

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO

HENRIQUE RUSSI ALVES DOS REIS

Investigação de processos criativos e construtivos nos projetos de
Desenho Industrial

São Paulo
2011

HENRIQUE RUSSI ALVES DOS REIS

Investigação de processos criativos e construtivos nos projetos de
Desenho industrial

Trabalho de conclusão de curso
a ser apresentado à Faculdade
de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade de São Paulo,
no curso de Design.

Orientador:
Prof.Dr. Robinson Salata

São Paulo
2011

RESUMO

Os produtos industriais que fazem parte da nossa vida são frutos de um extenso trabalho criativo e construtivo. Esses produtos são a síntese de toda uma história de transformação de matérias e de adaptação de ideias ao mundo físico real.

Grande parte desses objetos negligencia a importância e relevância que têm para a vida humana. Eles estão presentes na nossa rotina e absorvem grande parte da nossa atenção todos os dias, mas, no entanto, não se fazem notar.

Teoricamente é sabido e entendido tudo aquilo que os objetos devem transmitir, como eles devem funcionar e como eles devem aparentar, mas na realidade, isso raramente acontece. Existe uma discrepância grande entre aquilo que é proposto como estudo e aquilo que acontece na prática da criação e construção de objetos físicos. Aspectos que não são revelados pelos produtos, impressões que não são transmitidas ao usuário e avaliações que não podem ser feitas, são sinônimos da falha que existe na comunicação entre o designer, o produto e o usuário final.

O designer se utiliza de ferramentas de aferição e de transformação para analisar e modelar suas ideias em objetos. Partindo-se do pressuposto de que as ideias estão coerentes, levanta-se a hipótese então, de que as ferramentas selecionadas foram mal empregadas.

Esse estudo se presta à análise das ferramentas criativas e construtivas disponíveis aos designers, e traz à tona aspectos e percepções da utilização e emprego destas no processo de projeto.

ABSTRACT

The industrial products that are part of our lives are the result of an extensive creative and constructive work. These products are the synthesis of a history of material transformation and the conformation of ideas to the real world.

The majority of these objects neglect the importance and the relevance to the human life. They are present in our everyday lives and absorb great deal of our attention every day, but, however, they are not noticeable.

It is known and understood, theoretically, all that that objects should transmit, how they should perform and how they should look, but in reality, it rarely happens. There is a gap between what is proposed as design studies and what happens in design practice when building objects. Aspects that are not revealed by products, impressions that are not transmitted to the users and evaluations that cannot be done are synonyms of the communication failure between the designer, the object and the final user.

The designer makes use of measurement tools and transformation tools to analyze and model his/her ideas into objects. Based on the assumption that those ideas are coherent, it is raised the hypothesis that those tools were misused.

This study lends itself to the analysis of creative and constructive tools available to the designers, and reveals aspects and impressions about the use and employment of those in the project process.

SUMÁRIO

Resumo	3
Abstract	4
Sumário	5
1. Introdução	7
1.1. Estrutura do desenvolvimento	8
1.1.1. Pesquisa teórica	8
1.1.2. Pesquisa Prática	8
1.1.3. Aplicação Prática	8
2. Pesquisa teórica	9
2.1. Métodos, metodologia e ferramentas de projeto	9
2.1.1. Métodos e metodologia do design	9
2.1.2. Características comuns dos métodos	10
2.1.3. Métodos propostos	10
2.1.4. Técnicas e ferramentas	12
2.1.5. Geração de conceitos	13
2.2. Pensamento gráfico	13
2.2.1. Representação de idéias	14
2.2.2. Meios de representação	15
2.3. Modelos	17
2.3.1. Conceito	17
2.3.2. Classificação de modelos	18
2.4. Materiais para modelagem	19
2.5. Novas tecnologias de modelagem tridimensional	25
2.5.1. Máquinas CNC	25
2.5.2. Prototipagem rápida	25
2.5.3. Scanners 3D	30
2.6. A expressividade dos objetos	31
2.6.1. Conceitualização	31
2.6.2. Design consciente	33
3. Pesquisa prática	35
3.1. Planejamento	35
3.2. Desenvolvimento	35
3.3. Resultados	38
3.3.1. Modelagem manual	38
3.3.2. Modelagem virtual	39
3.3.3. Conclusão	40

3.3.4. Reflexão	40
4. Aplicação prática I	41
4.1. Designboom	41
4.1.1. Escopo	41
4.1.2. Necessidades dos usuários	41
4.1.3. Sub-problemas	42
4.1.4. Pesquisa externa	42
4.1.5. Pesquisa interna	43
4.1.5.1. Novos conceitos	43
4.2. Volkswagen	46
4.2.1. Escopo	46
4.2.2. Referências	47
4.2.3. Geração de alternativas	48
4.3. Conclusão	55
5. Aplicação Prática II	56
5.1. Móveis Campo	56
5.1.1. Análise do problema	56
5.1.2. Alternativas do problema	57
5.1.3. Procedimento	57
5.1.4. Avaliação das alternativas	61
6. Conclusão	62
6.1. Observação da experiência	62
6.2. Trabalho manual	63
7. Reflexão	64
Referências	66

1. INTRODUÇÃO

Essa pesquisa, de maneira geral, trata da análise do processo de criação de conceitos em um projeto de design, com enfoque nos meios de representação bidimensional e tridimensional. Processo de criação entendido como a fase de projeto em que são gerados os conceitos para a solução de problemas ou proposição de alternativas novas. É através da externalização das ideias e do uso dos meios de representação que o designer obtém a aproximação necessária entre a ideia original e o produto final. A pesquisa se presta também a dar maior corpo a pouca literatura existente que relaciona a prática com a teoria projetual.

A evidência de que o mercado de produtos no Brasil e no mundo está dominado por produtos industriais e serviços que apresentam pouca relação afetiva com seus usuários se opõe a falsa ideia de que os objetos de desejo com os quais nos cercamos todos os dias são produzidos subitamente da noite para o dia. Apesar de ser um pensamento recorrente entre os usuários e os estudantes de design, ambos têm pouca noção sobre a complexidade do trabalho inserido em cada um desses produtos que nos cercam.

As tentativas e os erros enfrentados para a transposição do plano ideal para o plano real e a própria experiência da construção dos produtos são as matérias constitutivas mais importantes de um projeto de produto. Essa ponte entre o setor criativo e o setor produtivo, tanto em um escritório de design, quanto na mente do próprio designer, deve ser estabelecida de tal maneira que não haja dissociação entre seus extremos, ou seja, o processo criativo é uma constante autorreflexão do processo construtivo, das técnicas disponíveis e das possibilidades oferecidas pelos materiais e tecnologias e vice-versa.

A pesquisa deste trabalho foi estruturada de acordo com um levantamento teórico dos temas que abordam os métodos, materiais e ferramentas de projeto, uma investigação da prática de projeto que envolva a modelagem física e a virtual, com as tradicionais e as novas tecnologias, e finalmente, experimentos práticos de projeto.

1.1 Estrutura do desenvolvimento

1.1.1 Pesquisa teórica

- Métodos, metodologias e ferramentas de projeto
- Pensamento gráfico
- Modelos
- Materiais para modelagem
- Novas tecnologias de modelagem tridimensional
- A expressividade nos objetos

1.1.2 Pesquisa prática

- Entrevistas com professores e profissionais da área de projeto
- Oficinas de modelagem manual e virtual com alunos

1.1.3 Aplicação Prática

- Realização de projetos de design para aplicação do que foi apreendido durante as pesquisas práticas e teórica.

2. PESQUISA TEÓRICA

2.1 Métodos, metodologia e ferramentas de projeto

2.1.1 Métodos e metodologia do design

Com o surgimento do campo científico do design após a Segunda Guerra Mundial e com a crescente demanda por projetos mais complexos, os profissionais pioneiros da área de projeto passaram a se empenhar no desenvolvimento dos próprios procedimentos que os auxiliavam no ato de projetar. Esses procedimentos ficaram conhecidos como métodos de design e o correspondente campo de estudo como metodologia do design.

Os métodos de design podem ser compreendidos como um esquema que especifica e detalha um procedimento de trabalho, as atividades a serem realizadas e uma ordem específica correspondente para essas atividades. Esse esquema é geralmente representado pelos conhecidos diagramas de caixas e setas (fig.1) apresentando suas variações em matrizes, redes e similares.



Fig.1 – Exemplo de diagrama usado para descrever métodos de design

O que distingue os variados métodos existentes, na maior parte dos casos, são as etiquetas que compõem essas caixas, que na realidade, representam aspectos que diferentes autores pretendem enfatizar e alguns atributos relacionados a assuntos específicos.

[GEDENRYD, 1998]

2.1.2 Características comuns dos métodos

Se analisados através de uma perspectiva mais ampla, os métodos de design existentes podem ser percebidos através da presença de quatro elementos fundamentais – separação, ordem, planejamento e simetria processo-produto. Essa divisão é associada a um esquema elaborado por René Descartes para compreensão do pensamento lógico. Esse esquema mapeia e organiza o caminho percorrido pelo raciocínio humano quando submetido à necessidade de solução de determinada situação.

- **Separação** – Princípio baseado nas atividades necessárias, isoladas e que podem ser agrupadas em três partes: análise, síntese e avaliação.
- **Ordem** – A determinação de uma ordem específica para a realização das atividades
- **Planejamento** – Estabelece os pré-requisitos dentro de cada atividade.
- **Simetria Processo - Produto** – Hierarquia que o estado de desenvolvimento do produto e seus subcomponentes estabelecem sobre o processo de design do mesmo.

[GEDENRYD, 1998, p. 21 -25]



Fig.2 – Linha do tempo de um método de design básico

2.1.3 Métodos propostos

Descrevemos brevemente alguns dos métodos dos autores mais referenciados e citados no campo do Desenho Industrial. Podemos observar com mais clareza as características em comum citadas acima entre os métodos propostos. Cada qual evidenciando e enfatizando particularidades que julgam importantes na projeção.

• Bernd Lobach

<i>Processo Criativo</i>	<i>Processo de solução do problema</i>	<i>Processo de design (desenvolvimento do produto)</i>
1. Fase de preparação	Análise do problema Conhecimento do problema Coleta de informações Análise das informações Definição do problema, clarificação do problema, definição de objetivos	Análise do problema de design Análise da necessidade Análise da relação social (homem-produto) Análise da relação com ambiente (produto-ambiente) Desenvolvimento histórico Análise do mercado Análise da função (funções práticas) Análise estrutural (estrutura de construção) Análise da configuração (funções estéticas) Análise de materiais e processos de fabricação Patentes, legislação e normas Análise de sistema de produtos (produto-produto) Distribuição, montagem, serviço a clientes, manutenção Descrição das características do novo produto Exigências para com o novo produto
2. Fase da geração	Alternativas do problema Escolha dos métodos de solucionar problemas, Produção de idéias, geração de alternativas	Alternativas de design Conceitos do design Alternativas de solução Esboços de idéias Modelos
3. Fase da avaliação	Avaliação das alternativas do problema Exame das alternativas, processo de seleção, Processo de avaliação	Avaliação das alternativas de design Escolha da melhor solução Incorporação das características ao novo produto
4. Fase de realização	Realização da solução do problema Realização da solução do problema, Nova avaliação da solução	Solução de design Projeto mecânico Projeto estrutural Configuração dos detalhes (raios, elementos de manejo etc.) Desenvolvimento de modelos Desenhos técnicos, desenhos de representação Documentação do projeto, relatórios

Fig.3 – Etapas de um projeto de design proposto no livro de Bernd Lobach, *Design Industrial* de 1976; Fonte: LOBACH, 2001, p. 142

• Ulrich & Eppinger

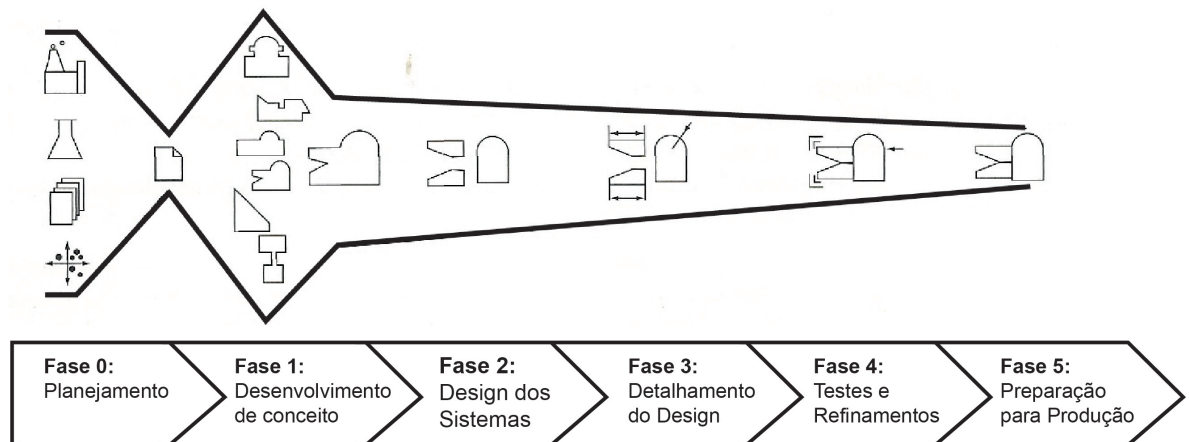


Fig.4 – Etapas de um projeto de design proposto no livro de Ulrich e Eppinger, *Product Design and Development*, 2008; FONTE: Ulrich & Eppinger, *Product Design and Development*, 2008, p14.

- **Gui Bonsieppe**

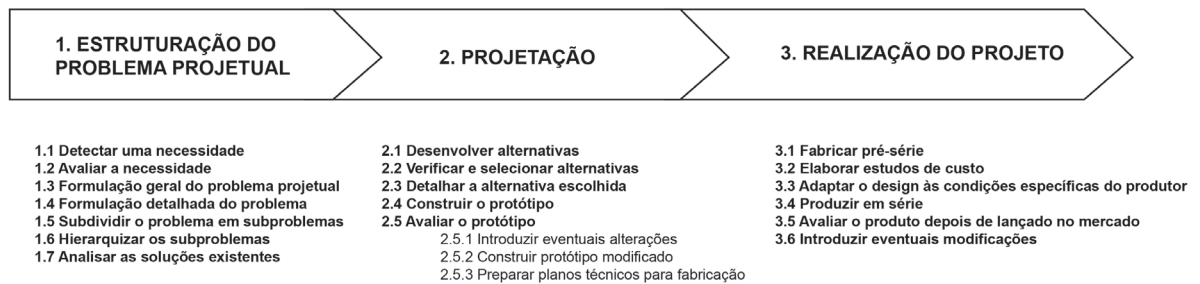


Fig 5 – Etapas de projeto proposto por Gui Bonsieppe.

- **Bruno Munari**

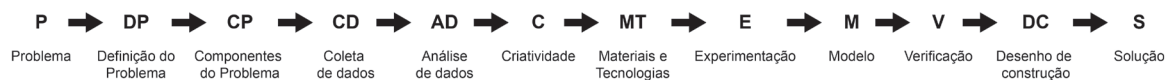


Fig 6 – Etapas de projeto proposto por Bruno Munari.

2.1.4 Técnicas e ferramentas

O método projetual escolhido indica as etapas do processo a ser seguido, suas necessidades e limitações. Desse modo, qualifica e especifica as ferramentas a serem utilizadas durante as diversas etapas.

Existem inúmeras técnicas que foram desenvolvidas ao longo do tempo para as etapas de definição de problemas, análise de informações, criação de alternativas e desenvolvimento de soluções. Como exemplo temos as técnicas de *Brainstorming*, Discussão 66, Método 635, Analogias, Provérbios e Clichês contribuindo para a geração de alternativas ou produção de idéias.

Essa pesquisa se concentrará justamente nesta fase de geração de alternativas, explorando principalmente as ferramentas ligadas à representação e expressão de ideias nos planos bi e tridimensionais.

“Decidido o método operacional a ser empregado, é dado início à fase de execução do projeto. Surgidas as primeiras ideias de solução do

problema projetual, registram-se as primeiras aproximações por meio da representação bidimensional que não fornece um grau de definição de modo a permitir uma avaliação precisa e segura da abordagem inicial dada ao produto, ou seja, os primeiros esboços não configuram a ideia como um todo, sendo necessário recorrer a outro nível de representação que forneça as informações que com a representação bidimensional não foi possível obter. A representação tridimensional é o recurso que possibilita verificar se aquilo que foi proposto inicialmente e que se registrou através da representação bidimensional, reflete e configura de forma correta a ideia preliminar que se buscou expressar.” [ANDRADE, 1988 p.29]

2.1.5 Geração de conceitos

Um produto-conceito é uma aproximação da forma, tecnologia e princípios funcionais de um produto. É uma descrição concisa de como o produto irá satisfazer as diversas necessidades do usuário. Geralmente é representado através de um desenho ou de um modelo tridimensional.

Essa atividade é relativamente barata e rápida em comparação com outras fases de desenvolvimento de projeto, o que permite que sejam produzidas e avaliadas inúmeras alternativas em pouco tempo. Essa eficiência pode ser potencializada quando se introduz o uso de softwares de modelagem tridimensional, desde que feito com atenção para o resultado que se deseja obter.

O processo de geração de alternativas está intimamente ligado à capacidade de externalização de ideias que o designer possui. Entender melhor esse processo é fundamental para se observar as vantagens e limitações que as ferramentas disponíveis proporcionam.

