



203

Design & Narrativas criativas
nos Processos de Prototipagem

O MODELO TRIDIMENSIONAL NO PROCESSO DE DESIGN: Da teoria à praxis

SOBRE OS AUTORES

Célio Teodorico dos Santos | celio.teodorico@gmail.com

Bacharel em Desenho Industrial pela Universidade Federal da Paraíba (1983). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1998), na área de Gestão do Design e do Produto. Doutorado em Engenharia Mecânica, pela Universidade Federal de Santa Catarina (2009), na área de projetos e sistemas. É professor Associado do Departamento de Design da Universidade do Estado de Santa Catarina. Tem experiência na área de Design, com ênfase em Design Industrial. Pesquisador em Prospecções Metodológicas em Design, Semântica do Produto, Tecnologia Ubíqua, Métodos Representacionais para o Ensino de Design. Professor do Programa de Pós-graduação em Design (PPG Design) e do PPG Moda da UDESC. Foi Chefe do Departamento de Design - UDESC entre 17/03 de 2011 a 16/03 de 2013. Foi Curador Adjunto da BIENAL BRASILEIRA DE DESIGN FLORIANÓPOLIS 2015. Coordena o Laboratório de Pesquisas em Design de Interações – LPDI / UDESC. Possui várias premiações na área, e tem uma obra no acervo permanente do Museu Oscar Niemeyer em Curitiba.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0731129342074111>

Cláudio de São Plácido Brandão | brandaofotografias@gmail.com

Doutor em Design e Sociedade pela PUC-Rio (2012). Atualmente é professor da Universidade do Estado de Santa Catarina. Vice-líder do grupo de pesquisa Poéticas do Urbano, que trabalha com a discussão de Políticas e as Poéticas que possuem a cidade como tema e com ações que integrem da cidade. Integrar os estudos acadêmicos e os pesquisadores afins às dinâmicas urbanas contemporâneas. Foi professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina por 32 anos. Fotógrafo sênior do Estúdio Aruera Oficina de Fotografias (Florianópolis, SC, Brasil). Atua na pesquisa da História Social da Fotografia. Possui graduação em Engenharia de Operações Modalidade Fabricação Mecânica pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1977), Licenciatura Plena Para Graduação de Professores pela Universidade do Estado de Santa Catarina (1985) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1980).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7592494340342961>

Ricardo Antônio Álvares Silva | ricardo@wmidia.com.br

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC (iniciado em 2019), tendo como área de concentração "Métodos para os Fatores Humanos", dentro da linha de pesquisa em ergonomia voltada à "Organização e Fatores Humanos" Bacharel em Design Industrial pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC (2005). Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pelo PGMAT da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2010) com projeto em Design Cerâmico. Professor do Departamento de Design da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC (2011-2015), ministrando disciplinas como: Projeto de Graduação, Prática Projetual, Gestão em Design, Administração e Empreendedorismo, Modelamento Virtual CAD 3D (Solidworks). Tem experiência atuando em projetos de Design Industrial, Design Estratégico, Gestão da Marca e do Produto, Pesquisa em Design, Ergonomia, Eletro-eletrônica, projetos especiais em produto, Design Gráfico, Web e Multimídia. Para ver alguns trabalhos, acesse o link: <https://bit.ly/3840bIW>

Guilherme de Sousa de Melo | guilhermesmelo03@gmail.com

Graduado em Design com habilitação em Design industrial (2019) pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Durante o curso foi bolsista do projeto de extensão Laboratório de Representação Fotográfica por dois anos. Atualmente trabalha na área de design industrial e desenvolve atividades voltadas à pesquisas ergonômicas, experiência do usuário, gestão de design e processos produtivos.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9668749124829128>



O MODELO TRIDIMENSIONAL NO PROCESSO DE DESIGN: DA TEORIA À PRAXIS

*The Three-Dimensional Model in the Design Process:
from theory to praxis*

Célio Teodorico dos Santos | Cláudio de São Plácido Brandão |
Ricardo Antônio Álvares Silva | Guilherme de Sousa de Melo

Resumo

Este capítulo em particular aborda a confecção manual de modelos tridimensionais durante o processo de design, com a utilização de poucos recursos, materiais conhecidos e de uso corrente pelos estudantes de design e por profissionais da área. Além das técnicas e ferramentas utilizadas para materiais em específico, o trabalho levanta a questão do ensino aprendizagem, durante o desenvolvimento de projeto, da conceituação, desenho até o exercício da confecção de modelos na etapa de geração de soluções alternativas, com vistas ao desenvolvimento da capacidade de visualização espacial de quem modela. Lapidar a forma a partir de elementos de transições formais advindas do ato de modelar, com propósito conceitual, até o modelo acabado para fins de apresentação. Acreditamos que o processo de modelagem manual, praticado com certa regularidade, melhora a percepção para o desenvolvimento de formas mais complexas e que muitas vezes, o desenho não é capaz de transmitir. Este trabalho também será útil ao ensino e à prática projetual em ambientes acadêmicos e profissionais.

Palavras-chave: Design, Representação Tridimensional, Modelagem Manual, Processo de Desenvolvimento de Produtos;

Abstract

This particular chapter deals with the manual making of three-dimensional models during the design process, with the use of few resources, known materials and current use by design students and professionals in the field. In addition to the techniques and tools used for specific materials, the work raises the issue of teaching learning, during project development, from conceptualization, design to the exercise of making models in the stage of generating alternative solutions, with a view to the development of spatial visualization ability of the modeler. Lapidate the form from elements of formal transitions arising from the act of modeling, with conceptual purpose, up to the finished model for presentation purposes. We believe that the process of manual modeling, practiced with some regularity improves the perception for the development of more complex forms and that, many times, the drawing is not able to transmit. This work will also be useful for teaching and design practice in academic and professional environments.

Keywords: Design, Three Dimensional Representation, Manual Modeling, Product Development Process.

