



## PROPOSTA DE BASE PRÉ-FABRICADA ADAPTÁVEL PARA *MOCK-UPS* AUTOMOTIVOS

Lucas Araújo de Almeida<sup>1</sup>, Nelson Kuwahara<sup>2</sup>

### Resumo

O presente artigo visa apresentar intervenção sobre problemas com propósito de desenvolvimento de produto com função de *mock-up*, atuando em aspectos a serem otimizados com a intervenção do *design*. Além da otimização do manuseio do produto em questão, a proposta busca apresentar sistema para agir como ferramenta de acesso às atividades do ramo automotivo do *design*, já que o processo de modelagem e as demais técnicas empregadas no projeto de veículos está restrito às instituições especializadas que desenvolvem trabalhos apenas nesse ramo, além das próprias empresas automobilísticas.

**Palavras-Chave:** *design*, modelagem, *mock-up*

**Adaptable prefabricated base proposal for automotive *MOCK-UPS*.** This article presents intervention on problems with the purpose of product development with mock-up function, acting on aspects to be optimized with the design intervention. In addition to the optimization of the handling of the product in question, it also presents a system to act as a tool to access the activities of the automotive design branch, considering that the modeling process and other techniques used in vehicle design are restricted to specialized institutions that work in this area, in addition to the automobile companies themselves.

**Key-words:** *design*, modeling, *mock-up*

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de *Design* da Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [lucasalmeida.ar@gmail.com](mailto:lucasalmeida.ar@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Doutor associado da Universidade Federal do Amazonas, Departamento de *Design* e Expressão Gráfica. Avenida General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, n. 3000, Campus Universitário, Pavilhão Rio Japurá, Faculdade de Tecnologia, Departamento de *Design* e Expressão Gráfica – DEG, Coroado 1, 69077000 - Manaus, AM – Brasil. E-mail: [nelsonk@ufam.edu.br](mailto:nelsonk@ufam.edu.br)

## 1. Introdução

O projeto de um automóvel é uma atividade multidisciplinar em que também se inclui o *designer*. Segundo Larica (2003), existe a possibilidade do *designer* industrial participar em projeto de novo veículo desde nova aplicação para um já existente até a elaboração de acessórios e dispositivos automotivos. Da fase de concepção ao desenvolvimento do projeto de um veículo, o profissional do *design* age como projetista do conceito e utiliza diversas ferramentas de representação para isso. Tudo parte da proposta do veículo e do ideal da empresa.

Essa ideia é representada através de *sketches* – espécies de esboços, apresentada e discutida, com a finalidade de ser aprimorada. Os *sketches* podem ser feitos manualmente ou digitalmente. Esses, posteriormente, são transformados em modelos 3D, a fim de tomar proporções palpáveis semelhantes à forma real do veículo. Em seguida, o *designer* modela manualmente o automóvel em escala, para constatar erros, acertos, analisar pontos a serem melhorados e ter uma noção geral da eficácia do que foi projetado.

Existem duas maneiras de se representar tridimensionalmente: através de modelagem manual ou digital. Atualmente, ambas agem em conjunto. Porém, somente um dos métodos é usado há tempos, pois no passado as empresas não podiam fazer uso de softwares, já que a tecnologia de décadas atrás não permitia. O uso de programas de modelagem veio para somar, como uma proposta menos braçal e, em parte, mais prática e eficiente na indústria. Segundo Larica (2003), basicamente na indústria usam-se o Auto Studio da Alias Wavefront para *sketches* 2D e modelagem 3D, além do 3D Studio Max e o Vellum Solids para desenvolvimento de peças e modelagem.

Entretanto, a permanência da modelagem em argila sintética, também conhecida como *clay*, diz muito sobre seu papel na representação de projetos de produto em geral. Seu uso constante e de longa data se deve ao fato de produzir, com esmero, um modelo de representação palpável e de grande similaridade. Apesar de mais trabalhosa, a modelagem em *clay* tem como benefício o fato de resultar na materialização da ideia em qualquer escala, pronta para ser analisada sem ressalvas ou preocupações com a mentalização em uma escala diferente do que está sendo apresentado, além de poder ter características mais marcantes do carro, como textura e volume. Porém, suas qualidades como

modelo palpável de representação para análise não anulam o fato de que seu processo de fabricação, requer demasiado tempo de preparo, confecção manual de peças e descarte de material não-renovável.

