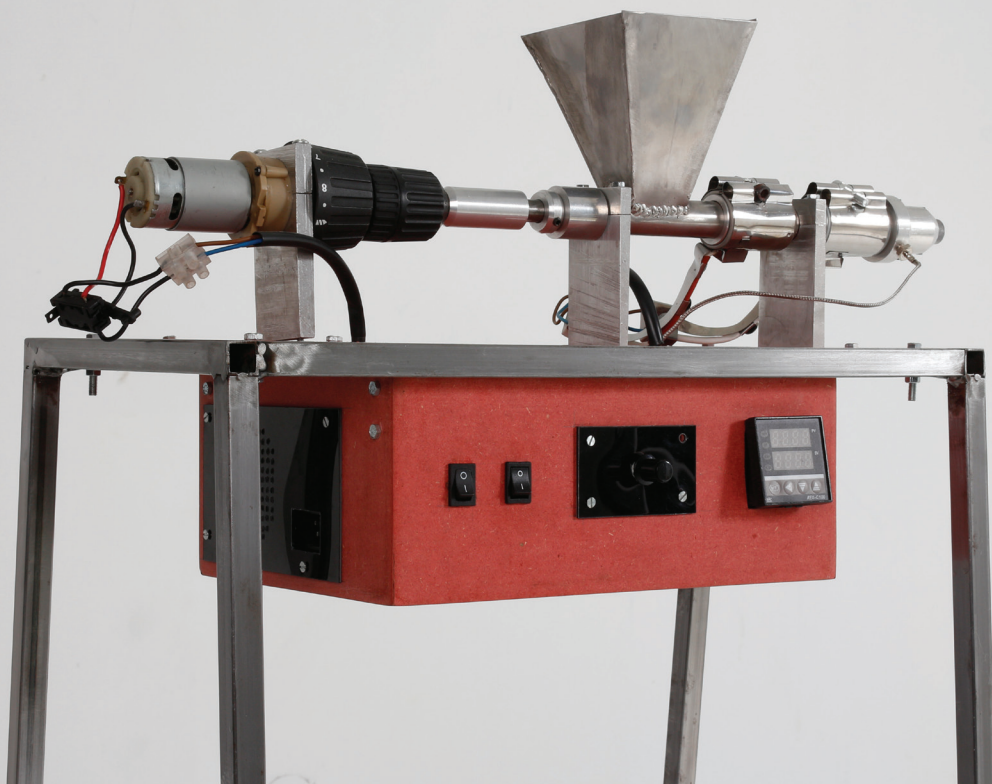


Estrutura da Extrusora.

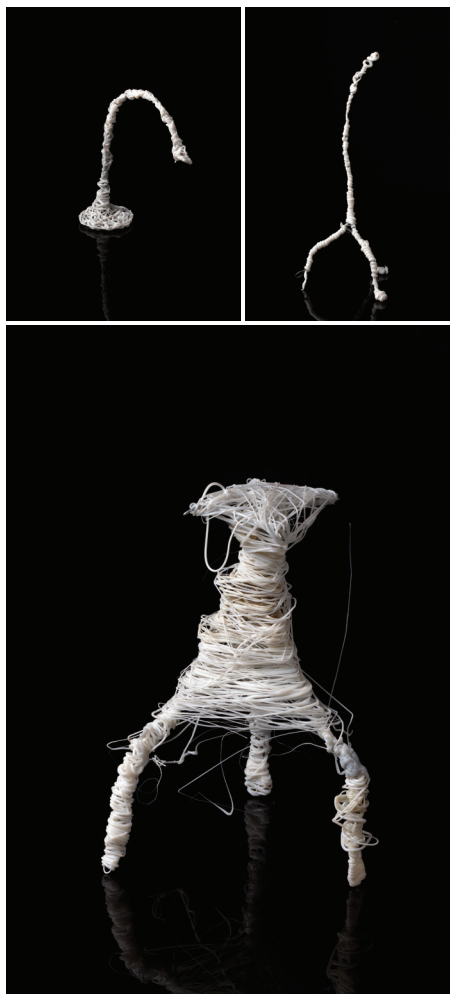
57. Construção da extrusora.