INTRODUÇÃO

No ensino do design a modelagem tridimensional manual, realizada principalmente pelos estudantes auxiliados por professores, com diferentes tipos de materiais e recursos disponíveis, está longe de ser uma prática antiquada, embora um pouco esquecida. Fazer modelos manualmente é um ato de aprendizado do ofício de design. A atuação profissional no desenvolvimento de produtos e o ensino na academia, apontam que esse exercício é essencial para o desenvolvimento de algumas habilidades, que extrapolam o ato de execução de uma tarefa a partir de um desenho para confecção de um modelo tridimensional.

Nos estúdios de design os modelos tridimensionais são uma ferramenta poderosa para a apresentação de ideias ou propostas conceituais, visto que, não designers visualizam o futuro produto com mais clareza. Estes modelos auxiliam também na captação de recursos em órgãos de fomento.

Baxter (1998), quando fala sobre princípios de estilo, comenta que muitos cursos de projeto, desenvolvem exercícios de desenhos esquemáticos, renderings e a confecção de modelos tridimensionais para treinar e desenvolver essa habilidade. Existe o mito na academia que a modelagem manual é uma tarefa meramente a ser delegada a outrem, quando na verdade, o processo de design deve compreender muita experimentação e a modelagem surge como protagonista neste processo.

Santos (1991) afirma que para uma melhor compreensão, visualização e apresentação de uma ideia e/ou projeto, confere à representação tridimensional (modelagem), sua real importância durante o processo projetual visto que possibilita analisar o produto do ponto de vista de suas qualidades estético-formais, de suas funcionalidades, da usabilidade e dos aspectos de fabricação.

A impressão 3D surge para somar e oferecer uma gama de possibilidades nos projetos, em estratégias e abordagens até então, pouco utilizadas, mas que vem ganhando força e aplicação em diversas áreas tais como, engenharia, saúde, automotiva, espacial, educação, cinema e tantas outras, trazendo enormes benefícios para a ciência e a sociedade indo além, podendo produzir produtos especiais em baixa escala.

A pesquisadora Anelise Zimmermann (2016), em seus estudos doutorais nos lembra que no ensino do desenho técnico a apresentação de modelos tridimensionais é de grande auxílio na visualização por parte dos estudantes. Esta antiga prática desde o ensino técnico até o universitário, tem andado em baixa em detrimento ao ensino do desenho assistido por computador, onde o estudante aprende a técnica sem realmente desenvolver o raciocínio espacial, qual seja, colocar uma ideia ou projeto no campo da imaginação.

Para reforçar esses princípios, a autora apresenta uma abordagem, “voltada às relações entre as representações tridimensionais e bidimensionais, encontra-se a proposta de ensino do desenho do curso *Visualization Drawing* (MANDAR RANE, 2004), do Industrial Design Centre do Indian Institute of Technology Bombay. Esse modelo baseia-se em exercícios de visualização e compreensão das estruturas formais tridimensionais e sua tradução na representação bidimensional por meio de desenhos manuais. Considera-se que o desenho manual e o pensamento visual estão interligados, sendo que o exercício de um auxilia no desenvolvimento do outro, destacando a importância da compreensão dessa relação pelo aluno. As atividades sugeridas no curso têm como objetivo a compressão das estruturas dos artefatos

e sua representação bidimensional por meio de esboços estruturais. Para tanto, os exercícios envolvem, inicialmente, estruturas formais simples, passando gradualmente às mais complexas. Os artefatos tridimensionais utilizados são desenvolvidos especificamente para isso, permitindo a visualização das estruturas ocultas”.

O que vemos é que a integração de disciplinas e como citado pela autora, à confecção de modelos tridimensionais contribui na aprendizagem da representação do desenho manual dos estudantes. Isto reforça a importância do exercício frequente da modelagem tridimensional. As etapas de esboços dão origem ao desenho e posteriormente a um modelo tridimensional.

Destaca-se que além de contribuir com o processo para o ensino, no mundo real dará ao cliente final uma ideia precisa de seu produto, visto que muitos deles não dominam os códigos da representação do desenho técnico.

1. MODELAGEM MANUAL E IMPRESSÃO 3D

Considerando as principais fases de um projeto (analítica, criativa e executiva), regido por um processo de idas e vindas, admitindo a necessidade de apresentar um modelo de volume, queremos demonstrar que uma diferença básica entre as duas técnicas (confecção manual de modelos tridimensionais e impressão 3D), é que para fazer uma impressão 3D o processo de geração de soluções alternativas normalmente feito com sketches manuais, já foi realizado e uma ou mais propostas foram selecionadas, neste momento esses sketches ou renderings são redesenhados em um software de modelagem 3D, para então ser importado em formato específico para impressão 3D. Tudo isto tem alto custo e um tempo precioso para ser realizado; e às vezes o design do objeto é modificado por questões técnicas, ergonômicas e formais, encarecendo o processo e gerando idas e vindas. Advogamos que neste momento em que o produto ainda não se encontra finalizado e aprovado, a alternativa mais inteligente é recorrer ao modelamento manual de menor custo, desde que se domine a técnica.

O objetivo aqui não é comparar as duas técnicas, mas elucidar alguns aspectos que devem ser observados no desenvolvimento de produtos maximizando o uso desses recursos e técnicas. Os modelos mais promissores confeccionados manualmente a partir de sketches ou renderings, facilitam a visualização 3D para a modelagem computacional, dissecando melhor o objeto em todos os seus detalhes tais como: cortes, raios, chanfros, linhas de transições formais na definição da linha do tempo do objeto, que muitas vezes o desenho não é suficiente para representar alguns desses detalhes.

A aquisição de impressoras 3D para diferentes finalidades vem se tornando um hábito de consumo, no entanto, impressoras com maiores recursos ainda são caras para a nossa realidade dentro de escritórios, salvo projetos de pesquisa dentro das universidades que são agraciados com equipamentos mais sofisticados.

Outra questão importante está relacionada aos aspectos de tempo de impressão, qualidade de impressão, tamanho da peça além dos materiais e formas de impressão, que podem ser por: filamento, estereolitografia, sinterização seletiva a laser e sinterização direta de metal a laser que tendem a aumentar os custos ainda mais.