## 2. Material e Método

### 2.1. Revisão bibliográfica

A pesquisa foi realizada na cidade de Manaus, no estado do Amazonas, Brasil. Foram utilizadas as instalações do Departamento de *Design* e Expressão Gráfica da Universidade Federal do Amazonas, juntamente com a Biblioteca Setorial de Ciências Exatas e Engenharias – BSCEE, localizados na Faculdade de Tecnologia.

Para a fomentação do referencial teórico, foram utilizados *notebook*, livros de consulta local da biblioteca, base de periódicos, livros disponíveis para empréstimo, além de aquisições independentes de títulos não existentes no país, bem como acesso à internet para a compilação de materiais complementares como artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, artigos e matérias de jornais, revistas e consultas nas bases de dados das instituições que administração as patentes e as leis vigentes no Brasil e Estados Unidos, além da instituição que gere a produção dos países europeus que submetem patentes em maior número.

Por fim, para a catalogação dos dados analisados e para a estruturação da material escrito, foi utilizado um *software* de edição de textos para documentar e preparar o projeto.

### 2.2. Elaboração da proposta

A concepção da proposta se baseou principalmente na análise de dados. Para isso, baseado nas especificidades do projeto, a metodologia consistiu em uma utilização personalizada, oriunda de uma proposta de estrutura metodológica. A escolha do autor e da estrutura se deu pela facilidade de aplicação das etapas diante das necessidades do projeto, de maneira linear e de fácil entendimento. O processo foi proposto por Gui Bonsiepe (1984).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Modelos de representação em *Design* e modelagem automotiva

Segundo Hoadley (2002), os produtos projetados se enquadraram em quatro grupos diferentes: de consumo, comerciais, bens duráveis e veículos de transporte. A modelagem no *design*

**PIBIT/2016-2017 – Universidade Federal do Amazonas**

se destacou porque muitos desses produtos, durante seu processo de desenvolvimento, necessitavam de modelos tridimensionais precisos, para uma visualização mais correta do *design* a fim de vendê-lo de forma mais atrativa ao cliente. A necessidade do uso de modelos no *design* continua em crescimento devido à expansão de mercados e pela oferta de novos materiais e métodos.

Hoadley (2002) diz que muitos *designers* preferem desenvolver seus próprios produtos em 3D, ou pelo menos fazer algo que possibilite a visualização em três dimensões, caso não tenham um modelo final ou protótipo. O importante papel da modelagem no *design* é um fato, visto que é mais provável uma possível aprovação de um cliente sobre um projeto de um produto após visualizar um modelo em 3D do que em 2D, até o fim do processo de desenvolvimento. A função da modelagem é essencial para que o processo de desenvolvimento de produto prossiga com mais certezas, baseadas em uma comunicação mais real e fiel entre projetista e consumidor/cliente.

A produção de modelos utilizando vários materiais é ensinada em cursos de *design* de produto, ou em pequenas instituições educacionais que ensinam *design*. Os cursos de *design* de transporte normalmente têm aulas que ensinam a modelagem automotiva usando a argila estilizada sintética (*clay*). Muitos cursos específicos estão disponíveis em instituições independentes de pequeno porte, como a *Ícon Design* em São Paulo – referência nacional atualmente, para suprir a necessidade de pessoas interessadas em *design* e em modelagem automotivas que talvez não tenham a possibilidade de ingressar em faculdades específicas que ensinam projeto de produto. Os cursos regulares disponíveis podem possibilitar que uma pessoa aprenda a desenhar, fazer *sketches* e especialmente modelos físicos. Disciplinas em teoria do *design*, teoria da cor, história da arte, cerâmica, uso do metal ou da madeira também são muito úteis.

Esse conhecimento é necessário para que possa ser dado suporte a qualquer forma de construção de um modelo. Se tais cursos não estiverem disponíveis, atualmente o estudante pode também aprender através de programas de aprendiz em companhias fazendo esse tipo de trabalho, ou através do estudo individual, visto que o crescimento desse tipo material na internet é consideravelmente alto ao longo dos anos.

Os modelos de *design* podem ser feitos de diversos tipos de materiais. Por exemplo, se a

forma é simples e o produto final não é complexo, o modelo pode ser fabricado de forma que represente detalhadamente o material original do objeto. Em uma parte de metal, por exemplo, faz mais sentido a aparência do modelo ser construída de materiais semelhantes. Se uma pequena superfície mais rígida no modelo é pretendida, a forma é simples e não está sujeita a mudanças, o modelo pode ser construído de madeira, metal ou plástico; materiais mais rígidos que podem manter inalterada qualquer forma de um subsistema do produto. Porém, se o modelo é mais complicado e representa diversos materiais diferentes no produto final, ou se as formas são complexas e grandes ou muitas mudanças ainda são previstas, é recomendável que o modelo deva ser construído em *clay*, colocada sobre uma estrutura estável.