A construção da extrusora:

- 1- Sem fim diâmetro 20mm;
- 2- Corpo da extrusora tubo inox, medida interior 20mm;
- 3- Corte superior traseiro, para funil de alimentação;
- 4- Feira, perfis;
- 5- Motor;
- 6- Resistência eléctrica;
- 7- Controlador de temperatura e sensor;
- 8- Controlador de velocidade;
- 9- Transformador de energia para o motor de 12v;
- 10- Ligações eléctricas.



58. Primeira versão de extrusora.



59. Estruturas de arame enroladas com polímero.

Experiência e resultado #1

Os primeiros resultados obtidos não foram os mais satisfatórios: e existia a estrutura de arame não era suficientemente forte, e existia dificuldade em enrolar o polímero.



60. Estruturas ocas de plástico.

Experiência e resultado #2

Estes resultados foram obtidos através do enrolar do polímero à volta de varão de aço e caixa de cartão. No caso das pernas, o polímero é enrolado, e antes de arrefecer totalmente, ele é retirado até ter a altura desejada - se não o tirasse ficaria preso de tal forma que só a destruição os separaria. O cartão, como é maleável sai facilmente. Os pés são unidos à caixa posteriormente.



61. Enrolamento de polímero na madeira.

Experiência e resultado #3

A ideia de união entre polímero e madeira surgiu após ter utilizado o varão de aço como molde (imagem 60). O polímero liga de tal modo os pedaços de madeira que os resultados tinham mais margem de progressão.

Extrusão: conclusões preliminares

Quando resolvi construir a extrusora um dos grandes objectivos era a produção objectos a partir da feira com o polímero ainda quente e maleável. Para mim era um mundo desconhecido a explorar. Desenvolvi algumas ideias e desenhos, mas as certezas não eram muitas.

O material comporta-se de diferente maneira daquela que tinha imaginado, e os primeiros testes comprovaram-no. À medida que enrolava filamentos de polímero a tudo o que encontrava no meu espaço de trabalho - bocados de madeira, varões metálicos e plásticos - fui analisando o comportamento e possibilidades do material. Notei que se agarrava às paredes dos outros materiais, e que com o arrefecimento dos filamentos contraía tanto que só a destruição os poderia separar. Daí em diante o meu trabalho incidiu sobre este aspecto. Utilizar filamentos de polímero como ligação a outros materiais, e construir o meu método de produção. Visualmente e enquanto processo, estes filamentos remetem-me à infância quando construía brinquedos unidos com cordas e estacas de madeira.

A extrusora teria de ser rectificadora, uma vez que ao enrolar o polímero aos pedaços de madeira compridos estes batiam na estrutura da máquina, dificultando a técnica de construção.



62. Nova versão da extrusora.



As alterações efectuadas na extrusora são de ordem lógica. Na primeira versão - como não tinha ideia concreta do que iria construir - a feira ficava junto da estrutura o que dificultava a técnica de enrolar. Nesta segunda versão a feira fica distanciada da estrutura permitindo uma maior versatilidade.



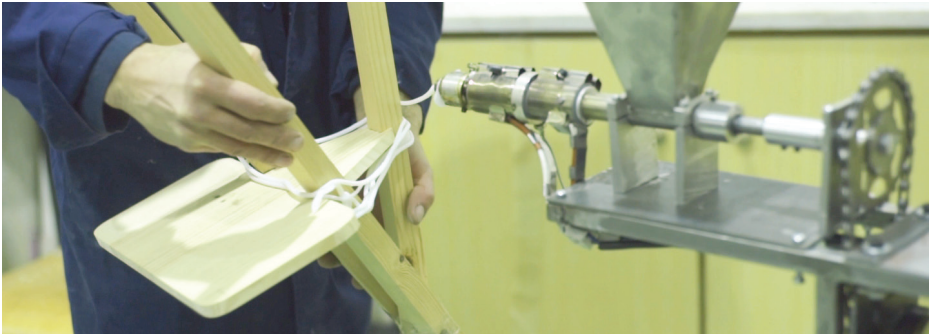
63.Desenhos de exploração.