Figura 1. Capota HOOD S10. Capota em Fiberglass, produzida a partir do modelo tridimensional confeccionado manualmente. Fonte: Estúdio 566 Design e Magna Moldes. Design by Estúdio 566 Design. Foto: Cláudio Brandão.



Figura 2. Capota HOOD Hilux. Processo de confecção da capota, materiais e recursos utilizados. Fonte: Estúdio 566. Foto: Cláudio Brandão.



Na prática uma impressão de 150mm x 200mm x 40mm pode custar de US\$ 100,00 a US\$ 500,00 dependendo da qualidade. Desta maneira, é mais conveniente fazer uma impressão 3D, quando o design do objeto estiver aprovado, ou seja, suas funcionalidades, encaixes, acomodação de componentes e sua morfologia externa estejam definidos como projeto final e assim selando a aprovação. O modelo também é útil no auxílio ao processo de fabricação, passando por todas as etapas intermediárias (matrizaria e produto acabado).

O que se pretende neste trabalho é destacar que enquanto os seus custos permanecerem altos e o tempo de impressão demorado, a alternativa ainda é o processo manual, realizado com diferentes materiais, tais como: Papelão, papéis cartonados, clay, poliestireno (PS), pvc, espuma de poliuretano (PU), que passaremos a destacar.

Na figura 3, da esquerda para direita é possível notar que depois do modelo tridimensional em PU, foi realizada uma impressão 3D com o projeto ajustado. Esta impressão 3D possibilitou fazer uma série de testes e acomodação dos componentes internos do estabilizador. Na sequência foi feito um *try out* com a injeção de algumas peças para avaliação dos acabamentos superficiais e dos aspectos relacionados as suas funcionalidades. E por último temos uma versão do produto final.

Figura 3. Estabilizador C2M.
Fonte: Estúdio 566 Design e C2M.
Design by Estúdio 566 Design.
Foto: Cláudio Brandão.



2. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

As diferentes formas de comunicação, torna possível o entendimento entre as pessoas, e as linguagens verbais e não verbais são o veículo que proporcionam essas interações, em um fluxo que faça sentido em seus contextos. Será tratado neste capítulo o processo de modelagem tridimensional com papelão ondulado e cartão liso, e espuma de poliuretano expandido (PU), no desenvolvimento das habilidades construtivas e da percepção espacial na confecção das formas dos objetos conhecidos, e ou aqueles imaginados, mas capazes de serem representados. Para facilitar o entendimento, vamos utilizar a sigla (PU), para designar Espuma de Poliuretano Expandido.

O modelo tridimensional é uma forma de comunicação poderosa e se torna eficiente na medida em que os ruídos desaparecem, ou seja, o modelo é de fácil compreensão e auto explicativo, em sua forma, dimensões, acabamentos superficiais, materiais e texturas. Para fazer bons modelos é necessário praticar, este saber não é unicamente uma habilidade manual e, sim uma operação cerebral da forma de como vemos as coisas, e de como podemos construí-las a partir de referências úteis, tais como desenho, gabaritos das vistas principais, perspectiva, ferramentas básicas para modelagem e o material selecionado para confeccionar o modelo. Além destas questões o tempo de modelagem e custos devem ser previstos. O exercício do processo mental por meio do modelo tridimensional e de um constante refinamento aumenta a capacidade de percepção de quem modela.

A capacidade de visualização espacial pode ser estimulada e desenvolvida, na medida em que o exercício de modelagem manual se torna uma prática mais constante. Modelos de estudo ou de volume, a partir de um conceito básico ou inicial, seguindo parâmetros e requisitos de projeto permitem explorar caminhos em busca de soluções que atendam ao conceito inicial pretendido.

Não existe um consenso a respeito da definição e variedade de modelos tridimensionais, e para que servem ao longo do processo de design tendo em vista os objetivos a serem alcançados.

Para SHIMIZU et al (1991), no livro *Models & Prototypes* – não existe uma diferenciação entre os vários tipos de modelos, porém apresentamos aqui definições que visam organizar uma metodologia tanto de ensino quanto de prática de estúdio. Neste capítulo apresentamos algumas definições e objetivos dos modelos tridimensionais na práxis do design.

Existe uma variedade de técnicas e materiais que podem atender a momentos e objetivos específicos no projeto, bem como, uma variedade de tipos de modelos conhecidos como: mock-up, maquete, modelo de volume, modelo de estudo, protótipo, entre outros.

Mock-up – é um modelo em escala natural (1:1), geralmente confeccionado em papelão e serve para fazer peças maiores, tais como, móveis, equipamentos, consoles, painéis, peças modulares, entre outros. Parâmetros dimensionais, ergonômicos, formais, de fabricação e simulação de uso, podem ser analisados com este tipo de modelo.

Maquete – é um modelo confeccionado em escala reduzida e, serve para a representação e apresentação de conceitos de produtos ou sistemas de produtos, mobiliário, layout de áreas muito grandes, prédios, entre outros. Com este tipo de modelo é possível avaliar o conceito do projeto, arranjos, cores e características formais.

Modelo de Volume – conhecido também como Modelo Volumétrico, podendo ser confeccionado por diferentes tipos de materiais tais como, clay, PU, gesso, MDF, madeira, entre outros. Este tipo de modelo pode ser feito em escala natural ou reduzida, dependendo do dimensional e momento do projeto. Atende muito bem ao processo de geração de soluções alternativas, para definir características de estilo, família de produtos, para averiguação de unidade e coerência em relação ao conceito principal. Na etapa de experimentação este tipo de modelo se encaixa muito bem porque oferece respostas rápidas, de baixo custo e de relevância no auxílio à tomada de decisões.

Modelo de estudo – em alguns casos esse tipo de modelo serve para representar, articulações, partes móveis de um produto, princípios físicos, entre outros. É muito utilizado para testar soluções construtivas, articulações, solicitação de força e análise de complexidade da solução.