George J. Mercer, considerado o inventor da argila estilizada, em seu estudo apresentado no encontro da Sociedade de Engenheiros Automotivos em 1920, fala sobre o *design* automotivo e descreve o uso do *clay* em modelos *full size*. A partir desse momento, esse tipo de material foi oficialmente apresentado à indústria e passou a ser utilizado e aprimorado até o presente.

O *clay* é uma argila sintética que utiliza uma base de óleo, o que garante a facilidade de seu manuseio já que, ao ser aquecido se torna maleável o suficiente para ser esculpido e, quando está frio, é possível trabalhar com mais precisão em sua superfície pela maior consistência e dureza. Os modelos confeccionados em *clay* possuem em geral uma base feita em material parcialmente poroso, com rigidez suficiente para suportar a temperatura e o peso da argila, bem como conferir uma forma preliminar do veículo que está sendo projetado. Para as formas mais detalhadas são utilizadas ferramentas de raspagem, fitas para marcação das linhas principais e instrumentos de medição como a base milimetrada na escala desejada.

Existem muitas vantagens em se utilizar o *clay* para projetos de *design*. Essas vantagens incluem: liberdade ilimitada de expressão na superfície em desenvolvimento, precisão no desenvolvimento do modelo para atender a todos os requerimentos de engenharia, qualificação única para escaneamento computadorizado e sistemas de medidas, facilidade no transporte dos modelos de argila para qualquer lugar quando eles são construídos sobre uma estrutura leve estável, e reutilização da argila caso não tenha sido contaminada com materiais secundários.

O modelador deve possuir uma combinação de talento artístico, habilidades manuais, conhecimento e experiência. Esses atributos são absolutamente necessários para desenvolver linhas esteticamente agradáveis, formas diversas, destaques, proporções, silhuetas, luzes e tudo o que precisa ser levado em consideração em um *design* tridimensional. A base do modelo deve ser leve, forte e estável, além de possibilitar o transporte para diferentes direções na horizontal. No entanto o modelador deve estar atento, pois, quando a argila é usada, é muito fácil de exceder ou infringir dimensões vitais do modelo.

A categorização de tipos de modelos tornou-se fundamental ao longo dos anos no processo criativo de *design*. Ele está principalmente inserido no PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto – e faz parte da integração entre a prototipagem e o processo criativo de produtos. De acordo com Volpato (2006) esse processo é utilizado como uma ferramenta para identificar a tempo os possíveis problemas, as necessidades dos clientes e as melhorias necessárias durante toda a ação criativa. O PDP é representado de diversas maneiras, as volumétricas mais comuns são modelos, *mock-ups* e protótipos. Eles são essenciais no processo de entendimento rápido dos requisitos dos produtos. Existem vários estágios onde o PDP é utilizado podendo ser aplicado tanto nas fases iniciais quanto nas fases mais adiantadas do projeto. É a partir desses estágios que as características físicas utilizadas no PDP são determinadas.

Os modelos são formas de representação das fases iniciais do projeto. Possuem suas diferenciações de acordo com o objetivo do teste a ser aplicado. Os *mock-ups*, por exemplo, são modelos físicos que imitam o produto final, geralmente em escala natural, servindo para um estudo posterior à volumetria com a finalidade de estudos ergonômicos e testes de simulação para a equipe do projeto. Há também os modelos de apresentação que são utilizados em situações em que é necessário expor o produto de maneira esteticamente chamativa. Os protótipos fazem parte das fases mais adiantadas do PDP. A principal diferença entre os modelos das fases iniciais e os protótipos é que este é confeccionado com o mesmo material que o produto final vai ser produzido e possui as mesmas funcionalidades. Sendo assim, o protótipo nada mais é do que o primeiro produto.

Vale ressaltar que a modelagem, com todas as suas complexidades técnicas e variadas etapas, é

apenas uma etapa dentro do processo criativo do automóvel. Conforme Larica (2003), o processo criativo do automóvel se inicia com uma pesquisa de produto da empresa solicitada pelo setor de marketing, e a partir desse momento, a fase de conceituação tem início. Após o conceito ser gerado, começam as etapas de representação. A partir dos *sketches* é feito um estudo acerca da interação entre humano, automóvel e, conseqüentemente, são determinadas as especificações para o interior do carro. Feito isso, desenhos de representação são gerados com um nível de detalhe maior tornando possível a determinação das medidas no desenho técnico. Partindo desse desenho técnico, é feito um modelo em escala e as possíveis/devidas alterações são feitas.