2.2 Pensamento gráfico

A capacidade de se pensar através de imagens, ou ser capaz de imaginar, é fundamental na atividade do desenho industrial por, permitir a visualização de idéias na mente. Além disso, a capacidade de externalização dessas imagens e a maneira como se manifesta também é de extrema importância.

O pensamento gráfico é um processo cognitivo que se utiliza do sentido da visão para imaginar e associar (criar). Esse processo acontece através de três tipos de imagens:

- Do que observamos
- Do que imaginamos
- Do que criamos através dos meios de representação

O ato de ver envolve receber informação visual externa e interpretá-la de acordo com certos parâmetros. Já o ato de imaginar é uma versão interna da visão, formado por lembranças e associações visuais feitas em nossa mente. Desenhar é a externalização do que imaginamos e do que vemos. Essas três atividades trabalhando em conjunto e complementando-se formam o pensamento visual produtivo.

Esse processo é essencial para o designer industrial já que é fundamental para a definição de forma, da função e da produção do produto. Esboços bidimensionais e modelos tridimensionais são a manifestação física desse processo. [TOVEY, 1986]

2.2.1 Representação de ideias

Enquanto o designer está esboçando uma ideia, a mente continua analisando e classificando a informação. Quanto mais fluida for esta operação, mais oportunidades surgirão para desenvolver novas idéias. Então, os designers desenvolvem suas idéias enquanto as representam e descobrem novas direções e soluções para os conceitos.

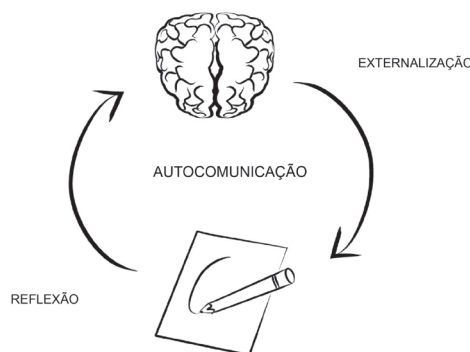


Fig.7 – Esquema do processo de representação de idéias.
 FONTE: E.Wiese, M.Mateescu, Zöllner & Stark, 2008 p. 462

O impulso criativo que as representações fornecem funcionam também a longo prazo, já que a existência de esboços e modelos permite que os designers revejam as idéias produzidas sempre que necessário. Cada conceito produzido pode contribuir para um novo ponto de partida. [TOVEY, 1986, p.25]

Ainda, devemos considerar o trabalho do designer industrial em associação com outros profissionais como engenheiros, planejadores, clientes, etc. É da responsabilidade do designer representar visualmente os conceitos dos produtos e as idéias. Essa representação é essencial como ferramenta de comunicação para o grupo de trabalho.

2.2.2 Meios de representação

Durante a fase de geração de alternativas no processo de design, as idéias precisam ser criadas em grandes quantidades e expressas de maneira adequada. Os designers podem recorrer a alguns métodos existentes, entre eles:

- **Esboço à mão**

É a partir desse modo de representação bidimensional que se formula e se registra os primeiros aspectos formais do produto em desenvolvimento. Esses *sketches* são rápidos, baratos, disponíveis, abundantes, de vocabulário claro, detalhe mínimo e são ambíguos, e por isso sugerem soluções ao invés de confirmá-las. [Buxton, citado em Israel, E. Wiese, M. Mateescu, Zollner & Starck 2008]

- **Método Verbal/Numérico**

Representar a idéia em palavras ou números, como a representação de uma especificação, pode levar a inúmeras idéias alternativas para um produto. Muitas vezes, é o registro dos pré-requisitos do produto, e que, portanto, dar-lhe-ão as características determinantes ou mais importantes.

- **Video-sketching**

Não muito comum, mas muito benéfico, consiste na gravação de vídeos que mostrem a situação na qual se quer intervir, e posteriormente a refilmagem da

solução através de técnicas de edição de vídeo. A atuação como cliente ou usuário desperta um profundo entendimento da problemática em questão, e testar as próprias soluções ajuda a encontrar as partes fracas do conceito. A gravação se torna um ótimo registro podendo ser revista quantas vezes necessária.

- **Modelagem Virtual**

Uso de softwares 3D para simular o produto em projeto. Atualmente no mercado existem inúmeras ferramentas de modelagem 3D que focam em diferentes aspectos da construção do produto. Sistemas CAD (*Computer Aided Design*), CAID (*Computer Aided Industrial Design*), NURBS (*Non Uniform Rational Basis Spline*), paramétricos, entre outros, são exemplos dessas ferramentas.

Esses softwares simulam um ambiente tridimensional e permitem a simulação de volumes através do planejamento e da definição de parâmetros pelo projetista. Alguns softwares mais específicos para o desenho industrial podem simular características físicas de força, movimento, fluxo, iluminação e etc. Geralmente esses softwares são utilizados na fase de detalhamento do produto, mas cada vez mais vêm sendo usados na geração de conceitos. Deve-se estar sempre atento ao fato de que por ser uma simulação de natureza virtual os resultados apresentados não são definitivos e devem estar sujeitos a testes e ensaios físicos para a coerência do produto.

- **Modelagem Manual**

Manipulação de materiais e matérias-primas para obtenção da mesma forma, mecanismo, atributos físicos ou qualquer outra característica compartilhada com aquilo que se pretende projetar. Materiais como o papel, a argila, a madeira, a espuma de poliuretano, o gesso, entre outros são os materiais mais utilizados nessa fase, porém qualquer outro material que se adeque ao projeto pode ser utilizado também. O resultado final depende do material e da técnica utilizada, podendo esta ser aditiva ou subtrativa. Como o próprio nome indica, a primeira técnica conta com a deposição de material até se chegar à forma final, enquanto a última trata de remoção do material. Há ainda técnicas de moldagem que partem de uma matriz e permitem a elaboração de cópias idênticas. São usadas para testes de cor, acabamento, estudo de leiaute, etc.

2.3 Modelos

2.3.1 Conceito

A palavra “modelo” possui diversos significados dependendo do contexto em que é utilizada. Mas, de uma maneira geral, modelo pode ser entendido como “uma descrição, simulação ou representação da natureza física ou do comportamento da sua duplicata na vida real.”[ANDRADE, 1988 p. 3]

Essa definição, apesar de bastante ampla, não é incorreta, mas imprecisa para o campo de estudo desta pesquisa. A prática do design exige que sejam feitas simulações ou representações de natureza bidimensional e tridimensional daquilo que se pretende produzir e reproduzir em escala industrial.

O Prof. Dr. Julio Maia de Andrade [1988], em sua tese de mestrado, faz uso da expressão “elementos tridimensionais de representação” para caracterizar “todo e qualquer objeto construído em três dimensões que descreva, simule ou represente o todo ou parte da natureza física ou comportamento de sua duplicata na vida real e tenha sido concebido e realizado para esse fim.” Acredita assim, definir com propriedade todo e qualquer componente do universo dos elementos tridimensionais de representação utilizados na prática do desenho industrial, já que a expressão “modelos tridimensionais” é utilizada também nas áreas da arquitetura e engenharia.

Baseando-se na definição acima, podemos inferir o que os elementos bidimensionais de representação são todo e qualquer objeto construído em duas dimensões que descreva, simule ou represente o todo ou parte da natureza física ou comportamento de sua duplicata na vida real e tenha sido concebido e realizado para esse fim. Esses elementos fazem referência às representações gráficas, podendo ser inclusive simulações tridimensionais, como as produzidas por softwares de modelagem 3D. Neste caso, o que as caracteriza como elemento bidimensional é a ordem de sua natureza que também é de duas dimensões quando impressa ou projetada na tela do computador.

A definição desses elementos é o primeiro passo necessário para o entendimento do campo de estudo dessa pesquisa. O próximo passo é a classificação desses modelos quanto à sua utilização no processo de desenvolvimento de produtos.

2.3.2 Classificação de modelos

Com algumas variações de maior ou menor grau, a terminologia utilizada para a definição dos modelos quanto ao estágio em que se inserem no projeto, função e características formais pelos diversos autores, é basicamente a mesma. De uma maneira geral, podemos classificá-los segundo as fases de desenvolvimento do produto:

- **Modelos Preliminares** – Instrumento básico de desenvolvimento de projeto, permite análises primordiais quanto à forma, função e produção.
- **Modelos de Apresentação** – Modelo de avaliação volumétrica e visualização formal.
- **Modelos de Produção** – Representam e possibilitam testes de funcionamento e detalhes de produção industrial.

Quanto à utilização[ALEXANDRE, 1992 p. 11]:

- **Modelo Preliminar (pré-modelo)** – Avaliação volumétrica
- **Modelo Ergoscópico** – Avaliação ergonômica
- **Modelo Endoscópico**- Visualização do espaço interno
- **Modelo Pleno** – Avaliação formal
- **Modelo Mestre** – Gerador de gabaritos, dispositivos, moldes, contra-moldes, etc.
- **Modelo Padrão** – Determinação de medidas absolutas
- **Simulacro (Mock-up)** – Avaliação mercadológica
- **Protótipo** – Avaliação de desempenho

Quanto à escala:

- **Modelo Natural** – Modelos em escala natural
- **Maquetes** – Modelos em escala reduzida
- **Macromodelos** – Modelos em escala ampliada

Quanto à abrangência:

- **Completo** – Reproduz o objeto todo
- **Parcial** – Reproduz parte do objeto

Quanto à conformação:

- **Positivos** – Modelos propriamente ditos
- **Negativos** – Moldes e gabaritos
- **Neutros** – Contra-moldes

Quanto às características físicas:

- **Reais** - Quando tem existência física concreta
- **Virtuais** – Simulações bidimensionais feitas por computador

2.4 Materiais para modelagem

Existem diversos materiais disponíveis que podem ser empregados na confecção de modelos e moldes. Ainda, materiais pré-produzidos podem ser utilizados de acordo com suas características físicas, disponibilidade, custo e estabilidade formal. Dos materiais mais comuns temos:

- **Argila**

Um dos materiais mais antigos e com maior disponibilidade no mundo da modelagem. Se trata de uma mistura de minerais, geralmente derivados da decomposição do granito e rochas ígneas ou magmáticas.

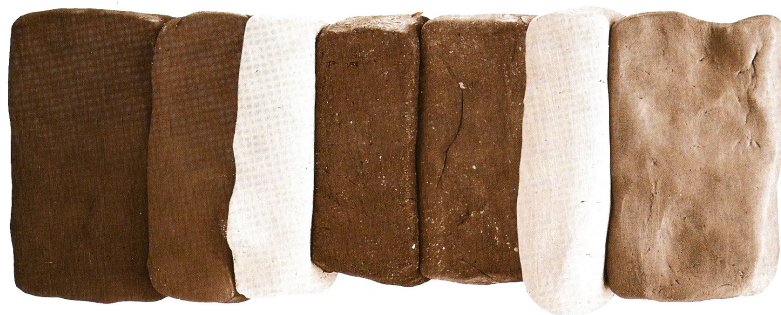


Fig. 8 – Diferentes tipos de argila, com diferentes aditivos e características físicas; FONTE: MIDGLEY, *The Complete Guide to Sculpture, Modeling and Ceramics: Techniques and Materials*, 1988,p . 24

Existem dois tipos principais de argila. As primárias são encontradas no local onde foram formadas e portanto são mais claras e mais puras que o segundo tipo, as secundárias, que foram transportadas pelo vento, pela água ou por atividade glacial. Este movimento reduz o tamanho das partículas e aumenta a plasticidade da argila.[MIDGLEY, 1988]

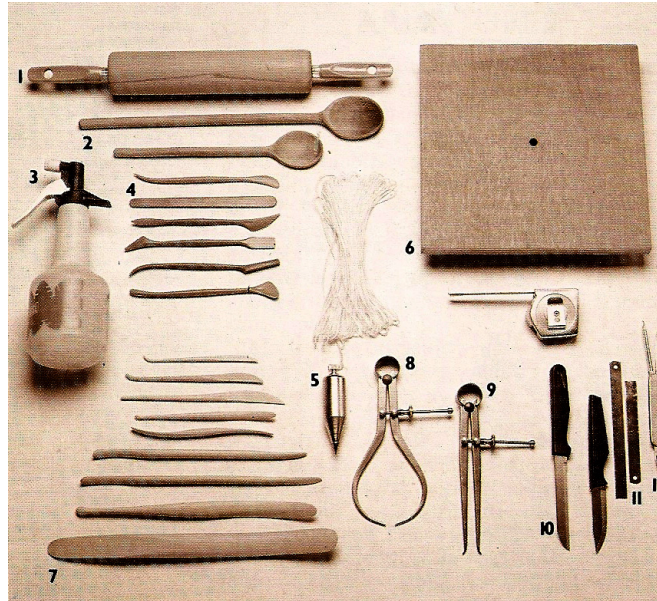


Fig. 9 – As ferramentas utilizadas na modelagem da argila vão de utensílios de cozinha a outros objetos adaptados; FONTE: MIDGLEY, *The Complete Guide to Sculpture, Modeling and Ceramics: Techniques and Materials*, 1988,p.37

Plasticidade se refere à habilidade da argila de ser deformada e ainda manter a deformação quando modelada. É uma das maiores preocupações quando se seleciona a argila para modelar pois esta deve estar suficientemente plástica e homogênea para garantir bons resultados.

A argila pode ser aplicada sobre uma estrutura de madeira impermeabilizada com seladora, ou ainda sobre uma armadura feita de jornal ou qualquer outro material que deixe a peça mais leve e não interfira na sua forma final. A camada de argila deve ter no mínimo 20 mm de espessura para não se destacar da armadura enquanto se modela.[ALEXANDRE, 1992]

Enquanto se trabalha a argila, deve se ter o cuidado de mantê-la úmida durante todo o tempo já que, ao secar, esta reduz de tamanho e pode comprometer a precisão da forma, além de rachar e trincar a peça. Esse umedecimento pode ser feito com ajuda de um borrifador de água. Ao guardar o modelo de um dia para o outro, é essencial que se recubra a peça com um pano úmido e que se isole a peça com um plástico impermeável, evitando assim o ressecamento.

Quando usada como meio de transição, a peça produzida em argila é na verdade matriz para a geração de moldes e tais moldes devem ser produzidos enquanto a argila está úmida, ainda devendo ser impermeabilizada no caso de moldes de resina de poliéster.

- **Plastilina**

Espécie de argila sintética formada por minerais, cêras e óleos. Têm como característica principal o fato de se preservarem plásticas durante muito tempo e de serem fáceis de se trabalhar. As mesmas técnicas e ferramentas utilizadas com argila podem ser aplicadas na plastilina, mas sem a preocupação com a umidade.



Fig.10 - Embalagem de massa de modelar ou plastilina comercializada em casas de produtos industriais.
Fonte: <http://www.casadaresina.com.br/foto1.html>

A plastilina também é bastante utilizada como matéria de vedação quando se está produzindo fôrmas de gesso ou de silicone, por exemplo, em que é de extrema importância que se vede os encaixes e junções, assim como elementos importantes como pinos-de-guia, rebaixos e detalhes diversos.

O mesmo cuidado que se tem com matrizes de argila de se impermeabilizar com “gel-coat” quando se pretende extrair moldes de resina de poliéster, deve ser tomado neste caso também.

- **Clay – Industrial Plasticine**

Espécie de argila que ao invés de misturada com água, é solúvel em óleo mineral ou cêra. De característica bastante plástica e estabilidade dimensional, sua maior vantagem é de se manter constantemente úmida já que o óleo não evapora com a mesma facilidade da água.



Fig.11 - Confeção do modelo em clay através do uso da máquina e acabamento manual. FONTE:
http://4.bp.blogspot.com/_q3sArtfjCzA/TTYc-uu_1ul/AAAAAAAAAEM/asWwea13Bpl/s1600/autonews.nissan.z.clay_610x398.jpg

A maioria das marcas de Clay têm enxofre na sua composição, mas a demanda recente por materiais mais sustentáveis exigiu que se chegasse à uma composição livre de enxofre.

A indústria automobilística é a que mais se beneficia do uso do Clay para a execução de modelos. Com muitas das técnicas e ferramentas semelhantes às utilizadas com argila, a indústria automobilística ainda conta com a ajuda de máquinas fresadoras CNC's, mas não dispensa o trabalho manual para o acabamento final.

Apresenta estabilidade formal maior que a da argila e sua principal vantagem é a facilidade de manuseio para recuperação e ajuste de falhas e detalhes.

- **Gesso**

O gesso se caracteriza, na modelagem, por sua excelência como meio de transição na confecção de moldes. Sua fragilidade e reduzido nível de acabamento não permite que seja utilizado como molde definitivo, mas associado a outros materiais é uma excelente matéria para moldagem. Como exemplo, temos a “cama de gesso” feita para comportar a fôrma de silicone e manter sua estabilidade dimensional, além de permitir encaixes nas fôrmas multipartidas.

O local de trabalho deve ser revestido com uma superfície plástica para facilitar a limpeza já que assim que seco, o gesso se desprende facilmente. Pelo mesmo motivo é que o uso de vasilhas plásticas flexíveis é recorrente na modelagem com gesso. A pia deve ser equipada com um reservatório para o gesso, evitando-se o entupimento do encanamento pelo pó.

Por absorver umidade muito facilmente, o gesso não preparado deve ser mantido em local seco e isolado por revestimento plástico impermeável.

Lâminas, espátulas, formões e cinzéis podem ser usados como ferramentas, tomando-se o devido cuidado de mantê-las limpas, secas e recobertas com uma camada de óleo para proteção.