Modelo de Apresentação – é um modelo confeccionado por diferentes tipos de materiais, e serve para fazer apresentações junto ao cliente, normalmente possui acabamento superficial e proposta cromática, como um bom rendering tem poder de persuasão, o modelo de apresentação também, auxilia na tomada de decisões no andamento dos projetos.

Protótipo – é um modelo confeccionado com os materiais o mais próximo possível do produto final, e é bastante utilizado para análises e testes de desempenho. O protótipo serve para uma avaliação e otimização dos últimos ajustes a serem realizados antes da fabricação de pré-série.

3. PAPELÃO ONDULADO E CARTÃO LISO

O papelão tipo ondulado é mais utilizado para confeccionar mock-ups, modelos em escala natural que servem para verificações ergonômicas, simulação de operações. Distribuição de comandos, dimensões, aspectos da forma e construtivos.

É um excelente material e bem trabalhado pode gerar bons resultados, a partir de suas características físicas e estruturais. Além de se prestar para confecção de protótipos. Muitos profissionais e estúdios o utilizam na confecção de móveis, luminárias e objetos de decoração. As ferramentas utilizadas para o trabalho normalmente são estilete, régua metálica, lapiseira e cola, bastão e pistola.

A confecção do Mock up da Poltrona Maria Bonita (figura 4), foi feita com sobras de embalagens de papelão, e estruturada para permitir testes de usabilidade, ergonomia e avaliação formal. O desenho técnico permitiu fazer a planificação e corte das várias partes do modelo e tirar partido do sentido da onda para dar maior rigidez ao Mock-up.

O cartão liso tipo duplex ou tríplice, e os cartões mais grossos tipo “Paraná”, geralmente são utilizados para fazer projetos de embalagens e para confecção de maquetes, modelos em escala reduzida e de formas mais angulosas e planas. Sua utilização em maquetes tem a função de representar um conceito ou configurações de produtos ou sistemas de produtos.



Figura 4. Poltrona Maria Bonita.
Fonte: Célio Teodorico dos Santos.
Design by Célio Teodorico.

O papelão ondulado com uma, duas ou três camadas, encontra-se disponível no mercado em folhas de 2,00 x 1,00 metros ou em tamanhos especiais, as espessuras variam entre 2 e 6mm. Pode ser encontrado também com uma ou as duas faces em branco, ou todo natural.

Como pode ser visto na figura 5, a confecção de mock-up da mesa de centro Jóia Rara para estudo volumétrico e da forma, com cartão paranã e a partir dele a fabricação do protótipo em madeira. O desenho técnico foi utilizado para planificação e corte das partes do modelo.

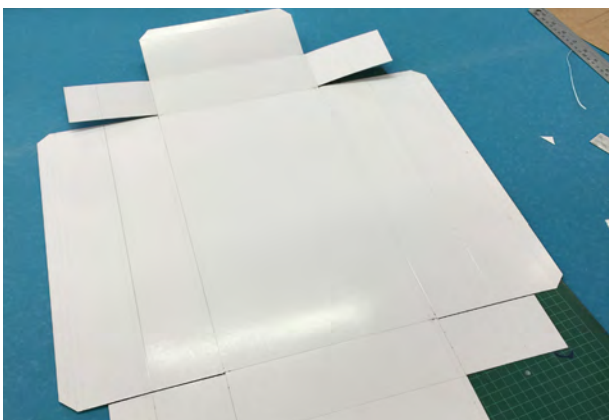
Os cartões tipo Duplex, Triplex, cartão Paraná e similares são encontrados no mercado em espessuras que variam de 1 a 4mm, e em folhas de aproximadamente 0,80 X 1,00 metro.



Figura 5. Mesa de Centro Jóia Rara.
Fonte: Célio Teodorico dos Santos.
Design by Célio Teodorico



Figura 6. Embalagem Sanit. Fonte:
Estúdio 566 Design. Design by
Estúdio 566 Design



- **MATERIAIS E FERRAMENTAS** - Os mais utilizados são, pistola para uso de cola em bastão (quente), Cola Benzina, Cola Branca, Cola spray, Papelão, Fita adesiva, Lápis B, 2B ou 3B, Estilete pequeno, Régua de metal, Superfície de corte, Esquadros, Compasso e Lixa madeira.
- **OPERAÇÕES:** O papelão pode ser cortado de forma reta ou circular com o estilete, nessa operação é importante manter o estilete perpendicular ao plano de corte e, a uma inclinação de uns trinta graus evitando rasgar o material para se obter um melhor acabamento.
- **FURAR E DOBRAR** - O papelão pode ser furado com um objeto pontiagudo, com broca ou vazador. Quando o papelão é dobrado perpendicularmente ao sentido da onda ele oferece uma maior rigidez e estabilidade estrutural. Para se obter um melhor acabamento e definição das linhas de contorno do mock-up, deve-se cortar somente as primeiras camadas do papelão; em seguida chanfrar-se o mesmo a 45° e, finalmente dobra-se fazendo a correção da angulação desejada, o uso de esquadros ajuda a manter as angulações de cada superfície
- **COLAR E REVESTIR** - Os tipos de cola mais utilizadas são: cola em bastão mais conhecida como cola quente aplicada com uma pistola, cola benzina de contato e cola branca, todas elas têm aplicações mais específicas, a cola branca e a cola quente são utilizadas para colagens de topo, a cola contato é mais utilizada para colar superfícies ou acabamentos com um papel mais fino. Algumas vezes queremos revestir o modelo com papéis coloridos para definir uma área ou criar contrastes intencionais, cartolina e cartões de gramatura mais fina são utilizados e a cola benzina ou cola spray são mais adequadas para fazer a colagem.

Às vezes, quando queremos dar acabamento e definir espessuras no papelão, utilizamos fita crepe para dar o acabamento de topo.

- **REFORÇAR E UNIR** - Reforços podem ser úteis para dar mais rigidez e estabilidade ao mock-up, pode ser feito nas extremidades, centralizado ou ainda para servir como acabamento. Dependendo das dimensões do mock-up a madeira pode ser utilizada para estruturação interna.