Após essas melhorias, o modelo em escala reduzida é escaneado para as alterações finais serem realizadas. Com isso, a avaliação do modelo é iniciada e os desenhos de engenharia determinam as medidas finais do primeiro protótipo físico. Ao fim de tudo isso, um modelo de apresentação é feito para inserir o produto no mercado.

### **3.2. Proposta conceitual**

Analisando o panorama da modelagem automotiva de uma forma geral, percebe-se que existem duas facetas que, ora se complementam, ora se repelem. São respectivamente a modelagem manual e a modelagem digital.

A questão principal que motivou as análises sobre a viabilidade do projeto foi a de que a modelagem manual poderia se tornar obsoleta com o crescimento da modelagem digital. Diversos estudos explanam as vantagens da modelagem digital, como o processo de baixo custo e rapidez a ser batido, alegando que os avanços tecnológicos em relação a análises e simulações digitais e renderização mais bem acabada são suficientes para projetar o carro sem auxílio de modelos físicos.

Segundo Morgan (2002 *apud* Silva, 2011), a filosofia tradicional de se projetar um novo veículo através do ciclo de tentativa e erro, baseado fundamentalmente na construção e teste de protótipos físicos, está sendo abandonada. Tem-se na atualidade ciclo baseado na definição dos requisitos do produto, em linha com as expectativas do mercado consumidor e as exigências da legislação.

Silva (2011) diz que a simulação não é somente uma tendência, já que sua aplicação no

**PIBIT/2016-2017 – Universidade Federal do Amazonas**

PDP é uma necessidade e contribui significativamente para a otimização de todo o processo. Segundo ele, com o aumento na complexidade e a redução no tempo e custo de um ciclo de desenvolvimento, a fabricação e teste de protótipos físicos, em função do tempo e custo envolvidos nestas atividades, passam a representar o caminho crítico no processo de desenvolvimento.

No artigo “Potencialidades dos Protótipos Virtuais (digital *mock-up*) no Ciclo de Desenvolvimento de Produtos: Análise de sua Aplicação na Volkswagen do Brasil” de De Sordi e Valdambri, 2006, por exemplo, os autores destacam os impactos significativos do uso de protótipos virtuais em um projeto automotivo.

Segundo eles, analisando um caso da Volkswagen foi possível constatar vários pontos positivos na utilização de *mock-ups* digitais, como:

- Redução em 4 meses no tempo de desenvolvimento do primeiro protótipo;
- Custos finais do protótipo reduzidos, já que não houve um “retrabalho” por decorrência de interferências. O custo de construção foi reduzido em US\$ 600 mil;
- Em função de muitos dos testes terem natureza destrutiva, para cada novo veículo eram construídos aproximadamente 70 protótipos físicos. Esse número reduziu para aproximadamente 20;
- Ganho de tempo nos diversos testes durante o processo criativo.

Também destacaram alguns pontos a serem melhorados:

- Maior interação entre os grupos de projeto, especialmente com os adeptos do antigo método de prototipagem que relutam em aderir ao novo modo;
- Melhor interação com alguns componentes da cadeia, como os profissionais do marketing, de vendas, compras, área de peças, entre outros.

Outros casos como o do Renault Mégane 2008 e do Ford Taurus 2010 podem ser destacados.

A outra face da situação, que defende a permanência da modelagem em ao menos algumas etapas, alega que a utilização do modelo físico confere maior qualidade final ao produto, por conta da melhor comunicação entre projetista e produto. O aspecto tátil possui um valor insubstituível ao modelo.

Em matéria publicada pelo jornal *Chicago Tribune*, em 2016, Joe Dehner, chefe de *design* de exterior da Dodge & Ram Truck para a Fiat/Chrysler disse: “Nós somos bons com a tecnologia, mas nada fala a 3D como um modelo de argila”. Ele afirmou que a presença de *softwares* avançados e inovações como fresadoras que podem duplicar o projeto de um modelador em *clay* durante apenas uma noite veio para somar, não substituir. E esse discurso se faz presente na maioria da classe que defende a permanência desse método.