- **Poliestireno Expandido (Isopor)**

Geralmente utilizado para modelos preliminares, o isopor é macio e fácil de trabalhar. Pode ser cortado com lâmina ou fio de arame aquecido. Dependendo da densidade, pode ser lixado e torneado com maior ou menor facilidade. É necessário acabamento com massa corrida à base de PVA e desmoldante

de álcool polivinílico para a retirada do molde. Ainda, se for feito com resina de poliéster é necessário acabamento com “gel-coat”, com pelo menos duas camadas.

- **Espuma de Poliuretano Expandido**

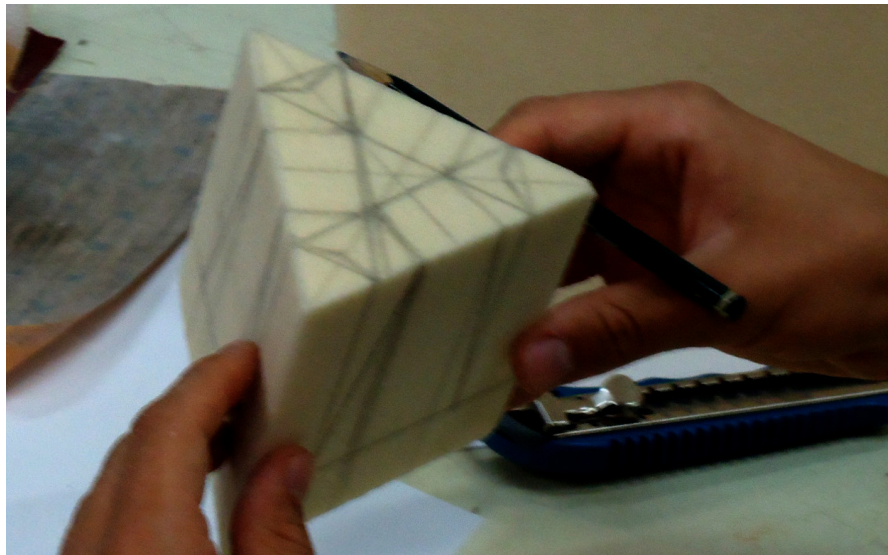


Fig.12- Bloco de espuma de poliuretano expandido sendo marcado para confecção do modelo

Similar ao isopor, pode ser facilmente lixado, cortado e usinado. Aceita acabamentos de massa corrida, massa rápida e resina de poliéster. A aplicação de gel-coat ajuda na resistência superficial do modelo e assim permite a tiragem de negativos.

Existe ainda a possibilidade de formação da espuma de poliuretano pela mistura de dois componentes, onde o componente 1 e o componente 2 são vertidos numa proporção de 1 : 1 numa fôrma.

- **Madeira**

Por apresentar estabilidade formal, boa resistência superficial e facilidade de se trabalhar, é um dos materiais mais amplamente utilizados na confecção de modelos e fôrmas. Ao se tomar os devidos cuidados com umidade e escolha de partes mais homogêneas, o processo de trabalho se resume a cortes, serramento, lixamento, torneamento, furação e fresamento, além do acabamento superficial.

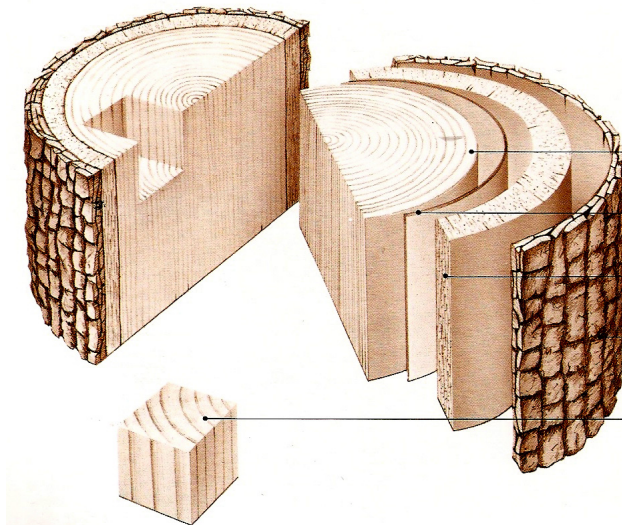


Fig.13 – Detalhe do desenvolvimento e crescimento da madeira: Seiva, câmbio, casca, casca externa e cerne.FONTE: MIDGLEY,*The Complete Guide to Sculpture, Modeling and Ceramics: Techniques and Materials*, 1988, p.100

A madeira deve, ainda, ser impermeabilizada e selada após cada processo de usinagem, para que não ocorra a deformação da peça. Os modelos de madeira são bastante versáteis podendo ser recuperados quase sempre.

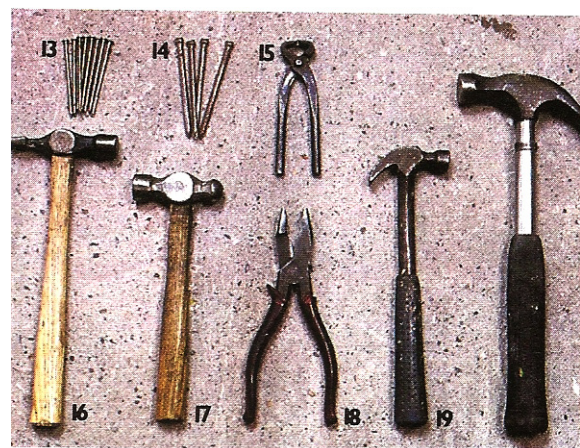
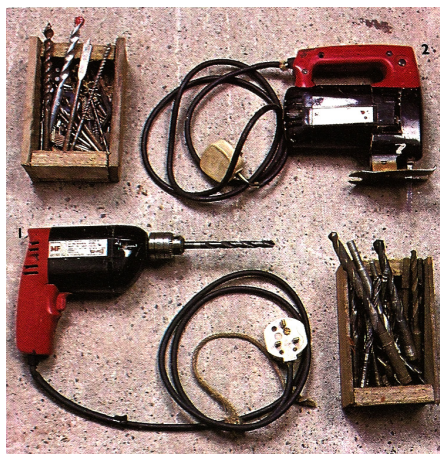


Fig.14 e 15 – – Algumas das ferramentas utilizadas para a confecção de moldes de madeira: Furadeira, serra tico-tico, martelos e alicates.FONTE: MIDGLEY,*The Complete Guide to Sculpture, Modeling and Ceramics: Techniques and Materials*, 1988,p .106.

2.5 Novas tecnologias de modelagem tridimensional

2.5.1 Máquinas CNC (*Computer Numerically Controlled*)

O sistema de manufatura sofreu mudanças significativas desde seu surgimento no início do século XIX. A mais reconhecível, pode se afirmar, se deu com o maquinário industrial voltado para linha de produção, que permitia uma produção em larga escala (produção em massa) com alta eficiência e baixo custo. Porém, entre os anos 70 e 80, o mundo percebe uma demanda cada vez maior por produtos mais variados, e então uma “produção flexível” foi desenvolvida para suprir essa necessidade de estoques menores com diferentes partes. Esse sistema utilizava máquinas numericamente controladas por computador (máquinas CNC's) que poderiam ser reprogramadas para produzir peças diferentes que se ligavam com sistemas automatizados de transporte e de armazenamento.

A tecnologia se baseia no controle numérico computadorizado, isso quer dizer que a máquina recebe a informação digital em CAD ou CAM e a transforma em sistema numérico que será traduzido em movimentos e em controle de eixos. São exemplos de máquinas CNC: tornos, furadeiras, fresadoras, jato de água, eletroerosão, moagem, etc.

2.5.2 Prototipagem Rápida (RP)

A tecnologia que permite a geração de objetos físicos a partir de dados gerados por sistemas CAD é denominada prototipagem rápida, e seu primeiro sistema de uso comercial data de 1988. A construção do objeto se dá pela deposição de matéria camada a camada até formar o objeto desejado. É um processo aditivo que combina camadas de papel, cera, polímero e até metais para se obter o modelo. Por isso, esse modelo pode possuir características internas complexas que não poderiam ser realizadas pelos outros processos subtrativos de usinagem, como o fresamento, furação, torneamento, etc.

A principal vantagem do uso dessa técnica é a de permitir a realização de testes de funcionamento e detalhamento da produção com uma velocidade muito

superior do que até então. “(...) Pode permitir testes prévios como, por exemplo, ensaio em túnel de vento para componentes aeronáuticos ou análise fotoelástica para se verificar pontos de concentração de tensões na peça. (...) os processos de prototipagem rápida permitem que eles sejam feitos mais depressa e de forma mais barata.” [<http://www.gorni.eng.br/>].

Estima-se que a redução de custo e tempo esteja em torno de 70 e 90 % com exceção da prototipagem em modelos de metal, em que as técnicas de manufatura ainda são mais econômicas.

Todos os processos de prototipagem rápida atualmente existentes são constituídos por cinco etapas básicas:

1. Criação de um modelo CAD da peça que está sendo projetada;
2. Conversão do arquivo CAD em formato STL, próprio para estereolitografia;
3. Fatiamento do arquivo STL em finas camadas transversais;
4. Construção física do modelo, empilhando-se uma camada sobre a outra;
5. Limpeza e acabamento do protótipo.

Existem, atualmente, sete diferentes técnicas de prototipagem rápida:

- **Estereolitografia (STL, *Stereolithography*):** A primeira técnica de prototipagem bem sucedida utiliza um polímero sensível à radiação ultra-violeta como matéria. Uma fonte de raio laser ultra-violeta com alta precisão de foco traça camada a camada, solidificando a seção transversal do modelo. Após construído, o modelo é removido do banho líquido de polímero e colocado em forno de radiação ultravioleta para cura completa.



Fig.16 – Máquina de prototipagem de que utiliza a técnica da estereolitografia.
FONTE: <http://en.wikipedia.org/>

- **Manufatura de Objetos em Lâminas (LOM, *Laminated Object Manufacturing*):** O material utilizado nessa técnica consiste em lâminas de papel revestidas de adesivo. Essas lâminas são grudadas umas às outras através da ativação do adesivo por calor, até formar o modelo. Um rolo aquecido faz pressão e adere uma camada à outra. Uma fonte de raio laser é usada para cortar o contorno das camadas. Quando feitos de papel, os modelos devem ser revestidos e selados adequadamente para se evitar a deformação por umidade. Porém, o desenvolvimento desse processo permite o uso de outros materiais como plásticos, papéis hidrófobos e pós cerâmicos e metálicos. No caso destes novos materiais, a peça deve ser sinterizada para que alcance máxima resistência mecânica. A sinterização é uma técnica descrita abaixo.



Fig. 17 - Máquina de prototipagem de que utiliza a técnica da LOM.
FONTE: <http://www.additive3d.com/>

- **Sinterização Seletiva a Laser (SLS, *Selective Laser Sintering*):** Técnica que utiliza materiais pulverulentos como o náilon, elastômeros e metais e os funde seletivamente através de fonte de calor de raio laser. O processo se repete até a finalização da peça.



Fig. 18 - Máquina de prototipagem de que utiliza a técnica de Sinterização.
FONTE: <http://img.directindustry.com/>

- Modelagem por Deposição de Material Fundido (*Fused Deposition Modeling*):** Nesta técnica, filamentos muito finos de resina termoplástica são extrudados e depositados na plataforma de construção, que se encontra a uma temperatura inferior à do material, endurecendo e formando o modelo camada a camada. A matriz extrusora se move no eixo x-y de acordo com os dados computadorizados.



Fig. 19 - Máquina de prototipagem de que utiliza a técnica de Deposição de Material Fundido.
 FONTE: <http://img.directindustry.com/>

- Cura Sólida na Base (*Solid Ground Curing*):** Similar ao processo de estereolitografia, esse processo também utiliza um polímero fotossensível e radiação ultravioleta. A diferença é que a cura acontece sobre a camada inteira de uma só vez, pois a máquina gera uma máscara correspondente à camada a ser curada. Essas máscaras impedem que a radiação solidifique a resina que está fora do perfil da máscara. Esse excesso de resina líquida é succionado à vácuo para fora plataforma de construção e é substituído por cera, que dará suporte enquanto as outras camadas são construídas. Essas máquinas são de grande porte e podem produzir modelos de tamanhos grandes.

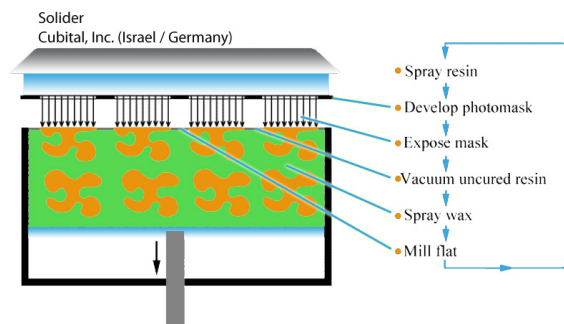


Fig. 20 - Gráfico que exemplifica a técnica de Curagem Sólida na Base.
 Fonte: <http://knowledge.stereolithography.com/>

- **Impressão por Jato de Tinta (MJT, *Multi Jet Modeling*; BPM, *Ballistic Particle Manufacturing*)** : Técnica que compreende uma classe inteira de equipamentos que utilizam materiais pulverulentos poliméricos, cerâmicos ou metálicos e um cabeçote de impressão por jato de tinta que deposita um agente ligante que funde e aglomera esse pó nas áreas desejadas. O pó que não reage permanece na plataforma, servindo de suporte para a peça em construção.



Fig.21 - Máquina de prototipagem que se utiliza da técnica de MJT e BPM.
<http://www.protogenic.com/>

- **Conformação Próxima ao Formato Final via Laser (LENS, *Laser Engineered Net Shaping*)**: Um gerador de raio laser de alta potência é utilizado para fundir pó metálico a cada camada enquanto a plataforma se move no eixo x-y. Há uma alimentação de gás inerte para impedir que o metal líquido entre em contato com o oxigênio do ar e tenha suas propriedades alteradas. Os protótipos metálicos produzidos são plenamente densos, com boas propriedades metalúrgicas e boa microestrutura, devendo passar por usinagem para o acabamento final da peça.



Fig. 22 - Máquina de RP que produz protótipos metálicos.
 FONTE: <http://www.mme.wsu.edu/>

Existe ainda, dentro da prototipagem rápida, as técnicas de prototipagem aplicadas à ferramentaria rápida. Esta técnica diz respeito ao processo utilizado através da prototipagem para obtenção de modelos para obtenção de moldes e matrizes. Podem ser diretas, quando o arquivo CAD gera diretamente o molde, ou indiretas, quando o arquivo CAD dá origem à matriz para obtenção dos moldes. Não serão tratadas aqui nesta pesquisa devido à sua grande complexidade, e por dizerem pouco a respeito da geração de alternativas.

2.5.3 Scanners 3D

São aparelhos que analisam objetos físicos e transcrevem suas características (forma, cor, textura, brilho, etc) em dados computacionais para depois serem reinterpretados em softwares tridimensionais.

O seu desenvolvimento aliado ao das tecnologias de prototipagem rápida e de modelagem virtual, pode representar um enorme avanço não só no campo do desenho industrial, mas do desenvolvimento de próteses para medicina, realidade aumentada, games, etc.



Fig. 23 - Scanner 3D

FONTE: <http://www.matrixcaddesign.com/>

2.6 A expressividade dos objetos

2.6.1 Conceitualização

O conceito de expressividade discutido nessa pesquisa é baseado numa divisão do design por níveis de percepção. Essa divisão foi elaborada pelo cientista cognitivo e professor de ciências computacionais Donald A. Norman, autor do livro *Emotional Design – Why we love (or hate) everyday things* e *The design of everyday things*.

O autor divide a ação de percepção dos objetos que nos cercam em três diferentes níveis: o visceral, o comportamental e o reflexivo.

O design visceral é compreendido pelo autor como sendo resultado de uma reação natural humana em relação ao ambiente que nos cerca. É a reação primária em resposta aos estímulos físicos emanados pelo mundo exterior, captados pelos sentidos da visão, tato, audição, olfato e gustação. Essa reação, na sua essência, representa a preferência ou não por determinadas características físicas que podem ser da ordem consciente ou subconsciente, intencional ou não intencional.

Essa preferência é resultado de uma interação entre os seres humanos e o ambiente externo e está enraizada no processo evolutivo natural, no crescimento do homem. Um exemplo citado parte da análise do processo evolutivo natural entre os animais e as plantas. Neste caso, a seleção natural privilegiou determinados tipos de plantas com flores que eram mais atrativas aos pássaros e abelhas, que foram selecionadas por melhor servir à reprodução da espécie, ao mesmo passo que produziam frutos mais saborosos, portanto, mais atrativos, aos primatas e a outros animais que se alimentavam destes frutos. As frutas e flores geralmente são simétricas, arredondadas, suaves, agradáveis ao toque e coloridas. As flores têm odores agradáveis e as frutas, na sua maioria, são adocicadas. Essa predominância de características semelhantes, segundo a teoria evolucionista, indica a existência real de um gosto ou preferência humana que acabou por selecionar cada vez mais essas características em flores e frutos. Uma evolução iterativa e colaborativa, onde cada ser se adapta ao longo das gerações para servir ao outro por necessidade.

A necessidade da abelha operária é a de colher o máximo de pólen possível para a colmeia. A necessidade de se conviver em sociedade pela própria natureza selecionou as abelhas com esse instinto. As flores mais atraentes às abelhas tinham determinadas características como as de simetria, arredondamento, suavidade, prazer ao toque e cor.

É a partir dessa análise que o autor conclui que o design visceral, que leva em conta valores naturais não racionais percebidos pelos sentidos é intrínseco e consistente e está enraizado na cultura e nas pessoas.