Para se fazer uniões de partes, as áreas a serem fixadas devem ter um reforço adicional de um material mais duro como a madeira para não danificar o papelão e comprometer a fixação das partes; parafusos para madeira ou com porcas podem ser utilizados.

O exemplo mostrado na figura 7 descreve o processo de modelagem realizada com cartão liso tipo paranã e polionda. A partir dos desenhos selecionados da etapa de geração de soluções alternativas, as principais vistas são planejadas no cartão, neste caso em escala 1:1 depois são cortadas e coladas com cola bastão quente, as linhas marcadas com grafite funcionam como linhas auxiliares e ajudam na realização de vincos e dobras. Na sequência foi feito um modelo em PU do encosto e do assento para definição da forma em relação ao conforto do sentar, e ainda, serviu para a realização de testes com usuários.

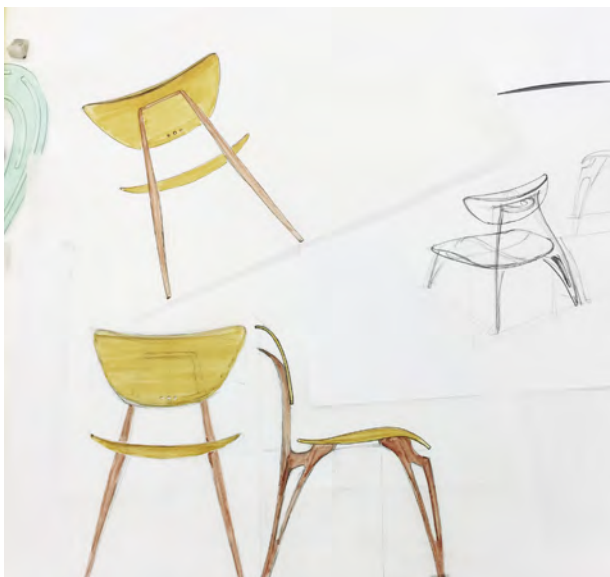


Figura 7. Cadeira Cintura Fina.
Fonte: Célio Teodorico dos Santos.
Design by Célio Teodorico

4. ESPUMA DE POLIURETANO EXPANDIDO - PU

Dentre a variedade de materiais para a confecção de modelos de volume ou modelos de estudo, em menor ou maior grau de complexidade ou detalhamento, a espuma de poliuretano expandido é considerada um excelente material, principalmente por sua rapidez de resposta. É um material muito versátil que permite explorar mais as formas do ponto de vista de estudos iniciais até o modelo acabado, facilitando a avaliação e visualização do produto de acordo com os detalhes e transições que normalmente não são visualizadas no desenho.

Este material está disponível no mercado em forma de blocos ou em chapas que variam de espessura, dimensionamento e densidade. É aconselhável trabalhar com densidade acima de 65%, pois, quanto maior a densidade, menor o índice de porosidade superficial, no entanto se a densidade for muito elevada, somente com a utilização de máquina de usinagem será possível trabalhar o material. Quanto a espessura e o dimensionamento, estes podem variar conforme as medidas do produto a ser modelado. Existe disponível no mercado kits de químicos para fazer a mistura e produzir a espuma sólida; porém, se o usuário não tem experiência corre o risco de obter uma espuma com densidade não uniforme. Como consequência, o modelo confeccionado pode sofrer alterações na forma pois apresentará deformações típicas de uma mistura inadequada.

Além de ser um material de fácil manuseio, a espuma oferece um acabamento de boa qualidade. Em função de suas características e por ser um material químico, é importante o uso de máscara de proteção durante a confecção de modelos, para evitar a aspiração de partículas do pó que ficam em suspensão e não são absorvidas pelo organismo. Apesar desse receio, a espuma de poliuretano expandido é utilizada mundialmente por escritórios de design, empresas e universidades.

A partir da figura 8 até a figura 13, apresentamos um exemplo do processo de modelagem iniciado com um bloco de PU pré-retificado nas dimensões gerais do produto, e a impressão de uma vista frontal e uma vista lateral para servir de referência no corte do PU com a serra fita.