Há também o contexto acadêmico, onde a abordagem da modelagem automotiva limita-se a poucas instituições, muitas delas independentes. Por exemplo, na dissertação intitulada “Uma avaliação do ensino da prototipagem virtual nas graduações de *design* de produto do estado do Rio de Janeiro”, de Forti, 2005, o autor alega que as instituições de ensino de *design* de produto precisam melhorar o método de ensino e as ferramentas para o preparo do acadêmico para a indústria. Esse cenário existe, principalmente, pela existência de uma inacessibilidade em relação às ferramentas que possibilitam simulações da indústria na instituição, em especial a automotiva.

Sendo assim, o projeto visou sanar as necessidades explanadas na análise através de um conceito de base pra *mock-up* automotivo que seja acessível, em termos de uso e custo, para instituições que necessitam ministrar disciplinas com essa temática, bem como para os próprios acadêmicos treinarem a representação tridimensional de conceitos automotivos independentes em qualquer ambiente, como o doméstico, por exemplo.

Baseado no levantamento teórico acerca da modelagem dentro do processo criativo de automóveis, e nas análises em relação aos problemas encontrados no procedimento de prototipagem atual, foram constatadas necessidades que fomentam requisitos e parâmetros projetuais, que delimitam as especificidades do conceito a ser gerado.

Os requisitos são as especificações técnicas do conceito. Os parâmetros são os materiais ou medidas que atenderão às determinações dos requisitos. Em outras palavras, é o que deve ter e como vai ser. Na Tabela 1 tem-se a apresentação desses elementos.

O conceito gerado foi uma composição aproximada das propostas e objetivos específicos do projeto com foco na viabilidade de uso e de produção.

## PIBIT/2016-2017 – Universidade Federal do Amazonas

Em relação à forma, o conceito é basicamente uma miniatura em escala 1:5 automotiva de um veículo *hatchback* (também conhecido como *hatch*), com o volume baseado na síntese dos modelos atuais disponíveis no mercado brasileiro, em um limite quantitativo de 10. No entanto, o valor final ainda tem o decréscimo de 40 mm em toda a sua superfície. Isso se dá pela necessidade de um espaço para a aplicação do *clay*, que irá conferir as peculiaridades morfológicas de cada modelo a ser projetado

Tabela 1 – Requisitos e Parâmetros projetuais.

Requisitos	Parâmetros
Material não-descartável	Polímero Plástico
Resistente à altas temperaturas	Termofixo
Escala pré-estabelecida	Escala 1:5
Tamanho pré-estabelecido	Volume de com decréscimo de 40 mm para o <i>clay</i>
Adaptável por categoria de veículo	Peças adicionais encaixáveis para modelar veículos sedã e <i>wagon</i>
Sistema de união entre sistema principal e subsistemas	Junção de plástico por pressão “ <i>Snap-fit</i> ”

Esse subsistema primário não é mutável, diferentemente dos demais subsistemas referentes às peças-base para modelagem de sedãs e *wagon*. A determinação volumétrica ocorre da mesma maneira em que a base principal foi gerada.

Foram selecionados dez modelos sedãs e cinco *wagon* comercializados no Brasil e a partir da diferença entre suas medidas de carroceria e a base *hatch* fixa já proposta, além do decréscimo de 40 mm reservado para a argila, foram geradas peças adicionais com o volume apropriado para a escala 1:5 pretendida.

O encaixe entre as peças adicionais e a base foi baseado em um sistema já existente, presente em utensílios, brinquedos e inúmeros produtos do cotidiano: o *Snap-fit*. Trata-se de um item presente nos métodos de junção de plásticos, do tipo mecânico na subdivisão “engate rápido”. Como a própria subdivisão sugere, o engate rápido se mostrou mais adequado ao tipo de material proposto e à dinâmica de uso do produto, já que facilita a união ou desunião de uma ou mais partes sem que haja necessidade de mais subsistemas

avulsos, sendo parte das próprias peças adicionais. Para melhor funcionamento, a base terá em sua face inferior uma entrada para que, com as mãos, o usuário possa retirar o engate *Snap-fit* ao fim do uso de alguma peça adicional. Um espaço de 80 x 150 mm na direção equivalente a dos eixos dianteiro e traseiro da base foi determinado, distando um valor maior que 50 mm das faces laterais da base.