O design visceral não faz uso do raciocínio. Tudo aquilo que pode ser apreendido pelos sentidos do tato, visão, olfato, audição e paladar compõem os elementos constituintes desse nível de design. É o impacto emocional imediato.

Outra forma complementar de se perceber o mundo externo é classificado como design comportamental. O nível do design comportamental está relacionado com o uso e o elemento condutor é o desempenho.

Os quatro componentes principais de um bom design comportamental são: função, compreensão, usabilidade e sensação física.

A função é resultado da interação física entre o homem e os objetos que expressa a satisfação de uma necessidade, mesmo que puramente estética. Responde ao que o produto faz e quais funções ele desempenha.

Além da funcionalidade, existe o entendimento do produto. Se não se pode entender o produto, não se pode usá-lo, pelo menos não corretamente. Pode se memorizar as operações básicas, mas o usuário deverá ser lembrado dos passos necessários a todo o momento.

Usabilidade também aparece como componente do nível de design comportamental e é um tema complexo, pois envolve uma variedade grande de pessoas, com experiências diferentes e atributos físicos diferentes.

A avaliação do uso de um produto é o ponto chave da apreciação ou desvalorização do mesmo. Tudo o que importa, ao final, é a qualidade do desempenho, o conforto que o usuário sente.

O terceiro nível de design é o design reflexivo, que trata das emoções evocadas

pelo objeto através do seu significado como item inserido em determinada cultura. Seu caráter fetichista explora valores ligados às necessidades emotivas humanas como desejo do consumidor de se sentir representante de determinada classe social, de determinadas atitudes, enfim, de determinado nicho cultural.

Uma das mais importantes necessidades emotivas é a autoimagem reflexiva, através da qual, o design expressa os valores com os quais os usuários gostariam de ser percebidos pelos outros. Trata-se então de percepções de nível cultural-social, não sendo avaliado pelos pontos de vista prático e biológico.

2.6.2 Design consciente

Esses três conceitos de níveis de design apresentados – visceral, comportamental e reflexivo- vão formar o que se acredita ser o design consciente, que na realidade, é uma função de equilíbrio entre esses três parâmetros, em que cada uma das variáveis deve se predispor do maior coeficiente possível de maneira que não desequilibre as demais. Um equilíbrio de três forças que tornam a resultante positiva.

Conforme descrito acima, esses níveis de design estabelecem uma conexão entre o objeto e o mundo externo. O primeiro se utiliza da natureza humana, o segundo da natureza física e o terceiro da relação social-cultural. Cada um, portanto, tem um campo de estudo determinado e passível de compreensão, e que, evidentemente, quanto mais for estudado, mais complexo se torna.

No entanto, essas classificações ocorrem quando os produtos já estão presentes no mundo real, transformados e acabados, esperando alguém entrar em contato e discernir entre o “bom” e o “mal” design.

É então que surge a grande dúvida, que todo estudante de design deve se perguntar: como aplicar esse conhecimento teórico do que é o verdadeiro “bom” design, ou o design consciente, na construção dos produtos industriais?

Aprendemos a avaliar e classificar muito bem os produtos a nossa volta, mas será que realmente sabemos construir um produto para que tenha as características que queremos?

Ser um crítico do design é fundamental nesse campo de estudo, mas não resolve

os problemas com os quais o design se depara todos os dias. Observar, analisar e criticar são ferramentas que todo designer deve carregar consigo mesmo, mas essas ferramentas não se prestam somente à aferição das coisas, elas podem e devem ser utilizadas para transformar o mundo que nos cerca, de maneira consciente e atenta.

Tendo isto em mente, a necessidade de se entender a prática da construção dos objetos se tornou essencial para o desdobramento da pesquisa. Essa prática tem pouca relação com a manufatura e com a produção industrial da peça pronta, na realidade, essa é a prática do projeto de desenho industrial: geração de alternativas, avaliação de soluções, realização de modelos e ensaios.

3. PESQUISA PRÁTICA

3.1 Planejamento

A intenção desta parte da pesquisa foi de se prestar como um teste de viabilidade para a realização da investigação prática do que seria feito posteriormente, reunindo e analisando informações referentes à geração e avaliação de alternativas e realização de modelos e ensaios.

Da necessidade de se obter quantidade razoável de amostras, foi proposto que se reunissem alunos do curso de design que tivessem interesse em participar da oficina. Para tornar esse interesse ainda maior, foi sugerido o uso de um software de modelagem tridimensional bastante popular entre os profissionais da área, o SolidWorks, ao qual os alunos não tinham contato.



Fig. 23 – Alunos do Curso de Design da FAUUSP em oficina realizada no Laboratório de Modelos e Ensaios da FAU. FONTE: Acervo pessoal.

O grupo de alunos que compunha o corpo de teste variava de quatro a seis alunos, todos eles da graduação do Curso de Design da FAUUSP, entre 18 e 23 anos, de ambos os sexos. As atividades foram planejadas para serem executadas durante o período de quatro semanas, às terças e quintas –feiras, das 17:00hs às 18:40hs.

3.2 Desenvolvimento

Na primeira semana, foi passado aos alunos o uso do software SolidWorks. Através de aula expositiva, se abordou num primeiro momento, a interface, os comandos básicos e se mencionou as inúmeras possibilidades que o software

cobria, e que, não poderiam ser demonstradas durante o tempo previsto. Depois, aplicou-se uma técnica que envolvia o uso de imagens escaneadas, das vistas laterais, superiores e frontais para a construção do modelo no software. Esta seria a técnica principal a ser utilizada na criação dos modelos virtuais.

Nas três semanas seguintes, a proposta era da realização de um mini-projeto por semana. Na segunda semana sugeriu-se que os alunos criassem um frasco de perfume, devendo esboçá-lo de acordo com as vistas laterais e frontais, superiores (quando necessárias) e uma perspectiva. Esta fase teve duração de vinte minutos e permitiu-se apenas o uso de lápis preto e caneta, não podendo fazer uso de marcadores.



Fig. 24 e 25 – Exemplo dos esboços criados pelos alunos durante a primeira fase da oficina.
FONTE: Acervo pessoal

Após a realização dessas representações bidimensionais, os alunos foram instruídos a fazer um intercâmbio dos próprios esboços com o colega ao lado. Esta etapa preparava o terreno para o próximo passo, garantindo que aspectos físicos dos conceitos imaginados, que não tivessem sido comunicados no plano bidimensional, não fossem realizados, já que o aluno criador não realizaria o próprio conceito. Abrindo assim, espaço para que o aluno que fosse realizar a modelagem pudesse preencher estas lacunas não comunicadas com elucidações adquiridas através do contato com o material utilizado.

O material proposto para a realização da modelagem física foi a espuma de poliuretano expandida. Houve uma breve explanação de técnicas de corte, de lixamento e união. Durante a execução foi tomado o cuidado de se averiguar, sempre que possível, o andamento do experimento e das técnicas. Ao final do experimento, os alunos foram orientados a descrever brevemente aspectos percebidos durante a realização, confrontando problemas relacionados à representação bidimensional e a tridimensional, o material utilizado quanto a forma do modelo, a adaptação e correção de características físicas importantes, etc.

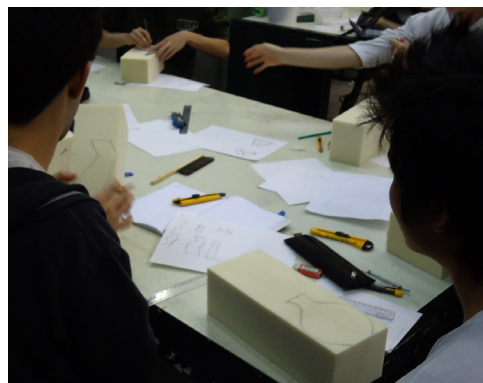


Fig. 26 e 27 – Imagens do andamento da oficina.
FONTE: Acervo pessoal

A modelagem manual do frasco de perfume prevista para um dia da semana se estendeu por dois dias, na realidade, comprometendo em parte a realização das outras oficinas. No entanto, na semana seguinte foi realizada a modelagem através do uso do software 3D, e devido à problemas de instalação e de incompatibilidade do sistema operacional dos computadores dos alunos, não foi possível instalar a versão do Solidworks.

Com isso, optou-se por utilizar os computadores disponíveis no laboratório de informática da FAU que tem instalado o software Rhinoceros 3D. Essa alteração de softwares representou também para os alunos uma queda significativa da motivação, por se tratar de um software que eles já tinham conhecimento, inclusive das limitações do mesmo.

Ainda assim, foi realizada a sessão de modelagem virtual, em que os alunos estavam livres para realizar o mesmo modelo feito anteriormente em poliuretano, um desenvolvimento do mesmo, ou até um criar um conceito novo de frasco de perfume. Essa liberdade foi estabelecida propositalmente para que se analisasse também até que ponto o software convidaria ou instigaria os alunos à desenvolverem novas formas ou conceitos novos em comparação com o redesenho de algo.

A modelagem virtual, que também estava prevista para um dia da semana, se encerrou incompleta devido à crescente falta de interesse dos alunos e aproximação do final do semestre, em que os alunos estariam ocupados com outros trabalhos de projetos acadêmicos. Alguns resultados, entretanto, puderam ser avaliados, ainda que com um corpo de amostra muito menor do que o esperado.

3.3 Resultados

3.3.1 Modelagem manual

Ao final da primeira oficina de modelagem física, os alunos foram questionados sobre o confronto entre o que fora representado graficamente e aquilo que se construiu posteriormente.



Fig. 28 – Exemplo dos modelos construídos pelos alunos com a espuma de poliuretano.
FONTE: Acervo pessoal

Com alto índice de incidência, figura a “adaptação” ou “correção” da geometria da peça, segundo os próprios estudantes, como fator mais evidente entre as duas práticas. Essa correção pode ser entendida, na verdade, muito mais como uma característica que o próprio desenho bidimensional suscita, de sugestão e dubiedade de formas, do que propriamente uma elucidação trazida à tona pela manipulação do material. Obviamente, o bidimensional carrega menos informações que o tridimensional.

No entanto, os estudantes também levantaram algumas questões, por exemplo, de encontro de formas (transição de geometrias), com a respectiva formação de vincos e arestas, que no desenho são especificados apenas com um traço de grafite e no modelo físico essa transição possui profundidade, ângulo de entrada e de saída.

Outro dado importante observado pelos alunos foi que alguns deles tiveram que adaptar as formas por questões de superfície de apoio e centro de gravidade. Essas percepções que são instantâneas quando se está modelando fisicamente, são menos diretas nas simulações físicas que alguns softwares permitem.

Esse é um dos aspectos de total interesse da pesquisa, pois trata de um tema

extremamente relevante na concepção de produtos. O produto existe em função não só da forma geral, mas da maneira como essas formas se agregam e se relacionam entre si e, principalmente, com o mundo externo.

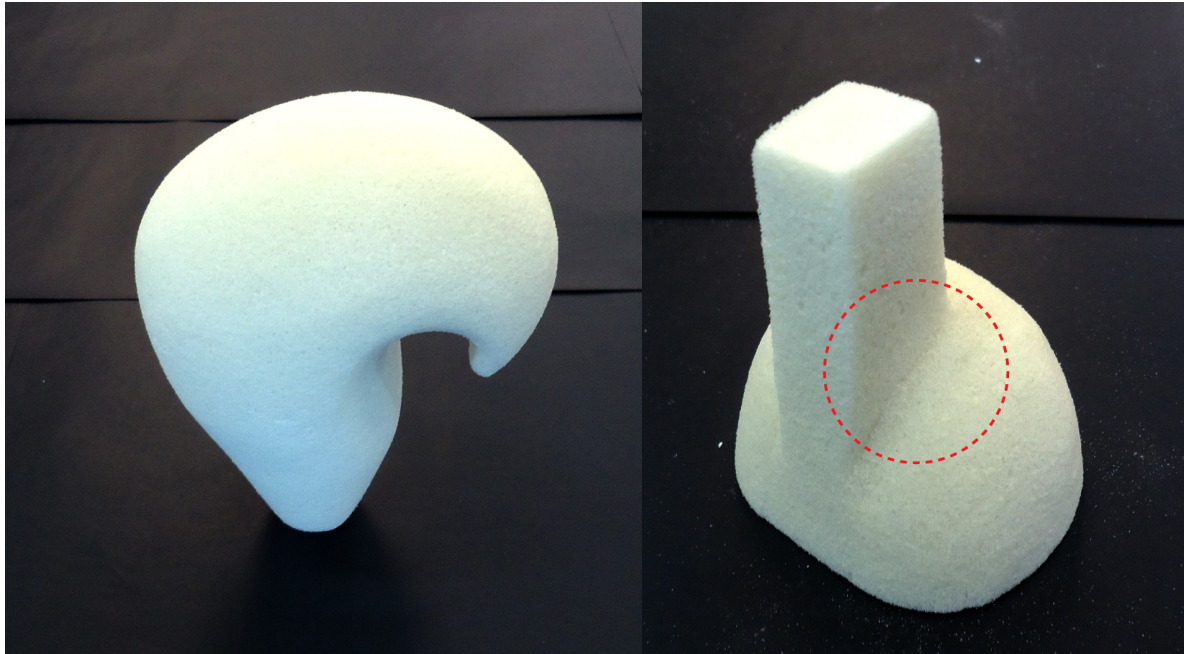


Fig. 29 e 30 – Modelos que ao serem realizados sofreram alterações de forma para correção de parâmetros de incidência física. Respectivamente de superfície de apoio e de encontro de geometrias.

FONTE: Acervo pessoal

3.3.2 Modelagem Virtual

Da modelagem virtual, o que se pôde observar num primeiro momento, foi o fato de apenas um dos alunos ter construído um modelo totalmente diferente do que havia sido feito em poliuretano, e no caso, o aluno que mais tinha domínio do software. Um outro caso foi que a aluna não conseguiu construir a forma, por ser uma forma extremamente orgânica. Esses dois casos evidenciam que a limitação do software se constitui como barreira à livre criação de idéias.

Pelo fato de que os softwares exigem medidas precisas, por exemplo, de arredondamento de arestas, os alunos têm uma tendência muito grande de colocar medidas exatas (1 mm, 2 mm, etc) que não necessariamente são as mais adequadas ao conceito no momento, mas muito provavelmente por serem exigidas pelo software para que se conclua a construção do modelo virtual, o devido cuidado e reflexão não são tomados.

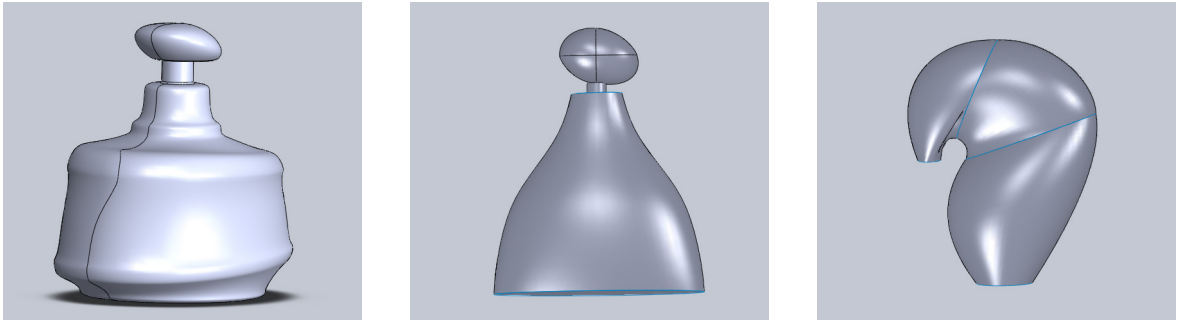


Fig. 31, 32 e 33 – Exemplos dos modelos virtuais gerados pelos alunos.
FONTE: Acervo pessoal

Entretanto, uma das vantagens do software é relativa à visualização da forma e obtenção de formas precisas e simétricas com muito mais facilidade do que seria obtido na modelagem manual. Conta a favor do software também o fato de que qualquer eventual correção de construção é facilitada nessa plataforma.

3.3.3 Conclusão

A grande dependência de fatores externos para a realização dessa investigação comprometeria todo o andamento da pesquisa, haja visto que a previsão era de que fossem realizados pelo menos três experimentos e foi possível concluir apenas um em dado período de tempo. Por isso os dados recolhidos dessa prática serão analisados assim como estão e não serão realizadas outras experiências como essa. Os resultados aqui obtidos serão analisados juntamente com a terceira parte da pesquisa, que diz respeito à realização de dinâmicas diferentes de geração de conceitos através das três formas de representação estudadas aqui: representação bidimensional, virtual e tridimensional física.

3.3.4 Reflexão

Alguns pontos observados nesse experimento têm potencial de estudo de interesse direto para a pesquisa e, portanto, serão estudados mais pontualmente e mais profundamente nas atividades seguintes. A questão da representação bidimensional, tridimensional, real e virtual será abordada, assim como as influências dos materiais e das técnicas utilizadas na concepção formal e a construção criativa como processo de projeto.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

Foram realizados outros experimentos de teste para a coleta de dados. Trata –se da participação em concursos de design para geração de diferentes conceitos, se utilizando da modelagem manual e virtual.

4.1 Designboom

O primeiro caso de teste foi realizado no tema de um concurso aberto para estudantes e profissionais do design, através do site [http:// www.designboom.com](http://www.designboom.com). O produto a ser projetado seriam maçanetas de portas residenciais ou públicas. O projeto foi baseado no método proposto por Ulrich & Eppinger no livro *Product Design and Development*.