64. Encaixes + Molde em chapa; peça montada.

Para tornar a construção mais fácil houve a necessidade de fazer encaixes: isto ajuda na conformação dos objectos e a conferi-lhes maior resistência. Para fazer os abajures utilizei o mesmo sistema de moldes do cimento mas feitos em chapa com os fechos invertidos para facilitar a desmoldagem.



65. Processo de construção do objecto.

Resultados



66. Resultado final.



67. Resultado final.



68. Resultado final.

Extrusão: conclusões

O projecto Extrusão foi o último a estar concluído, devido ao grau de dificuldade na construção da máquina.

Para a sua construção foram dedicadas muitas horas de pesquisa, visualização de vídeos tutoriais e compra de componentes.

O projecto é o culminar de viagens e experiências, que exploram manualmente os filamentos enrolados à volta de vários materiais, resultando nas imagens acima apresentadas.

A cor é um factor a explorar no futuro com a construção da trituradora (algo a que me proponho fazer) poderei reciclar polímeros com diferentes tonalidades.

Com este projecto as minhas mãos e a máquina trabalham em conjunto.

Apesar de ter utilizado polietileno de baixa densidade, a extrusora é o mote para projectos futuros relacionados com diversos materiais e técnicas.



Conclusões finais e projectos futuros

No decorrer do projecto os métodos utilizados demonstraram-se eficazes na procura de mecanismos de apoio à construção de objectos.

No percurso experimental de tentativa e erro há aspectos, como as irregularidades e defeitos, que considero serem importantes pois conferem aos objectos a identidade do processo.

Pretendo também dar seguimento ao tema explorando novas máquinas, materiais e técnicas. As experiências até aqui realizadas contribuirão para a descoberta de novos caminhos e possibilidades de exploração.

No “Cimento” o molde e a técnica permitiram-me experimentar materiais diferentes, deixando possibilidades em aberto.

Na “Fundição” pretendo afinar os resultados alcançados e explorar novos objectos envolvendo a mesma técnica e fundição de novos materiais.

Na” Extrusão” pretendo continuar a explorar está técnica para o desenvolvimento de novas tipologias, e construir uma trituradora para alargar o leque de cores através da reciclagem de outros polímeros. O processo de extrusão revelou-se de tal modo interessante que pretendo extrudir outros materiais e continuar este trabalho de pesquisa.

Concluo que todo o trajecto percorrido foi determinante para o desenvolvimento das minhas capacidades técnicas.

A próxima fase passará também pela divulgação dos resultados através de plataformas online, exposições e comercialização dos produtos.

Referências Bibliográficas

Livros

Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*. New York: Crown Business.

Dormer, P. (1995). *Os significados do design moderno: A caminho do século XXI*. Portugal: Centro Portugues de design.

Echevarria, J. (1969). *Traçado da Planificação de peças em chapa*. Lisboa: Cetop.

Munari, B. (1993). *Das coisas nascem coisas*. Lisboa: Edições 70.

Sennett, R. (2008). *The Troubled Craftsman*. In *The craftsman* (p. 3). New Haven: Yale University Press.

Toffler, A. (1970). *Future shock*. New York: Random House.

Flusser, V. (2007). *O Mundo Codificado: Cosac Naify*.

Artigos electrónicos

Ferrara, M. (2011). *Design and self-production. The advanced dimension of handcraft*. *Strategic Design Research Journal*, Vol. 4(1), 5-13. Recuperado em 8 de Fevereiro de 2013, <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/sdrj/article/view/4459/1695>

Ferrara, M., Lucibello, S. (2012). *Teaching material design. Research on teaching methodology about materials in industrial design*. *Strategic Design Research Journal*, Vol. 5(2), 75-83. Recuperado em 8 de Fevereiro de 2013, <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/sdrj/article/download/...2012.../1169>

Junte, J. (1 de Maio de 2012). *Make it New*. *Frame #86*, 208-215. Recuperado em 12 de Maio de 2014, <http://www.kn-studio.com/Frame86-KobyBarhand.pdf>

McGuirk, J. (1 de Agosto de 2011). Craft Fetishism. The Guardian. Recuperado em 21 de Novembro de 2014, de <http://www.theguardian.com/artanddesign/2011/aug/01/rise-designer-maker-craftsman-handmade>,

Schouwenberg, L. (13 de Novembro de 2013). Why design doesn't need to perform. Domus. Recuperado em 11 de Setembro de 2014. http://www.domusweb.it/en/design/2013/07/10/why_design_doesnatneedtoperform.html.