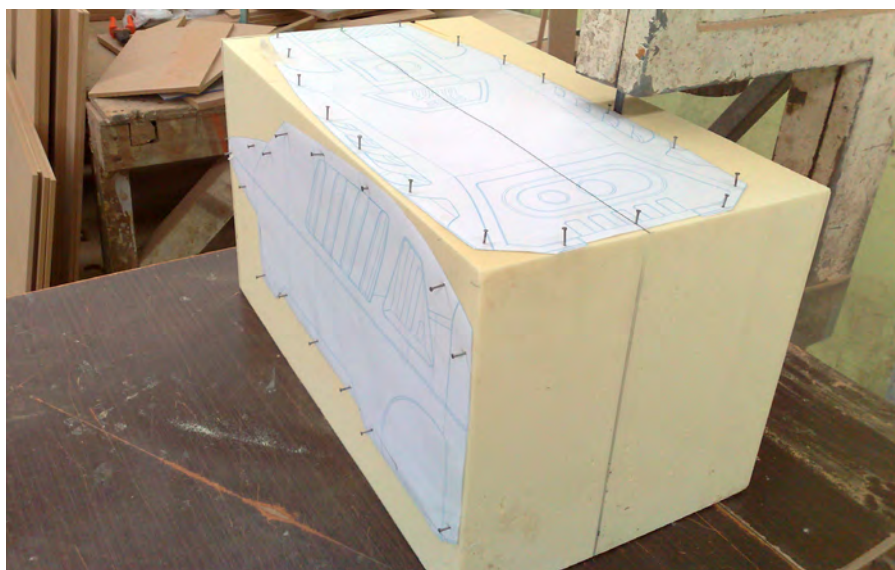


Figura 8. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design

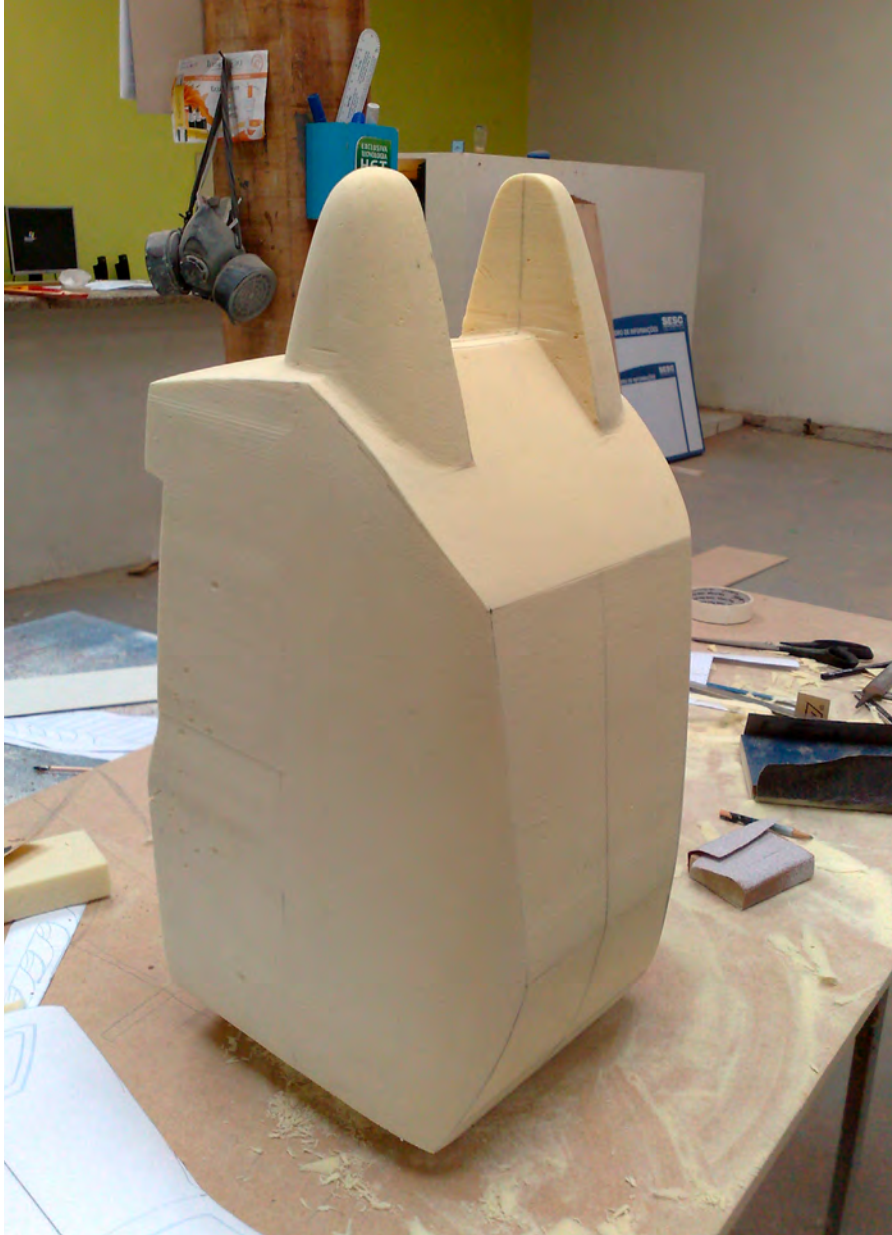


Figura 9. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design.

Depois de serrado o perfil frontal e lateral são marcadas com grafite, linhas guia para manter a simetria e rebatimento de planos do objeto e linhas secundárias de transições formais para definição e expressão do produto, esses detalhes são: rebaixos, alto relevos, chanfros, raios e linhas que definem o caráter do produto (estilo do produto), como mostrado na figura 9. Geralmente os raios são realizados por último porque, quando são feitos no início da modelagem aumenta a dificuldade para a tomada de medidas.

Como pode ser visto nas figuras 10 e 11, detalhes podem ser realizados com pequenos instrumentos como, estilete, pedacinhos de lixa dobrada, pedacinhos de tubos ou peças cilíndricas para fazer rebaixo, dremel, entre outros. Muitas vezes é melhor fazer peças à parte e depois colar no modelo principal, e se tiver cores diferentes, as partes devem ser pintadas e depois coladas.



Figura 10 e 11. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design

Reforçamos a importância do uso de gabaritos para transferência de linhas para o PU, na figura 11, é possível ver um gabarito da vista posterior que foi utilizado para fazer marcações de ranhuras, rebaixos e localização de outras partes do objeto.

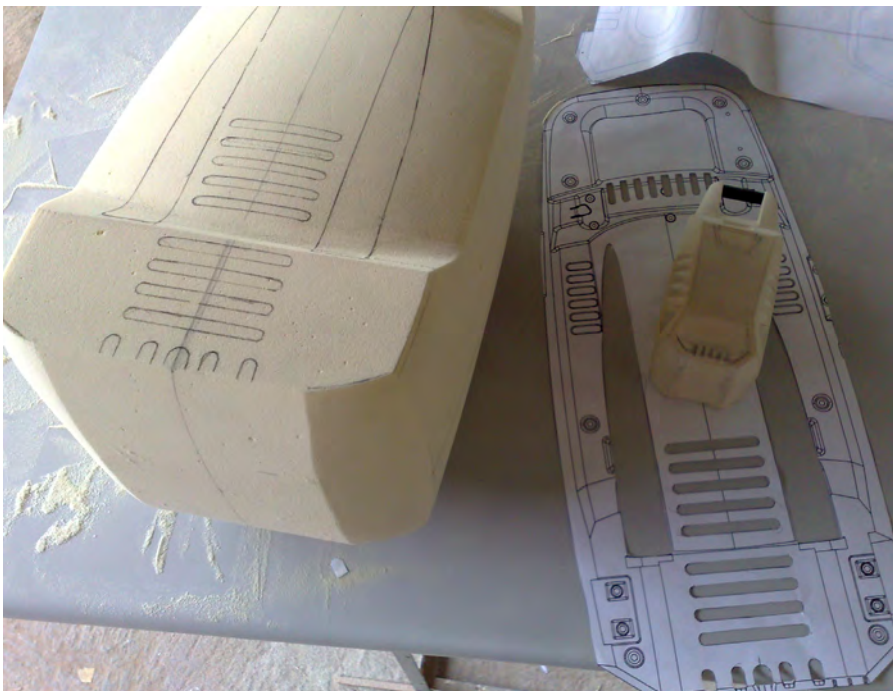


Figura 11. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design.