4.1.1 Escopo

Projetar maçaneta de porta de interior residencial e/ou publico que se adeque as formas contemporâneas da arquitetura ambiente. Seguindo as seguintes diretrizes:

- Ser eco - compatível
- Sem styling excessivo-agressivo
- Formas compatíveis com manufatura
- Ter lado esquerdo e lado direito (dentro e fora)

4.1.2 Necessidades dos usuários

Os usuários desse produto não fazem parte de grupos específicos de usuários, o que faz com que seus desejos e necessidades sobre o produto sejam de caráter quase universal. Portanto, assumiram-se as seguintes necessidades e desejos:

- Pega confortável
- Pouco esforço

- Estética compatível com o ambiente
- Possibilidade de se abrir ou fechar a porta com o cotovelo, costas da mão, etc.
- Confirmação visual se a porta está trancada ou não
- Neutralidade e presença do objeto

4.1.3 Sub-problemas

Por se tratar de um produto de baixa complexidade técnica, optou-se pela decomposição do problema através da observação e análise das ações dos usuários ao invés do diagrama de fluxo de energia, materiais e sinais (como também é proposto).



Fig. 34, 35 e 36 – Investigação do uso e da pega das maçanetas.
FONTE: Acervo pessoal

4.1.4 Pesquisa externa



Fig. 37 a 42 – *Benchmarking* interno
FONTE: <http://www.colombodesign.it/>

Nesse momento foram pesquisados inúmeros tipos de maçanetas já produzidas. Desde as mais antigas até as mais recentes, certificando-se do reconhecimento da linguagem das maçanetas e evitando qualquer tipo de coincidência com soluções já dadas.

4.1.5 Pesquisa interna

4.1.5.1 Novos conceitos

Nesta fase que se prestou a experimentar as diferentes ferramentas para geração de conceitos. A ideia era de se testar diferentes dinâmicas:

- **Desenho à mão + modelagem manual**

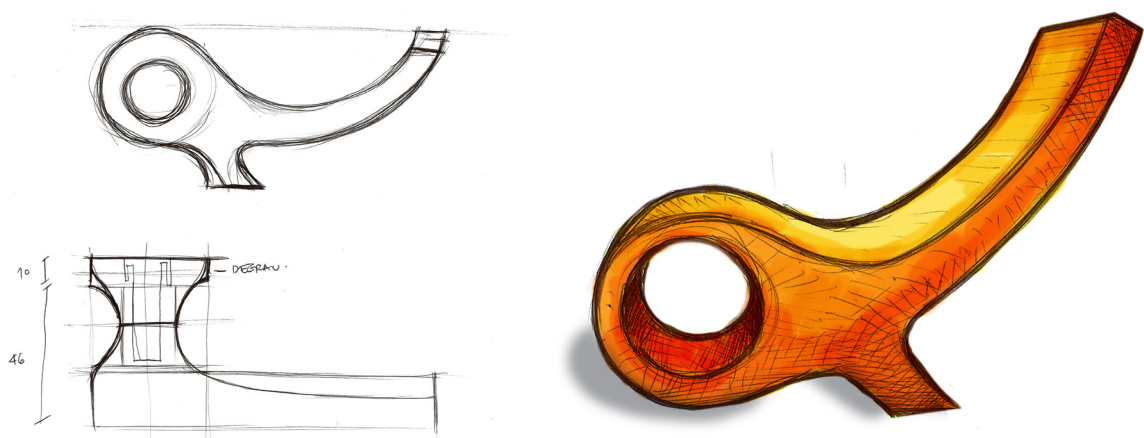


Fig. 43 e 44 – Conceito gerado a partir do desenho a mão
FONTE: acervo pessoal

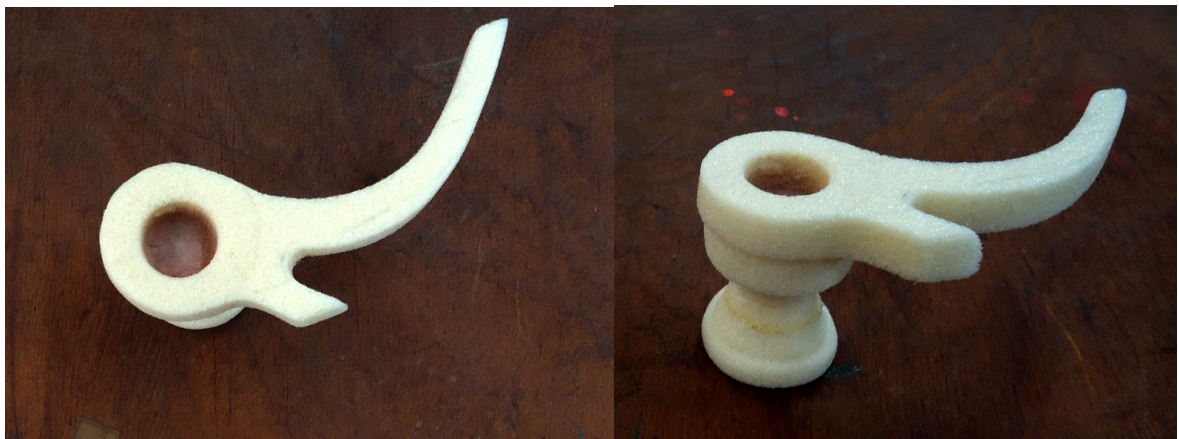


Fig. 45 e 46 – Modelo tridimensional do conceito gerado
FONTE: acervo pessoal

- **Desenho à mão + modelagem virtual**

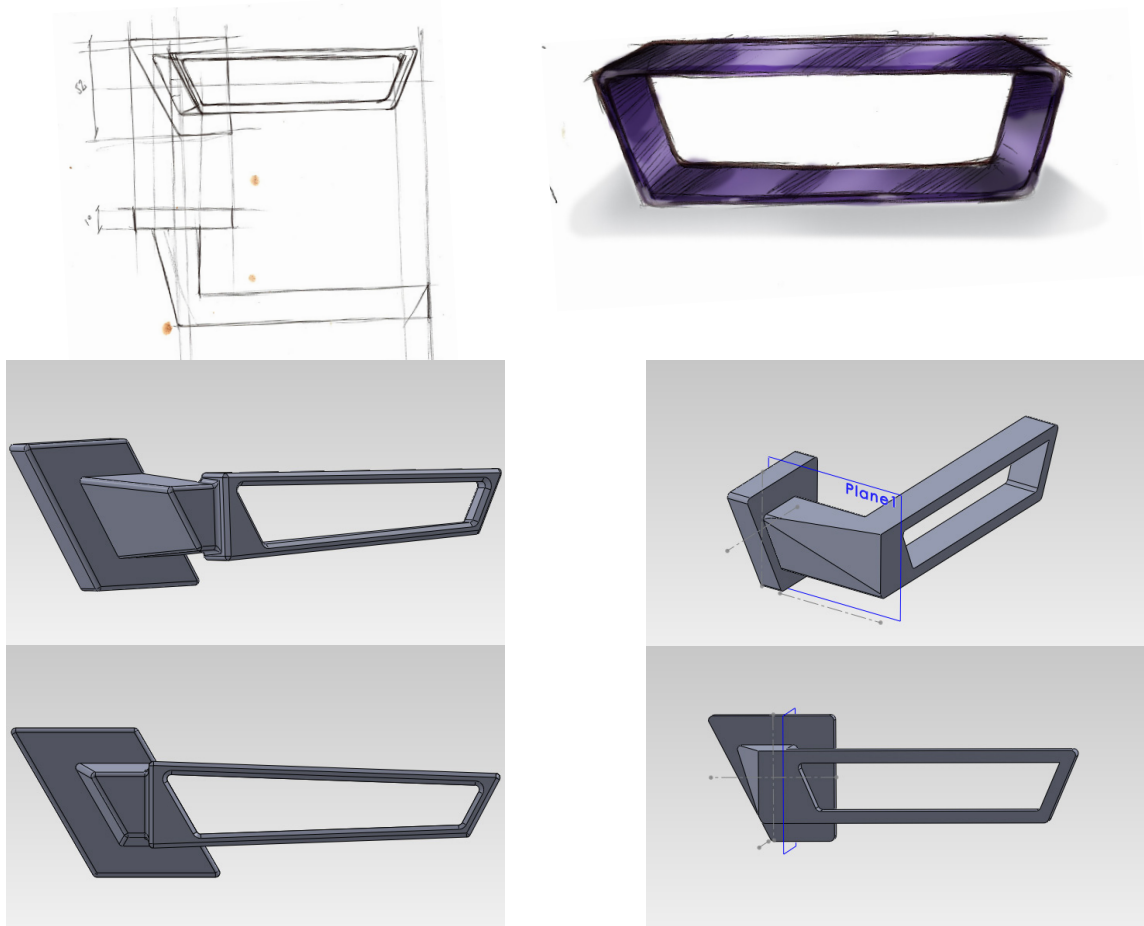


Fig. 47 a 52 – Conceitos representados em papel e depois modelados virtualmente.
Durante a modelagem virtual surge a criação de um conceito derivado.
FONTE: acervo pessoal

- **Modelagem manual + modelagem virtual**

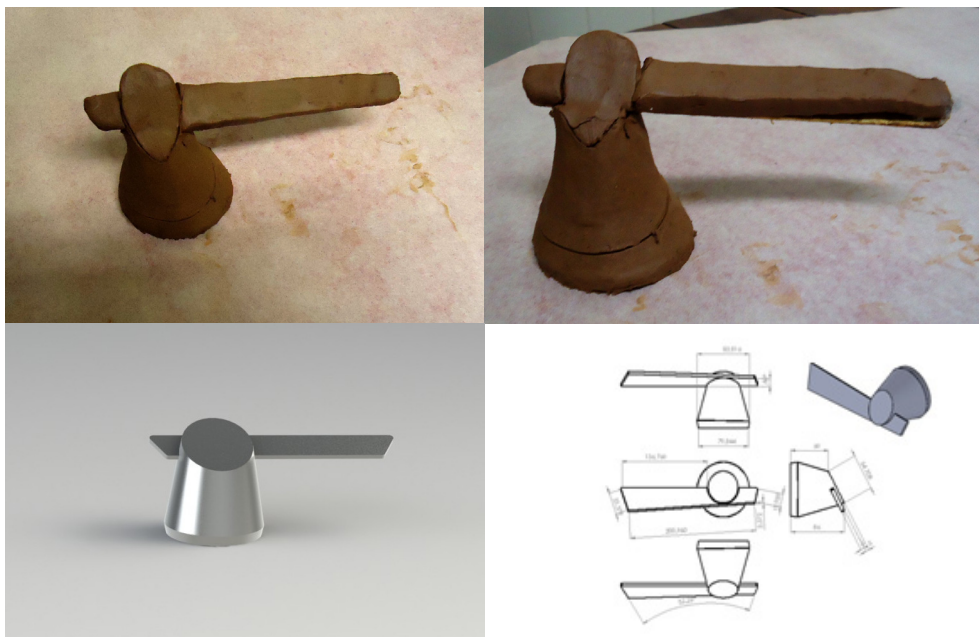


Fig. 53 a 56 – Imagens do conceito gerado a partir da modelagem em argila e posterior modelagem em software 3D. FONTE: acervo pessoal

- **Modelagem manual + desenho à mão**

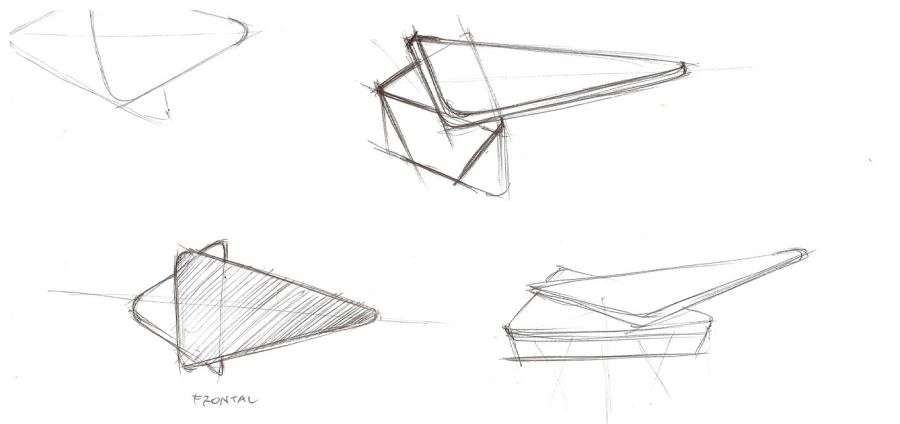
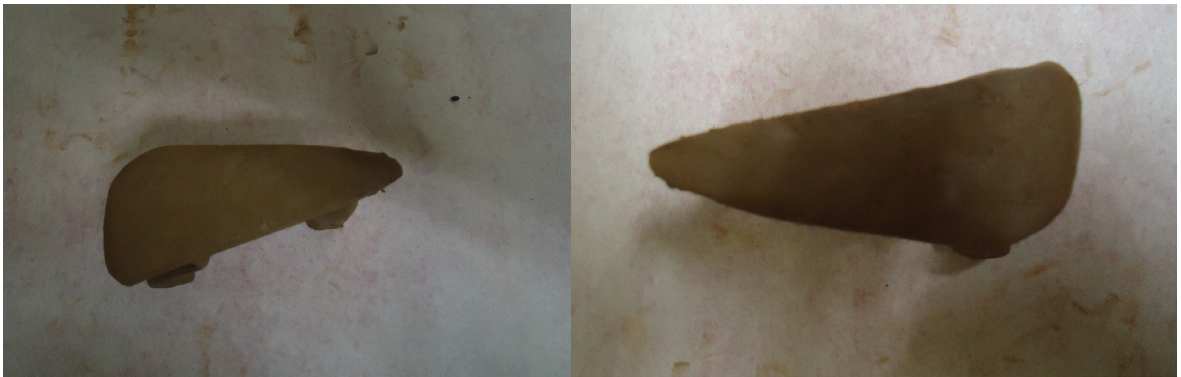


Fig. 57 a 59 – Conceito gerado a partir do manuseio da argila e posterior representação bidimensional.
 FONTE: acervo pessoal

- **Modelagem virtual + modelagem manual**

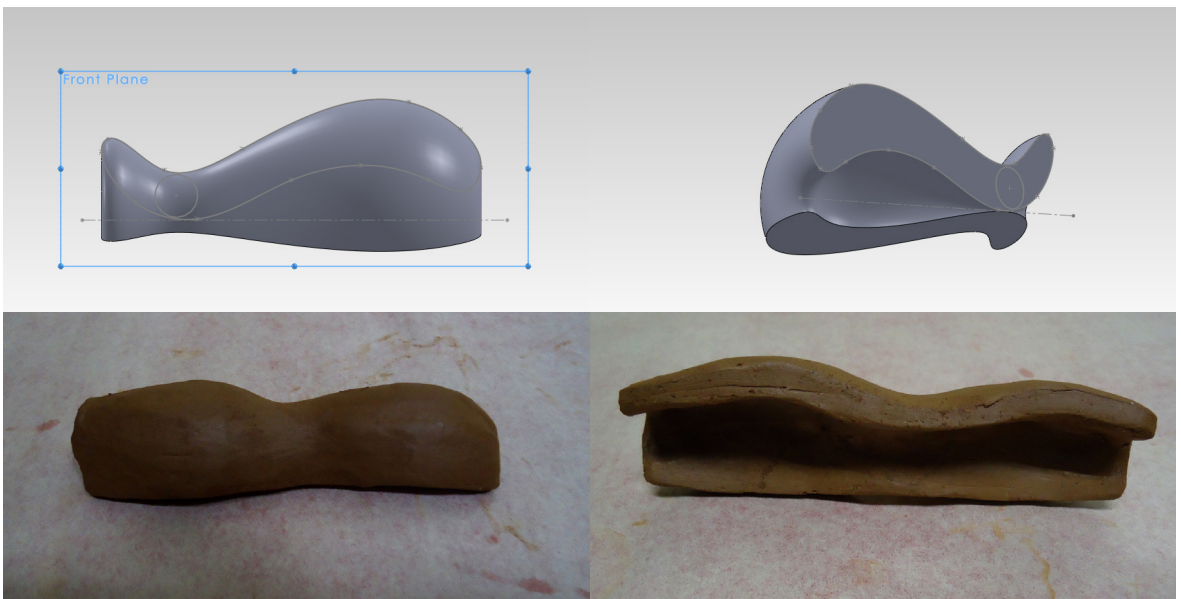


Fig. 60 a 63 – Conceito desenvolvido virtualmente e depois modelado em argila.
 FONTE: acervo pessoal

- **Modelagem virtual + desenho à mão**

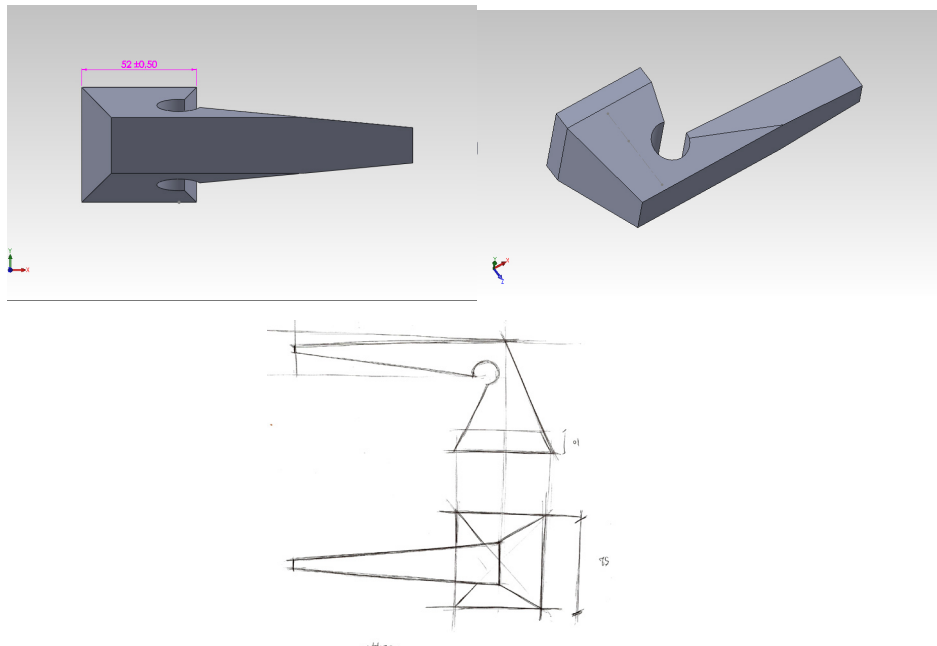


Fig. 64 a 66 – Conceito modelado no software 3D e depois desenhado a mão.
 FONTE: acervo pessoal

4.2 Volkswagen

4.2.1 Escopo

O concurso Talento Volkswagen Design 2011 convocou estudantes de design para o projeto de um veículo urbano popular para ser utilizado no ano de 2021, que deveria satisfazer a pergunta: “Como será o carro mais amado do Brasil em 2021?”.