Soares, H. (1998, June 25). A importância da autonomia. A Razão. Recuperado em 27 de Julho de 2014.

<http://www.angelfire.com/sk/holgonsi/index.autonomia3.html><http://reade.com/component/content/article/243-natural-graphite-powder-cas7782-42-5-synthetic-graphite-powder-cas7440-44-0-graphite-c-plumbago-black-lead-nuclear-grade-graphite-mineral-carbon-silver-graphite-stove-black-stove-polish-electrodes-brake-lin?q=graphite>.

<http://reade.com/products/35-oxides-metallic-powders/22-al2o3-alpha-alumina-alumina-activated-alumina-aluminum-oxide-aluminum-oxide23-aluminum-trioxide-cas-1344-28-1?q=alumina>.

https://issuu.com/adhocracy_designbiennial/docs/publications.

<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1389>.

Sites

<http://www.ebay.com>

<http://www.preciousplastic.com>

<http://www.dansworkshop.com>

<http://www.instructables.com>

<http://www.domusweb.it>

<http://www.disegnodaily.com>

Vídeos

<https://www.youtube.com/watch?v=jvyeekxkcAc>

Visualizado em 15/02/2013

<https://www.youtube.com/watch?v=cVF9A9MlKoE>

Visualizado em 23/05/2013

<https://www.youtube.com/watch?v=GzveoZSrlk0>

Visualizado em 10/07/2013

<https://www.youtube.com/watch?v=sF96vAXOV9s>

Visualizado em 16/08/2013

<https://www.youtube.com/watch?v=2NpcMycHDvk>

Visualizado em 20/08/2013

<https://www.youtube.com/watch?v=l638qR0Y6YE>

Visualizado em 05/01/2014

<https://www.youtube.com/watch?v=VA9MLQJM3u0>

Visualizado em 17/05/2014

<https://www.youtube.com/watch?v=Gb24wFtZbp8>

Visualizado em 12/06/2014

<https://www.youtube.com/watch?v=vRmIiDz5kjjw>

Visualizado em 19/09/2014

<https://www.youtube.com/watch?v=en4yhzLuD9A>

Visualizado em 01/10/2014

Índice de Figuras

Imagem 1. Pulp, Jo Meesters (2007).

Fonte: <http://www.yatzer.com/PULP-by-Studio-Jo-Meesters>

Recuperado em: 10/05/2013

Imagem 2. Solar Sinter (2011).

Fonte: <http://www.markuskayser.com/work/solarsinter/>

Recuperado em: 22/09/2013

Imagem 3. Thread Wrapping (2012).

Fonte: <http://www.anton Alvarez.com/The-Thread-Wrapping-Machine>

Recuperado em: 03/04/2014

Imagem 4. Improvisation Machine (2012).

Fonte: <http://www.annikafrye.de/improvisation-machine/>

Recuperado em: 10/05/2013

Imagem 5. Faceture Machine (2012).

Fonte: <http://www.philcuttance.com/index.php?/faceture-project/the-machine/>

Recuperado em: 18/06/2014

Imagem 6. Can City (2012).

Fonte: <http://www.studioswine.com/can-city/>

Recuperado em: 22/09/2013

Imagem 7. Panta Rei / Everything Flows (2008)

Fonte: <http://www.glithero.com/panta-rei-everything-flows>

Recuperado em: 14/03/2014

Imagem 8. Kami (2011).

Fonte: <http://www.yatzer.com/Kami-by-ett-la-benn>

Recuperado em: 14/03/2014

Imagem 35. Wood Casting, Hilla Shamina (2011).

Fonte: <http://www.hillashamia.com/?/projects/wood/>

Recuperado em: 15/03/2014

Imagem 48. Precious Plastic, Dave Hakkens (2013).

Fonte: <http://www.preciousplastic.com/machines/extrusion/>

Recuperado em: 03/04/2014

*As restantes imagens de processo e peças finais são da minha autoria.