Figura 12. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design

Na figura 12, é possível verificar a montagem de peças que são aplicadas ao corpo principal do objeto, quando o produto possui algumas configurações de modelo. Como pode ser visto nas figuras 12 e 13 (modelo de apresentação), rodas, painel de controle, escudo com a aplicação da marca e alças diferentes são colocadas no modelo, mostrando suas variações.

O acabamento do modelo de apresentação (figura 13), foi feito com massa plástica, lixa d'água de diferentes gramaturas, depois da aplicação de uma camada de massa plástica, lixa-se com uma lixa mais áspera e na medida que a superfície vai ficando quase perfeita, se utiliza uma lixa de gramatura mais fina, ao final deste processo, aplica-se uma de mão de primer (tinta de fundo), para uniformizar a peça e verificar possíveis falhas superficiais. A última etapa é a pintura final com tinta automotiva nas cores desejadas.

Como ferramentas de trabalho, além do bloco de espuma, costuma-se usar esquadros, régua de aço, régua de material plástico, grossa, lixa d'água ou de madeira – gramaturas de 80, 100, 150, 220, 320 e 400, cola benzina, cola acrílica e arame. Pensando no acabamento, temos massa corrida de parede (PVA), massa plástica (automotiva), tintas para fundo e acabamento – (nitrocelulose, tipo automotiva). Pedacos pequenos de madeira, lápis 2 ou 3B, serrote, arco de serra, estilete pequeno para marcação, corte e desbaste. Um equipamento de serra fita e uma superfície plana (mármore, fórmica, MDF ou madeira) também ajudam na tarefa.



Em seguida apresentaremos uma sequência ilustrativa do passo a passo das operações realizadas na confecção de um modelo. Na figura 14, foi feito um *sketch* de um sensor de segurança (objeto pequeno), para ilustrar algumas etapas do processo. A partir de um pequeno bloco de PU retificado nas dimensões gerais do objeto (altura, largura e profundidade), se faz as marcações sobre o PU com um grafite mole da vista frontal, depois lixa-se para obter o seu perfil em seguida marca-se os chanfros e raios definindo os detalhes do objeto até o final do modelo.

Figura 13. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design

- **PREPARAÇÃO DO MATERIAL** - Antes de começar a confeccionar um modelo é importante preparar os materiais e ferramentas que poderão ser utilizados. Este procedimento certamente agilizará todo o processo construtivo, bem como estimulará a busca por caminhos mais fáceis que ofereçam melhores resultados. A ferramenta exata no lugar certo. Tenha sempre em mãos um desenho com as principais vistas e dimensões do objeto.
- **SERRAR** - Com os desenhos e gabaritos (feitos em cartão duplex ou similar) das vistas principais do objeto a ser modelado, serra-se o bloco ou chapa de PU com serrote ou serra-fita, no caso do serrote, deve-se deixar uma margem de tolerância das linhas de contorno do objeto, que posteriormente serão lixadas.

Figura 14. Sensor de segurança.
Fonte: Estúdio 566 Design. Design
by Estúdio 566 Design.

Em se tratando de modelos de estudo, o mais importante é a exploração exaustiva da forma a partir de um conceito inicial, confeccionar variantes possíveis, ou seja, o designer deve buscar ou trabalhar a forma em todos os seus detalhes. Por exemplo: raios, linhas de transições, proporção, caracterizar a expressão do produto, comparar ou reunir elementos de uma outra alternativa, tendo como objetivo refinar o design do produto.



- **LIXAR** - A segunda operação é lixar o bloco com o objetivo de deixá-lo ortogonal, sobre uma superfície plana (mármore, fórmica, MDF, madeira, etc.), cola-se folhas de lixa entre 100 e 220 de gramatura, a área de lixa deve ser maior que o tamanho do modelo a ser lixado para poder deslizar o bloco sobre a lixa. Para colar use cola benzina (antes de colar, leia as instruções), conhecida também como, cola de sapateiro. Passe nas costas da folha de lixa e na superfície plana do taco, esta fase é muito importante na confecção do modelo, pois a irregularidade do bloco influi em todo o seu acabamento final, bem como, na precisão quanto às dimensões do objeto a ser modelado.

Lixa-se a maior parte da superfície do bloco em movimentos circulares, deixando-a totalmente plana. Em seguida, traça-se as linhas de referência na superfície, como mostrado no exemplo da figura 14, utilize um esquadro e grafite mole (B ou 2B), para traçar as linhas de referência. Dependendo do objeto, três superfícies regulares são suficientes.

- **COLAR E UNIR** - No caso de modelos complexos com mais de uma parte, estas serão coladas com a cola benzina ou cola acrílica, quando necessário se utiliza arame ou um outro material rígido para melhorar a fixação de uma parte na outra. No exemplo da figura 15a e b, é possível verificar que sobras de PU com o uso de MDF para partes do modelo, resulta em economia quanto ao uso do PU. Reduz também o tempo de acabamento superficial e pintura, além de reforçar o modelo.