O estudante poderia concorrer às categorias *Shape* e *Color&Trim*. A primeira categoria tratava dos conceitos estéticos do produto aliado à sua funcionalidade e necessidade dos consumidores, enquanto que o segundo se dirigia à elaboração do acabamento interno do veículo e sua interação direta com o consumidor, através dos acessórios, tecidos, materiais, etc.

Nesse caso, a categoria escolhida foi a *Shape* pela maior facilidade de se associar com o trabalho manual e de produção de modelos.

4.2.2 Referências

Foram coletadas imagens de modelos de carros antigos e novos para servir de inspiração para o projeto novo. Esse levantamento de dados se baseou principalmente na tentativa de se cruzar informações sobre os veículos mais populares de determinadas épocas do mesmo fabricante do organizador do concurso, a Volkswagen. Entretanto, outros modelos e marcas de carro também foram selecionados para que se abrisse ainda mais o leque de possibilidades de criação e geração de alternativas.



Fig. 67 a 78 – Exemplos de referências levantadas para geração de alternativas.
FONTE: pesquisa na internet.

4.2.3 Geração de alternativas



Fig. 79 a 81 – Imagens iniciais do andamento da oficina.
FONTE: acervo pessoal.

O passo seguinte após o levantamento de informação foi o desenvolvimento de conceitos. Decidiu-se nesta etapa, a princípio, trabalhar os modelos dos veículos a partir do plano da folha de papel. A ideia original era de se investigar a influência que a seleção dos materiais e técnicas que serão utilizados para a confecção dos modelos-conceitos tem sobre o resultado formal final.

Um modelo em escala reduzida de um carro de brinquedo foi desmontado e seu chassi e suas rodas foram reaproveitados para funcionar como base estrutural das alternativas que seriam geradas. A partir de então, tiras de papel sulfite foram recortadas e coladas a essa base com fita adesiva. Essa construção do modelo seguiu um modelo de pensamento que fez bastante uso da imaginação e da inventividade, pois a investigação das possibilidades de dobras e cortes tem um caráter absolutamente experimental, já que não faz referência a nenhum modelo pré-concebido. Isso quer dizer que, ao se tentar dar a forma imaginada ao papel, o manuseio do próprio papel, da tesoura, do vincador e da fita adesiva, constantemente enviavam sinais das resistências e das possibilidades daquela situação que deveria ser reavaliada e reinterpretada.



Fig. 82 a 87 – Imagens do desenvolvimento do conceito.
FONTE: acervo pessoal.

Justamente, estes obstáculos encontrados, davam novos direcionamentos quanto à construção da coisa em si, que levou a um resultado formal final diferente de tudo que se possa ter imaginado até então.

Esse caminho exigiu que decisões importantes (operacionais) fossem tomadas já durante o processo de construção e que, ao mesmo passo que não permitia uma preconcepção da alternativa final, dava espaço para a improvisação e para uma modelagem mais espontânea, aparentemente sem propósitos.

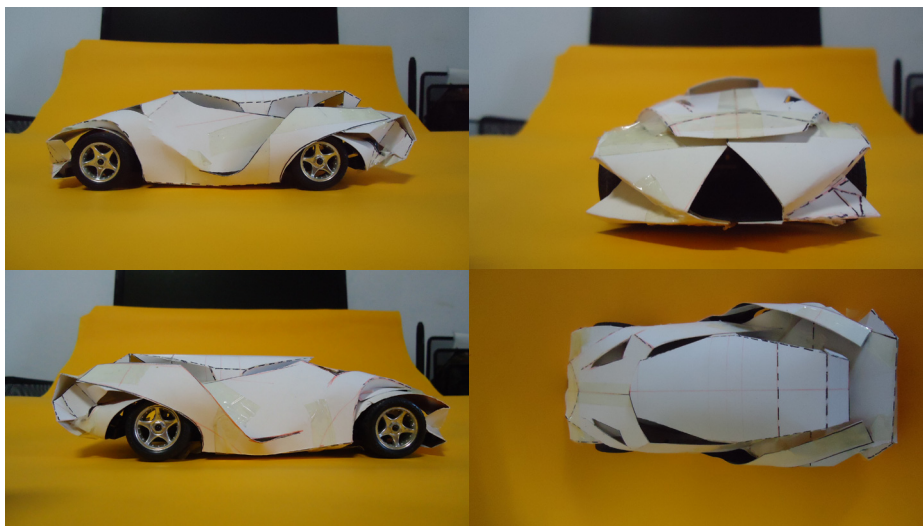


Fig. 88 a 91 – Imagens do desenvolvimento do conceito.
FONTE: acervo pessoal.

Tendo isso em mente, a intenção inicial de se obter um modelo-conceito de um veículo popular, não se realizou conforme o esperado. Tal descompasso pode ser conferido na figura 97, onde o conceito se aproxima muito mais de um carro de corrida futurista, do que um carro feito para famílias se locomoverem nas cidades.

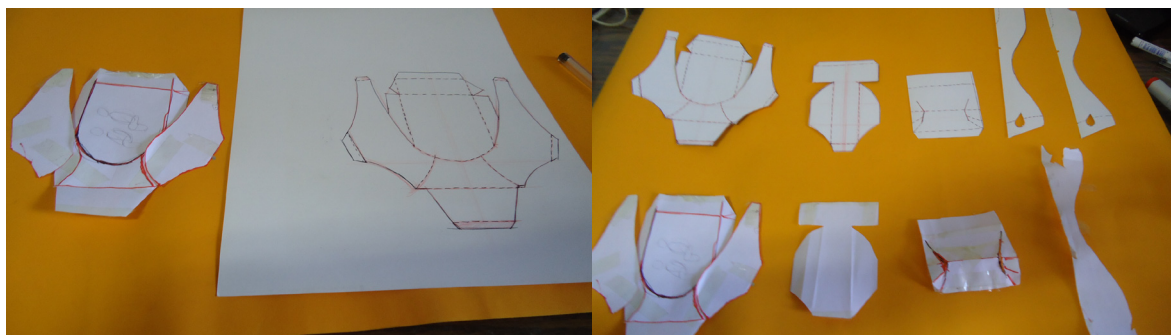


Fig. 92 e 93 – Imagens do refinamento do conceito.
FONTE: acervo pessoal.

Ao final dessa primeira aproximação formal, passou-se a tratar do refinamento da geometria do plano que constituía a carroceria. O plano foi redesenhado, corrigido e ajustado de acordo com as observações feitas a partir do primeiro modelo em papel mais rígido (papel cartão duplex).

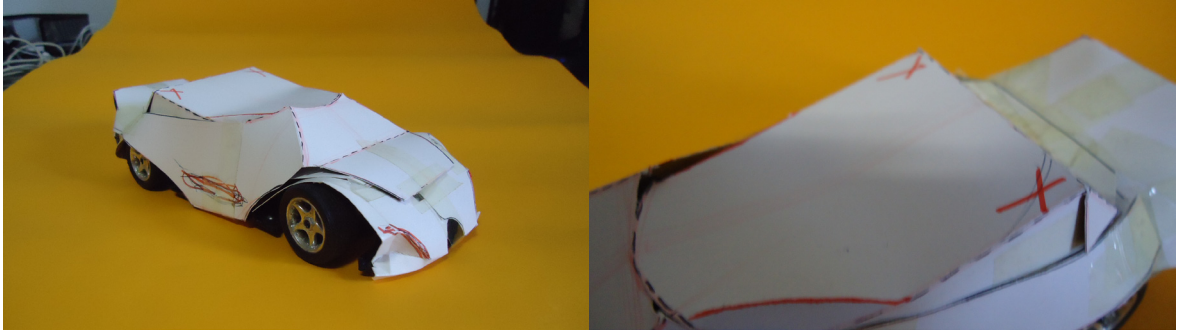


Fig. 93 e 94 – Marcação no modelo para posterior reajuste.
FONTE: acervo pessoal.

Após a remontagem, outros ajustes foram marcados com caneta vermelha no modelo para posterior reajuste. Nesse processo, o que mais chamou a atenção foi o fato da ambiguidade se mostrar cada vez mais presente, forçando ainda mais a necessidade de se pensar sobre procedimentos de transformação do papel que não traziam clareza quanto ao resultado final, e que, na maioria das vezes, eram irreversíveis, mas que de maneira alguma deveriam ser ignorados. Esse aspecto levou o processo de refinamento a um concomitante estado de ampliação das possibilidades formais que o papel em associação com a tesoura e as outras ferramentas estava proporcionando.

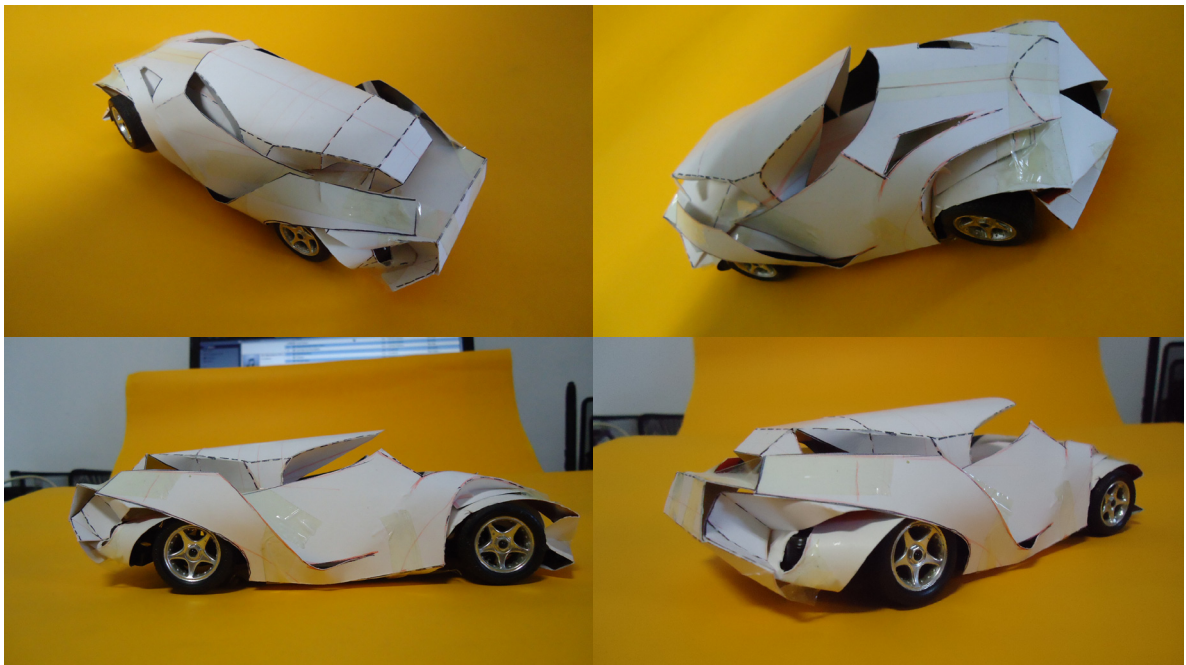


Fig. 95 a 98 – Forma final do modelo em papel cartão duplex.
FONTE: acervo pessoal.

O padrão estético do resultado final carrega características do processo pelo qual passou a construção do conceito. As linhas secas e definidas, os ângulos agudos e duros revelam características dos materiais e das técnicas utilizadas nessa construção, dados que definem o objeto como um conjunto formal coerente e condizente com os recursos utilizados.

Para se definir com mais clareza o grau de influência dos materiais e processos na definição formal do objeto, outro experimento foi conduzido de maneira a se gerar alternativas através do uso de outro material e de outras técnicas.



Fig. 96 e 97 – Desenvolvimento de outro conceito em poliuretano.
FONTE: acervo pessoal.

Nesse segundo momento, a espuma de poliuretano expandida foi utilizada para a criação do conceito. Por se tratar de um procedimento subtrativo de matéria, a necessidade de se definir elementos, linhas e limites são essenciais para o uso das ferramentas de desgaste e corte sobre a matéria, e por isso, é que o traço e o desenho têm papel fundamental na definição formal dos modelos que se utilizam desse material e técnica.

O traço é quem dá as diretrizes para a ação das ferramentas, impondo-lhes limites e definindo o grau e intensidade da ação dessas ferramentas.



Fig. 98 e 99 – Desenvolvimento de outro conceito em poliuretano.
FONTE: acervo pessoal.



Fig. 100 e 101 – Refinamento e reajustes no modelo.
FONTE: acervo pessoal.

Os resultados parciais também são constantemente reavaliados e reajustados como no experimento anterior, mas neste caso, o desenho realizado no próprio material dá indícios muito mais tangíveis do resultado final das operações, reduzindo drasticamente o efeito da improvisação e da modelagem espontânea, e que, dependendo do projeto, pode ser benéfico ou não para o projeto.

Os resultados formais parciais se assemelham muito mais à imagem gerada na cabeça, dando menos espaço à transformação espontânea, aproximando-o muito mais aos padrões pré-definidos de veículo popular de transporte urbano.

Cabe lembrar que nesse caso, em comparação com o anterior, o fato de se tratar de um processo de subtração de material, as transformações e operações realizadas são irreversíveis, no entanto, a linguagem do material permite que essas decisões sejam mais controladas, já que se tem uma percepção maior dos passos subsequentes.

Numa fase de maior definição de detalhes ocorre pouca alteração no formato geral.



Fig. 102 a 105 – Refinamento e reajustes no modelo.
FONTE: acervo pessoal.



Fig. 106 – Aparência final do conceito feito em poliuretano
FONTE: acervo pessoal.

A terceira parte desse experimento tratou da geração de alternativas na modelagem virtual. Nessa parte, também houve a necessidade de se partir da representação bidimensional, que foi feita através do desenho a mão.

Essa necessidade de uma primeira representação mais direta e mais rápida se deu por dois fatos principais: a falta de vínculo do software com qualquer tipo de materialidade e a exigência do sistema de construção do programa por definições e dados construtivos precisos.

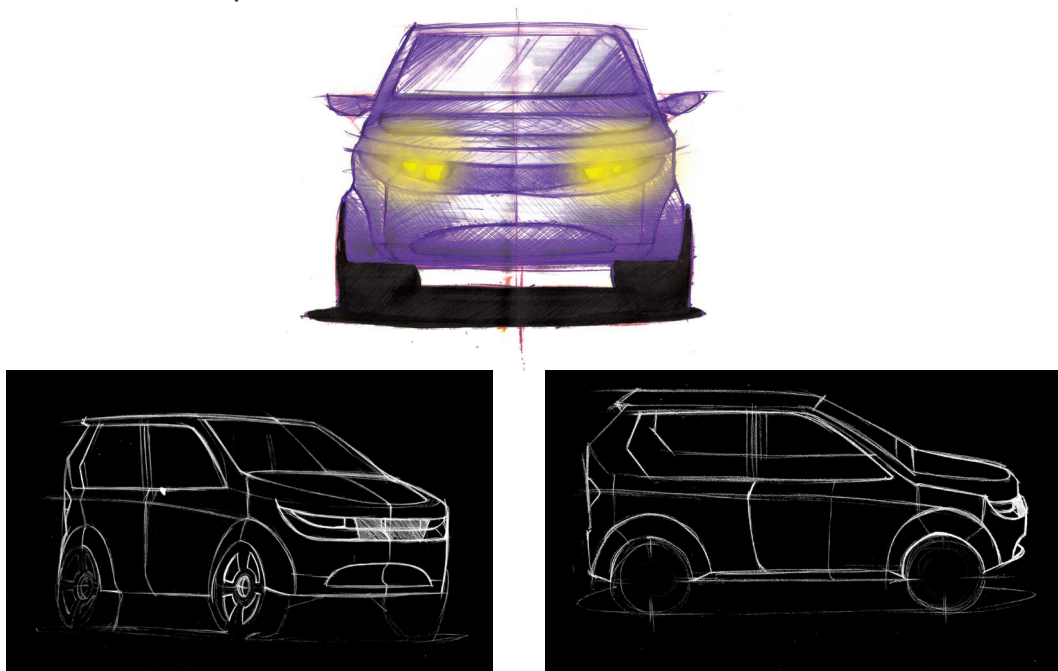


Fig. 107 a 109 – Hand-sketches das vista frontal, lateral e perspectiva do terceiro conceito criado.
FONTE: acervo pessoal.

Foi feita então a modelagem do conceito no software de modelagem 3D, SolidWorks 2009. O nível de detalhamento alcançado com a modelagem serve apenas para a compreensão do resultado final como um produto conceito, não houve, então, a necessidade de detalhamentos técnicos exigidos na manufatura.

Esse foi o caso em que mais se conservou os aspectos da ideia inicial no resultado final. Apesar das imagens da modelagem virtual não apresentarem o mesmo impacto visual que o desenho a mão oferece, em virtude do fato das imagens não terem sido tratadas e nem renderizadas, elas apresentam aspectos formais bem consistentes do produto final, mas com pouco ou nenhum traço de inventividade e imaginação em relação à ideia original.

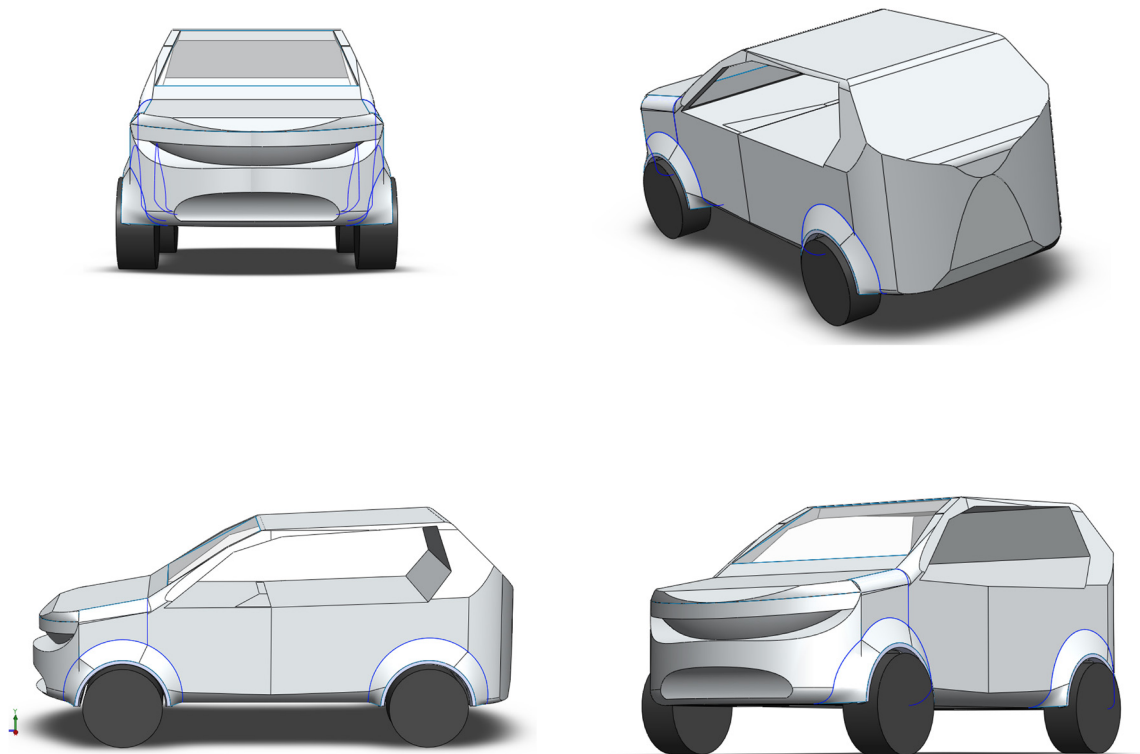


Fig. 110 a 113 – Imagens da modelagem virtual do conceito gerado à mão.
FONTE: acervo pessoal.

4.3 Conclusão

Estes experimentos forneceram uma perspectiva mais clara e objetiva dos aspectos influenciadores que os materiais e as técnicas exercem sobre o resultado formal final dos produtos, quando não são usados puramente como elemento representativo, mas principalmente como geradores de ideias alternativas e conceitos.

Fica evidente que a matéria prima utilizada fornece e influencia os aspectos físicos finais dos conceitos, emprestando-lhes muitas de suas características. Essa informação revela a importância da utilização de diferentes materiais de diferentes naturezas quando a modelagem física é utilizada para esses fins. As ferramentas, os processos e as técnicas utilizadas se referem à maneira pela qual se chegará a determinado resultado, e por isso também contam a história das características das matérias utilizadas.

No caso específico da modelagem virtual, a inexistência de uma materialidade, deixa de proporcionar ao designer uma noção de existência real da coisa projetada. É um exemplo de uma modelagem em que não existe relação com a realidade da transformação da matéria. Mesmo no caso em que alguns softwares se utilizem de nomenclaturas recorrentes no universo das transformações materiais, tais como extrusão, corte revolucionado, varredura, fresamento, etc, essa referência é apenas no sentido do entendimento das operações, e não há simulação da resposta física sinestésica de transformação da matéria.

Essa prática desvinculada de materialidade é que provoca essa desconexão entre a simulação e a realidade, pois, tal tecnologia não compreende, e, portanto, não substitui a necessidade da experiência sensitiva, sinestésica. Por exemplo, o conforto não pode ser simulado em software algum, principalmente sem a presença do ser humano em contato direto com o ambiente. Os objetos físicos do mundo real, tem um peso, uma textura, uma superfície, enfim, características que não são passíveis de serem expressas somente através da visualidade.

5. APLICAÇÃO PRÁTICA CONSTRUTIVA

5.1 Móveis Campo

Paralelamente à pesquisa deste trabalho, surgiu a oportunidade de se desenvolver uma série de modelos em escala para uma família de objetos. Esses produtos, em escala real, são assentos estofados, espécie de conjunto de bancos para arquitetura de interior. São constituídos por cinco módulos diferentes de hexágonos irregulares, nos quais, as faces desses objetos se encaixam entre si, permitindo diferentes composições. Essa linha de móveis se chama CAMPO e foi desenvolvida pelo escritório de design de produtos ,OVO, situado em São Paulo e chefiados pelos sócios Luciana Martins e Gerson de Oliveira.

5.1.1 Análise do problema



Fig. 114 – Imagens dos móveis dos Campo
FONTE: Fotografia: Cassio.

Os móveis da linha CAMPO funcionam de acordo com uma composição de diferentes módulos, e devido a sua escala, o manuseio das peças para o possível estudo de leiaute é impraticável, pois as peças são relativamente pesadas para manipulação individual e de difícil mobilidade. O estudo feito no plano bidimensional, através do uso do papel, também é deficitário pois restringe a visualização e a percepção do espaço e montagem.

Os clientes e arquitetos alimentam, então, essa demanda por uma solução mais prática para se chegar a um arranjo que satisfaça as condições de espaço, uso, estética, etc. E é do interesse da empresa que essa demanda seja reconhecida e vencida.

5.1.2 Alternativas do problema

O encaminhamento dado para a solução deste problema foi a produção de modelos em escala que permitisse a manipulação fácil. Discutiu-se nessa etapa se os modelos deveriam ter referência de acabamento ou não, e optou-se por deixá-los apenas como estudo de leiaute, pois se a intenção fosse de se estudar o acabamento, todos os cinco módulos deveriam ter acabamento em laca, madeira laminada ou estofamento, o que aumentaria muito a complexidade dessas maquetes.

O primeiro passo diz respeito à escala adotada. Foram produzidos diferentes exemplos de apenas um dos módulos em diversas escalas. Eles foram feitos em espuma de poliuretano expandido, sem acabamento. De todas as escalas produzidas, a que se mostrou mais coerente, em termos de percepção do espaço e de manuseabilidade, foi a de 1:10.

O passo seguinte foi o planejamento da produção dessas peças. A partir de uma retrospectiva mental sobre as técnicas de moldagem e da demanda quantitativa e qualitativa das peças, optou-se por produzir fôrmas de silicone com “cama de gesso” para retirada de moldes em resina de poliéster. Originariamente, as matrizes ou modelos-mestre seriam feitas em madeira maciça, mas a textura da madeira seria um inconveniente para a matriz.

5.1.3 Procedimento

A partir da disponibilidade de materiais na ocasião, decidiu-se por realizar o modelo mestre em placas de acrílico de 5 milímetros sobrepostas e coladas.

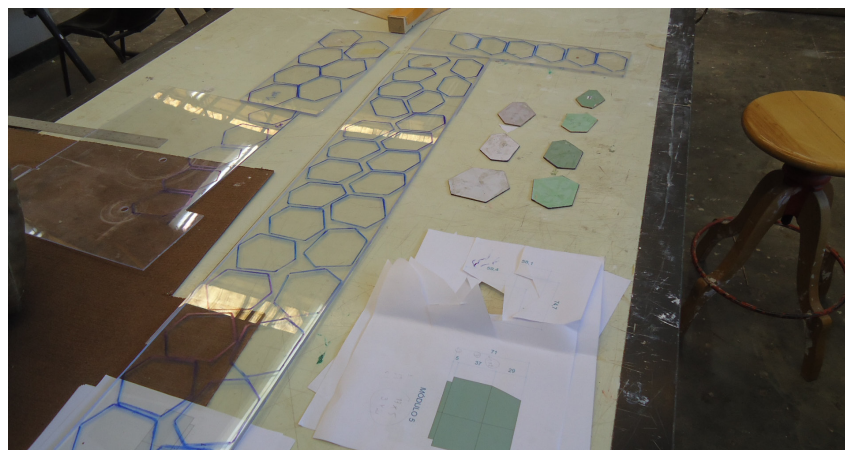


Fig. 115 – Imagens das marcações das peças de acrílico para posterior corte e confecção do modelo.
FONTE: Acervo pessoal

Desenhou-se a forma das peças com tolerância de 2 mm para posterior corte em serra de fita e colagem com cola para acrílico, B-25. Acabamento com lixas grossas, lixas finas, lixa d'água e polimento.

O resultado final mostrou uma variação de mais ou menos 1 mm nas dimensões, o que configura uma distorção aceitável para o propósito dado.



Fig. 116 – Quatro das cinco matrizes feitas em acrílico dos módulos.
FONTE: Acervo pessoal

Deu-se então início ao procedimento de feitura das fôrmas. A plastilina foi utilizada como meio de isolamento transitório, para que fosse vertida a borracha de silicone sobre a peça. O sistema foi colocado em uma mesa vibratória improvisada – serra circular com a serra recolhida.

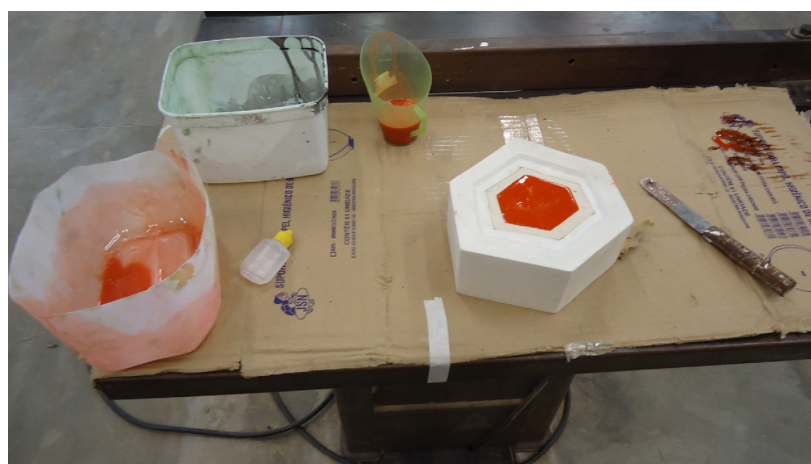


Fig. 117 – Fundição do módulo 1 em resina de poliéster com pigmentação opaca sobre mesa vibratória improvisada.
FONTE: Acervo pessoal

Realizada a pele de borracha de silicone, foi feita a cama de gesso que se prestava a assegurar que o silicone não deformesse quando a resina fosse vertida.

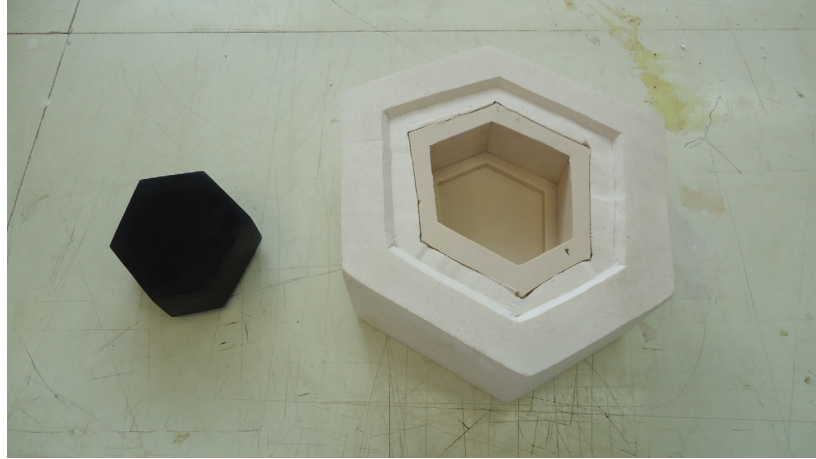


Fig. 118 – Fôrma e molde do módulo 1.
FONTE: Acervo pessoal

A primeira fôrma, do módulo 1, foi feita posicionada na posição natural, com o rebaixo da peça para baixo. Desse modo, as eventuais bolhas de ar formadas na resina sobem para a superfície da peça. A necessidade de se obter um molde com a superfície superior com um nível aprimorado de acabamento direcionou a confecção das outras fôrmas em outra direção.

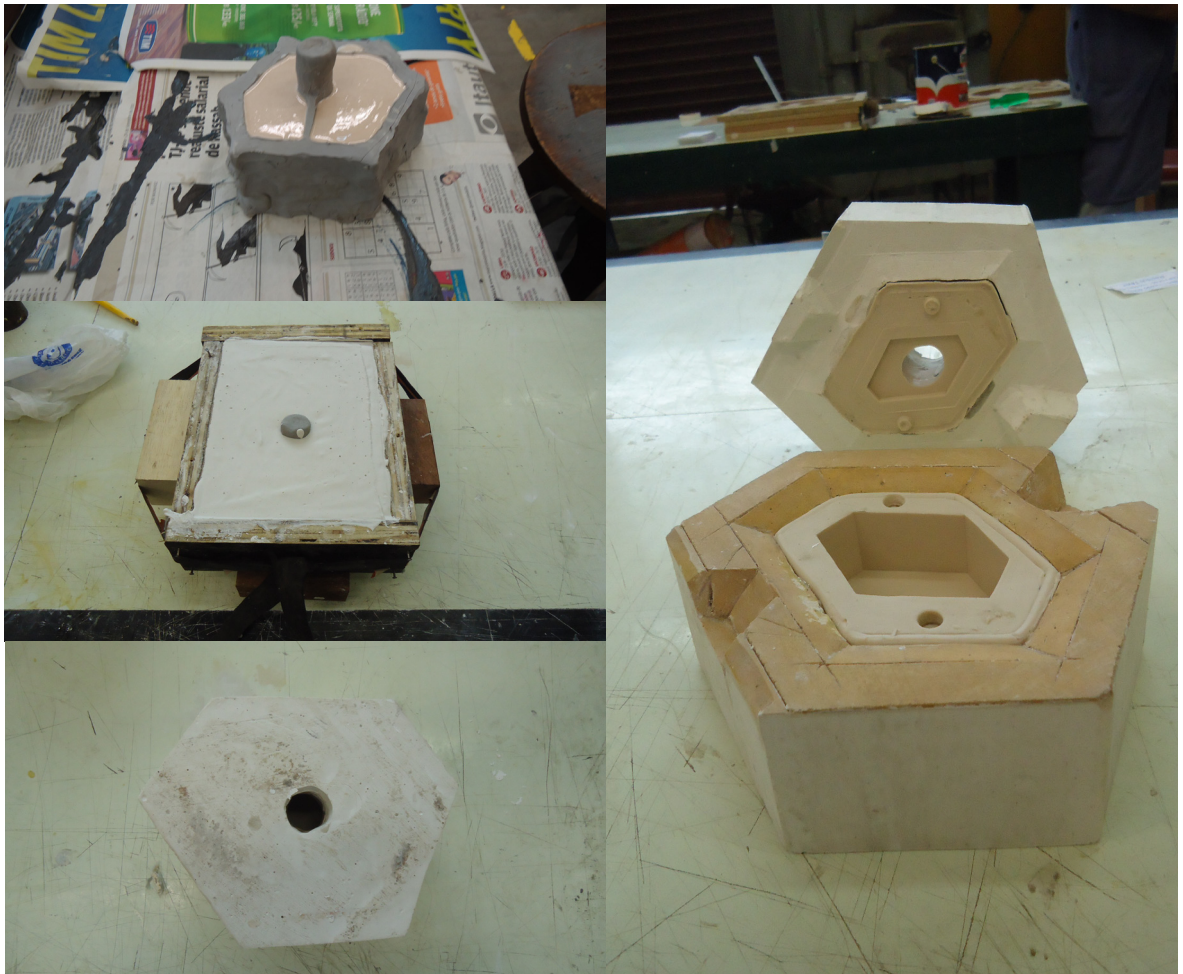


Fig. 119 a 122 – Etapas da realização da fôrma do Módulo 2.
FONTE: Acervo pessoal