Em um desses exemplos (figura 15 a) o MDF foi utilizado na parte interna central do modelo para acomodação de componentes. Neste caso vale ressaltar que pequenos pedaços de PU, podem ser colados a uma estrutura interna secundária de MDF de 3mm, e lixados para depois aplicar a massa plástica para corrigir as imperfeições, algumas demãos são necessárias para deixar a superfície perfeita. Esta combinação de materiais ajuda a fazer formas orgânicas com pouco material. No segundo exemplo figura 15b, por se tratar de superfícies mais angulosas e planas, o MDF também pode ser utilizado e sobre ele aplica-se camadas de PU

Figura 15 a e b. Wap Lavadoras de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design





Figura 16. Modelo de aparelho telefônico. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design

No exemplo do aparelho telefônico da figura 16, cartão tríplice foi colado na superfície curva do modelo para criar relevos facilmente. Depois do modelo pintado não é possível identificar o material que ele foi feito.



- **RANHURAS E FRESAGENS MANUAIS** - Conforme os exemplos a seguir, serão demonstrados alguns recursos que, quando utilizados, caracterizam melhor a forma final do modelo a ser esculpido.
- **REBAIXOS CILÍNDRICOS** - Para este tipo de operação deve-se utilizar um tubo de diâmetro desejado, revestido com um pedaço de lixa, ou utilizar lima cilíndrica. É importante seguir as linhas de referência feitas com o grafite para não retirar material em excesso.
- **REBAIXOS RETANGULARES** - Para rebaixos retangulares deve-se usar um pedaço de madeira com lixa colada em sua superfície, e que seja menor que o retângulo a ser rebaixado. Usando o estilete sobre as linhas que delimitam o retângulo, retire o excesso de material e por fim, aplaine a superfície rebaixada com o taco de madeira com a lixa colada.
- **COMO FAZER PEÇAS CILÍNDRICAS** - As peças cilíndricas podem ser obtidas com o uso de um torno mecânico, ou, na falta deste, manualmente, a partir de um bloco de PU com faces quadradas. Com um serrote, grosa ou estilete, seccionando-se a 45° as quinas do quadrado deixando uma margem de tolerância para o círculo circunscrito nas extremidades do mesmo, faça essa operação nas quatro quinas. Para um maior controle e facilidade na obtenção do círculo, faça dois gabaritos (círculos), em cartão e cole nas extremidades de cada face, você vai lixando na superfície plana até tangenciar os círculos colocados nas extremidades. Pronto o cilindro está feito.
- **ACABAMENTO** - Quando os modelos forem de primeira geração, para estudos de forma ou volume, não precisam de acabamento esmerado e muitas vezes não são pintados. Se ao contrário o modelo for para apresentação final, a etapa de pintura é muito importante. Depois de lixado deve-se retirar o pó da superfície e aplicar gradativamente camadas de massa corrida para parede (PVA) ou massa plástica automotiva. Uma nova sessão de lixa deve ser iniciada aguardando a secagem completa da massa a cada aplicação. Não tente cobrir toda a peça com uma única aplicação e evite o excesso de massa, este exemplo pode ser visto na figura 17, o processo de acabamento com massa plástica e pintura automotiva.

Figura 17. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design. Design by Estúdio 566 Design.





Quando o modelo não possuir mais porosidade na superfície, passe um pano úmido e aplique a tinta base (primer), lixe e finalmente aplique a tinta de acabamento na cor definida, recomenda-se o uso de tintas automotivas laca nitrocelulose, pois, secam mais rápido e são de melhor qualidade, conforme apresentado na figura 18 e 19 (Capota para S10 e Wap Lavadora de pressão).



Figura 18. Wap Lavadora de alta pressão. Fonte: Estúdio 566 Design . Design by Estúdio 566 Design



Figura 19. Capota HOOD S10.
Fonte: Estúdio 566 Design. Design
by Estúdio 566 Design

No acabamento realizado na Betoneira da figura 20, no cilindro e na carenagem do motor, adicionamos um pouco de talco e diluímos na tinta para conseguir o efeito texturizado na superfície, além disso, ao diminuir a pressão da pistola de pintura o spray da tinta vem mais grosso e dar o efeito texturizado na superfície do modelo, deixando o produto mais realista, tendo em vista os objetivos pretendidos como produto final.



Figura 20. Betoneira. Fonte: Laboratório Brasileiro de Design.
Design by LBDI.

5. CONCLUSÃO

Foi apresentado neste capítulo, uma síntese a respeito de algumas técnicas de modelagem manual, sua importância para o ensino aprendizagem na academia e na vida profissional, seu protagonismo durante o processo de desenvolvimento de produtos e, demonstrar que com poucos recursos é possível confeccionar diferentes tipos de modelos com propósitos distintos a partir de objetivos pré-definidos.

As técnicas descritas são parte da prática de modelagem manual ao longo dos anos, reforçando que a constância e disciplina na prática de modelagem ajuda no desenvolvimento cognitivo e motor de quem modela, e como um recurso que agiliza as tomadas de decisão, nas questões formais e das funcionalidades do produto.

Por fim, afirmamos que esta prática está longe de ser substituída nos processos de desenvolvimento de produtos, na vida acadêmica ou profissional. Destacamos ainda, que a experimentação é parte inerente da atividade de design e a modelagem manual abre esse espaço para a imaginação e desenvolvimento conceitual dos produtos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Magna Moldes, WAP, Intelbras, LBDI, C2M Eletrônica, CS Eletrônica, Wier, Estúdio 566 Design e Brandão Fotografias pelo apoio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ZIMMERMANN, Anelise. **O ENSINO DO DESENHO NA FORMAÇÃO EM DESIGN GRÁFICO**: Uma abordagem projetual e interdisciplinar. Recife: Tese de Doutorado. Universidade Federal do Recife, 2016.

BAXTER, M, R. **Projeto de Produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo. Edgar Blücher Ltda, 1998.

SANTOS, C. Teodorico dos. **Técnicas de Representação Tridimensional**. Florianópolis. Laboratório Brasi-leiro de Design, 1991.

SHIMIZU, Yoshiharu. KOJIMA, M, Tano. MATSUDA, Shinji. **MODELS & PROTOTYPES**. Japan. Graphic-sha Publishing Co., Ltd. 1991.