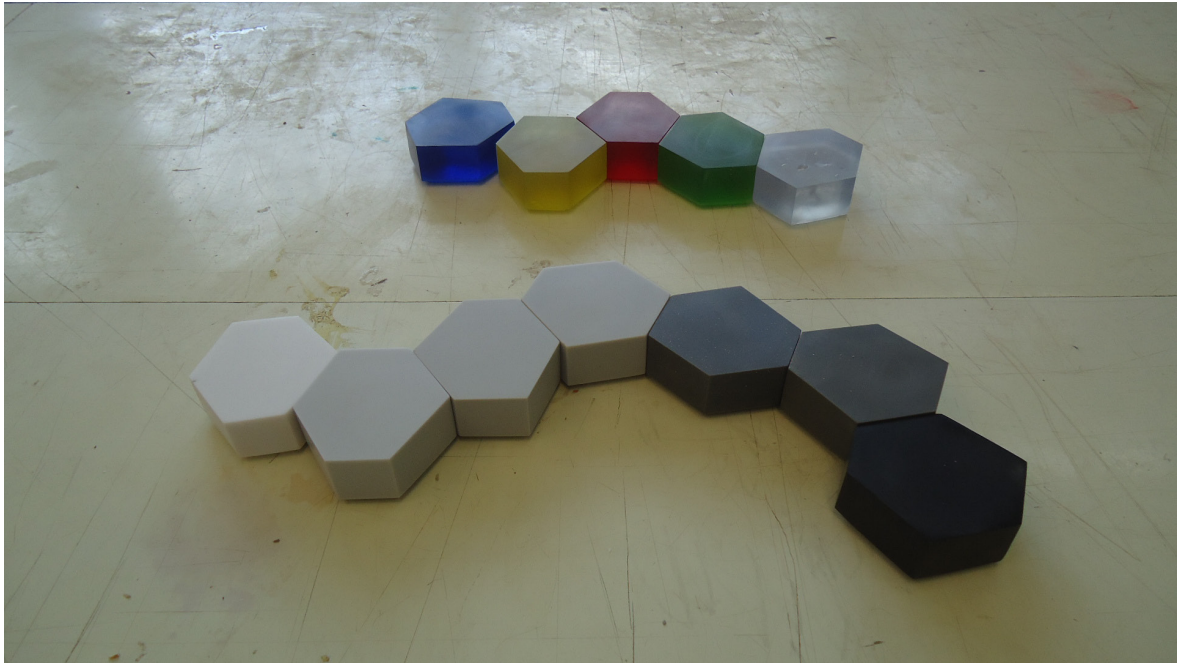


Fig. 123 – Teste de cores feito com diferentes pigmentos adicionados à resina, no módulo 1.
FONTE: Acervo pessoal

Antes, foi realizado o teste de cor com a resina. Utilizou-se o pigmento em pasta, que garante uma superfície opaca de diversas cores e o pigmento líquido que garante certo grau de translucidez na peça. As cores escolhidas, por não terem relação com o acabamento do produto na escala natural, foram escolhidas de maneira que não tirassem a atenção do estudo da composição.

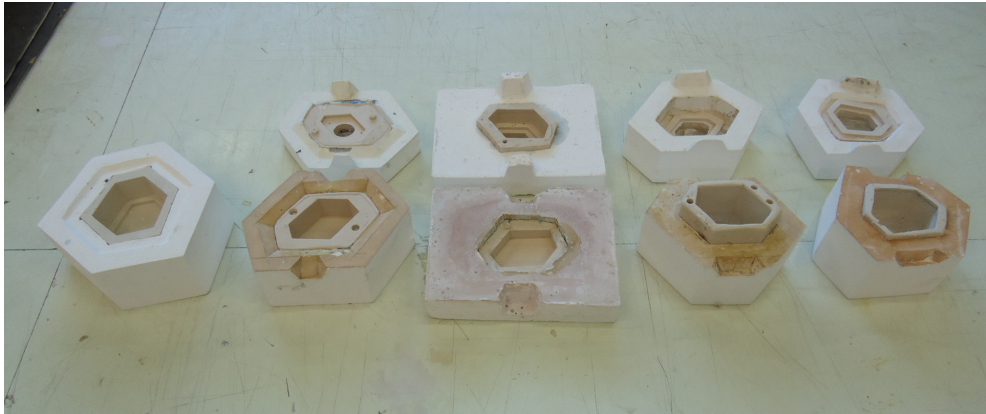


Fig. 124 – Todas as fôrmas realizadas para cada módulo.
FONTE: Acervo pessoal

5.1.4 Avaliação das alternativas

Foram então realizadas outras duas fôrmas bipartidas. A melhor opção ficou no sistema bipartido de corpo e tampa. Esse esquema foi aplicado nas demais fôrmas, e seu sucesso se dá principalmente porque permite a formação de bolhas na parte de baixo do molde, pouco visível na manipulação de estudo. Outros aprimoramentos foram adicionados à medida que as outras fôrmas eram feitas, como por exemplo, aumento da área de entrada de material, redução do peso da fôrma e tratamento das superfícies para preservação da vida-útil da mesma.

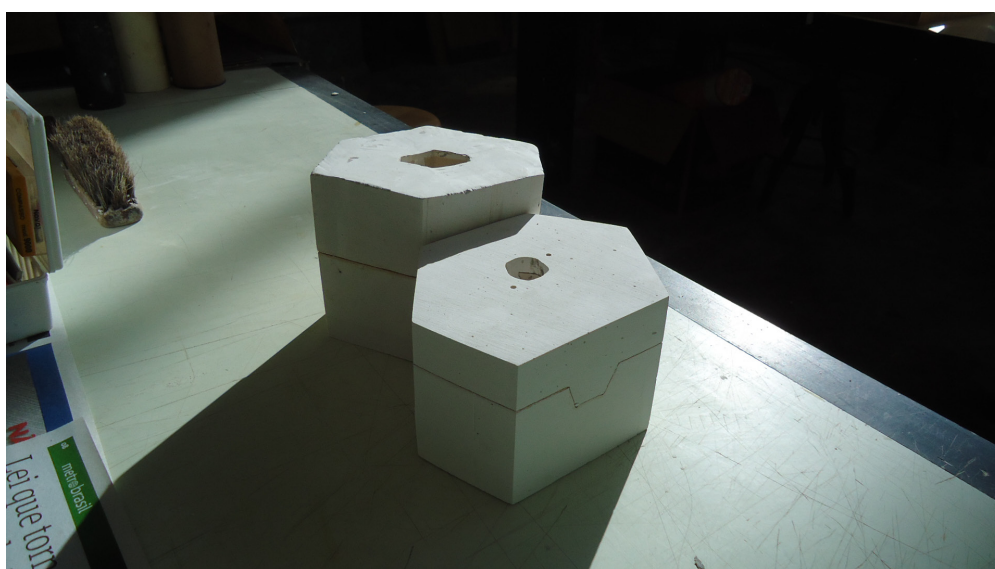


Fig. 125 – Esquema de fôrma escolhido para se levar adiante o projeto.
Fôrmas bipartidas, corpo e tampa, rebaixo para cima.
FONTE: Acervo pessoal

Com essa solução, garantiu-se que a quantidade de esforço necessário para o acabamento superficial fosse o menor possível nessas condições. O acabamento se resumiu ao lixamento com lixa d'água, e polimento com massa de polir na politriz.



Fig. 126 – Resultado final das peças, depois do acabamento e polimento.
FONTE: Acervo pessoal

6. CONCLUSÃO

Ao final de todos os experimentos foi possível de se fazer aproximações entre os universos práticos e teóricos a partir daquilo que foi levantado e experienciado. Uma leitura concomitante durante o processo prático ajudou a elaborar melhor os pontos de vista dessas conclusões: O Artífice, do sociólogo americano Richard Sennett. Nesse livro, o autor elabora de maneira coesa as relações entre o trabalho manual e a ética a partir da máxima “fazer é pensar” e levanta questões relevantes a respeito da história do trabalho manual e suas implicações nas transformações sociais ao longo do tempo.

Ainda, foram realizadas visitas à fábrica da produtora e comercializadora de móveis, Artefacto, à marcenaria Prospectus e ao Laboratório de Design Industrial do Senac. As informações obtidas com essas investigações também foram cruciais para realização desse estudo. As imagens podem ser conferidas no DVD anexo ao relatório.

6.1 Observação da experiência

A observação da experiência ou a atenção ao ato de se fazer alguma coisa revela um dado importantíssimo da ordem do raciocínio humano, e é aplicado praticamente a tudo que o homem transforma. Existe uma sequência de atividades, uma ordem e um planejamento que deve estar presente em todo ato de se fazer.

O primeiro passo é a compreensão dos princípios dos elementos do sistema, tais como os materiais que serão utilizados, as condições físicas do contexto, reações químicas, operações de transformação, ferramentas disponíveis, etc.

Em segundo lugar ocorre o planejamento das atividades a serem realizadas. Quanto mais horas trabalhando com determinado processo, mais rápido e detalhado será esse planejamento das atividades necessárias, contando inclusive com os eventuais contratempos que possam vir a ocorrer (e que muito provavelmente ocorrerão).

A terceira etapa é o da execução das atividades em si, o processo. É nessa etapa que ocorre a improvisação ou as eventuais correções de trajetória que

foram desviadas do planejamento prévio. Esse reajuste só é possível devido aos fundamentos compreendidos no primeiro passo. O entendimento dos materiais, ferramentas e condições do sistema é que vai proporcionar o surgimento de ideias alternativas para a superação de cada obstáculo.

Isso tudo se assemelha muito com o que foi discutido no começo da pesquisa a respeito dos métodos de design – levantamento de informações, planejamento e execução- e não é de se espantar, afinal, esses métodos foram baseados em princípios cognitivos também.

Essas três etapas não ocorrem exatamente descompassadas umas das outras. Elas estão ocorrendo constantemente e simultaneamente à medida que se está pensando e agindo. Simplesmente porque não se pode compreender toda complexidade dos sistemas sem o uso dos sentidos. Eles é que fornecerão a quantidade de informação necessária para que se possa compreender e então agir sobre o sistema que se deseja transformar. E muitas dessas informações são obtidas somente através da interação física dos elementos do sistema com o homem. Essa interação física tem seu maior grau de recepção e acuidade durante a realização das tarefas e das atividades, da manipulação dos objetos, da transformação manual, da tactilidade utilizada para se distinguir texturas, superfícies, da percepção do peso, enfim de toda tangibilidade.

Dada a importância dos sentidos para a realização de atividades, a omissão de informações captadas por esses canais – como ocorre no uso de softwares 3D que apenas simulam atividades- resultará consequentemente numa atividade que simplesmente não apresenta, como resultado final, uma coesão construtiva holística. De alguma maneira, consciente ou inconsciente, percebemos que falta algo muito grave naqueles produtos construídos sem essa devida consideração – muitas vezes percebemos isso muito tarde, outras vezes essas falhas são mascaradas pela exacerbação de alguns valores culturais e sociais, mas um olhar mais crítico sobre os objetos que nos cercam os denunciariam como frutos de um pensamento incompleto.

6.2 Trabalho manual

O desenvolvimento do trabalho manual está relacionado, quase que sempre, aos calos, feridas e machucados. É também o sinal do desenvolvimento de uma

capacitação. Charles Bell, em 1833, sustentou através de várias experiências que o “cérebro recebe do toque das mãos informações mais confiáveis do que as imagens recebidas pelo olho – cedendo este com muita frequência a aparências falsas e enganosas”. Essas informações tácteis são absorvidas pelas mãos causando uma sensibilização da mão e da ponta dos dedos, então são passadas ao cérebro onde servirão de subsídios para a formação do raciocínio tátil. Passamos a estabelecer uma relação mais íntima e mais próxima entre o cérebro e a mão, desenvolve-se a coordenação, e com ela a integração: entre mãos, punhos, antebraços, etc.

O fluxo e a capacidade de informação trocada entre o cérebro, a mão e o olho se torna cada vez maior, na medida em que o cérebro se utiliza do olho para disciplinar a mão, e essa por sua vez relata ao cérebro das coisas que passam despercebidas pelo olho. Essa educação corpórea marca um avanço em relação ao fazer, uma capacidade de se estar constantemente rastreando, avaliando e ajustando os atos de acordo com aquilo que se vê com as mãos e com os olhos.

Ao encontrar algum tipo de resistência durante o trabalho manual, a destreza e articulação entre as diversas partes do nosso corpo são necessárias para conseguir contornar os obstáculos sem entrar em um atrito desnecessário com as partes resistentes. É a lógica da superação.

7. REFLEXÃO

O que se pode extrair de dado mais importante dessa pesquisa, é a importância da sensação física para o homem e para a sociedade. Somos seres biológicos e nos relacionamos com o mundo externo através do nosso corpo, pois o sistema sensorial é o sistema que nos guia e nos dá referências nas nossas vidas e que domina grande parte do nosso ser. Somos máquinas sensíveis que reagem e alteram o espaço de acordo com o próprio espaço.

O cenário atual é o da cultura imagética exacerbada, que pode ser conferida quando andamos pelas cidades, quando ligamos a televisão, a internet, enfim, somos bombardeados por imagens por todos os lados e a todo o momento.

O desenvolvimento tecnológico privilegiou alguns dos nossos sentidos em detrimento dos outros. As telas de tv's, computadores, smartphones, tablets,

refletem um universo manipulável com as pontas dos dedos, mas o homem ainda vive no universo físico real em que os objetos têm massa, peso, textura, superfície, cheiro, gosto, timbre, maciez, etc. Toda essa informação, que não pode ser apresentada e nem reconhecida pela visão simplesmente desaparece. As pessoas, em grande parte, trabalham o dia inteiro em frente à uma tela de computador cuja interação é restrita a alguns poucos movimentos dos dedos sobre o teclado e o mouse. Essa restrição já é, em si mesma, uma comunicação defeituosa, pois não permite que outros meios sejam utilizados em sua totalidade.

O universo dos computadores permite uma interação mais fácil e rápida, onde cada ação é pouco consequente, e pode ser desfeita no pressionar de um “Ctrl –Z”. As pessoas, que passam horas ligadas a uma máquina que permite esse tipo de comportamento, não raramente passam a ter um comportamento menos consequente inclusive no mundo real, pois, mergulhados nesse mundo de facilidade, se acostumam, ou mesmo, no caso das novas gerações, já nascem em um ambiente em que os eventuais erros podem ser corrigidos facilmente. Acontece que, conforme analisado por diversas vezes durante os experimentos, as ações realizadas no universo da transformação física da matéria devem ser cuidadosamente calculadas e planejadas, pois quaisquer eventuais equívocos podem significar em todo o trabalho de um longo período de tempo, completamente desperdiçado.

Fica claro então que o universo em que o homem vive carece de prudência e consciência em suas diversas ações de transformação do mundo contrapondo-se com o universo virtual da simulação fácil e rápida.

O uso irrestrito dos softwares de modelagem 3D gera o risco de má utilização quando utilizados como ferramental básico de projeto. As instituições de ensino, em sua grande maioria prezam pelo aprendizado de diferentes softwares como se tal capacidade fosse permitir ao aluno desenvolver um conhecimento e uma capacidade de projetar.

O contato constante e próximo do aluno com as oficinas é essencial para a formação de um profissional que saiba lidar com as adversidades do mundo real com consciência de seus atos. Somente dessa maneira que serão possíveis os saltos imaginativos que trarão produtos coerentes e condizentes com o contexto em que nasceram.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Carlos Alberto Inacio. **Modelos físicos aplicados ao desenho industrial**. 1993. Dissertação (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, USP, Brasil. 1993

ANDRADE, Júlio Maia de. **Elementos tridimensionais de representação como instrumental basico e suas aplicações no desenvolvimento de projetos de desenho industrial**. 1988. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1988.

EVANS, Mark; WALLACE, David; CHESHIRE, David; SENER, Bahar. **An evaluation of haptic feedback modelling during industrial design practice**. Design Studies. Elsevier. Paginas 487-508

GEDENRYD, Henrik. **How designers work – making sense of authentic cognitive activities**. 1998. Dissertação (Doutorado) - Museum of Sketches, Lund.

HALLNAS, Lars; REDSTROM, Johan. **From use to presence: on the expressions and aesthetics of everyday computational things**. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 9, No. 2, Junho 2002, Paginas 106–124.

HOLT, Steven Skov; SKOV, Mara Holt. **Manufactured: The conspicuous transformation of everyday objects**. Chronicle Books, 2008

HUDSON, Jennifer. **Process: 50 Product designs from concept to manufacture**. London: Laurence King Publishing. Ltda, 2008.

ISRAEL, J. H., WIESE, E., MATEESCU, M., ZÖLLNER, C. & STARK, R. **Investigating three-dimensional sketching for early conceptual design-- Results from expert discussions and user studies**. Computers & Graphics, 33, 462-473. 2009

LIPSON, H.; SHPITALNI M. 2000. **Conceptual design and analysis by sketching**. AI EDAM, 14, pp 391-401.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher. 2001, 206 pp.

MIDGLEY, Barry. **The complete guide to sculpture, modeling and ceramics techniques and materials**. Grange Books. 1997, 223 pp.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2000. 386 p. ISBN 8533608756.

PHAM, D.T.; GAULT, R.S. **A comparison of rapid prototyping technologies**. International Journal of Machine Tools & manufacture. 16 de Outubro de 1997.

SENNETT, Richard. **O Artífice**. Editora Record Ltda, 2008

TOVEY, Michael. **Thinking styles and modelling systems**. Design Studies, 7, 20-30. 1986.

TOVEY, Michael; OWEN, J. **Sketching and direct CAD modelling in automotive design**. Design Studies, 21, 569-588. 2000

ULRICH; Karl T.; EPPINGER, Steven D. 4th rev. ed. **Product Design and Development**. McGraw-Hill Education Singapore, 2007. 384 p. ISBN-10: 0071259473.