Com isso, é possível atender ao requisito do caráter adaptável do conceito. Diferente das bases pra *mock-up* utilizadas atualmente, o conceito propõe que é possível modelar mais de uma vez diferentes categorias de carro com uma mesma base. Além do tamanho padronizado com referência nas médias volumétricas dos veículos atuais, que torna possível a redução de cálculos demasiados sobre altura, comprimento, largura e, conseqüentemente, volume em uma versão escalonada, como ocorre no processo atual. Será apenas necessário um instrumento de medição de qualquer natureza – desde que adequado à situação – para medir o *mock-up* após o *clay* estar aplicado em sua superfície. Vale lembrar que comumente existe o auxílio de uma base com malha milimetrada, posicionada na superfície da bancada de trabalho, para melhor medição dos valores em escala do automóvel.

Para agir como base de sustentação, foi proposto um suporte na face inferior da base em forma de aba. Basicamente, são duas abas feitas do mesmo material do conceito, posicionadas perpendicularmente em relação ao mesmo, com espessura de 5 mm e ângulos retos para melhor apoio. Elas distam 10 mm das faces laterais para melhor distribuição de peso do *mock-up*. Sua altura é de 100 mm para possibilitar a melhor acabamento nas arestas inferiores que correspondem às longarinas e para-choques dianteiro e traseiro, além da possível adição de rodas em escala, já que em geral os *mock-ups* também são feitos com a simulação de propostas de aros.

A proposta das rodas limitou-se a um subsistema escalonado em uma roda com possibilidade de simulação de aros 13 e 14, com o perfil de pneu a critério do modelador e profundidade de 10 mm e subsistema de encaixe de 10 mm, totalizando 20 mm, considerando que a base não possui um baixo relevo equivalente à caixa de roda e a medida mínima de espessura de *clay* aplicada é de aproximadamente 30 mm, sendo suficiente pra acomodar a roda escalonada sem que essa extrapole as dimensões

## **PIBIT/2016-2017 – Universidade Federal do Amazonas**

convencionais de um veículo e saia da configuração proposta.

O encaixe das rodas escalonadas ocorre através do mesmo funcionamento dos demais subsistemas adicionais. Sua posição de encaixe nas faces laterais da base foi determinada conforme os cálculos feitos anteriormente sobre o volume das carrocerias, porém com base na distância entre os eixos dos veículos e sem o decréscimo de 40 mm para aplicação de *clay*.

O material foi selecionado com base na resistência ao *clay* e na facilidade de utilização em um ou mais processos de fabricação que sejam acessíveis em custo, disponibilidade e sejam capazes de gerar a forma do conceito com suas mais variadas peculiaridades formais e superficiais.

A escolha do material foi a segunda grande resolução de problema dentro do projeto. Como já explanado anteriormente, algumas melhorias podem ser feitas em relação à escolha de material para usar como esqueleto do *mock-up*. Um dos objetivos específicos do projeto visa tornar o produto reutilizável, sem descarte de material secundário – o primário, *clay*, pode estar suscetível a pequenas perdas “contaminadas” por fatores externos – oriundo da base, e resistência ao calor sem alteração de sua forma.

Sendo assim, a preferência foi por um plástico termofixo, que é um tipo de polímero plástico resistente, principalmente ao calor. É importante que o material possua tal característica pois a argila é aplicada em sua forma aquecida, e a base precisa estar firme e fixa. Existem diversas opções de matéria-prima e processos. Foi visto que o mais adequado para se chegar à forma final do produto é o poliéster (PET, PBT, PETg). Segundo Ashby e Johnson (2011), o poliéster é duro, forte, de fácil conformação e com possibilidade de reciclagem, além de suportar temperaturas de até 160°C. Na sua fabricação, há pouca utilização de energia.

Entre os processos de fabricação, pode ser utilizada a Prototipagem em Fundição Precisa (pcPRO®), ou Injeção Auxiliada por Gás. Lefteri (2009) afirma que a pcPRO® facilita a fabricação de uma peça com forma específica, visto que as linhas são determinadas por medidas digitalizadas, dando um acabamento de alta qualidade em pouco tempo e com baixo-custo. No entanto, a oferta desse modo de fabricação não é tão alta quanto a de outros processos. Ainda segundo Lefteri (2009), o outro processo de fabricação de produtos de polímero, Injeção Auxiliada por Gás,

“permite que componentes sejam feitos com espessuras variáveis de parede, tempos de ciclos reduzidos, peso reduzido [...]”, além de consumir 15% menos energia que o modo de Injeção convencional.

## **4. Conclusão**

Levando em consideração os dados coletados e a análise do contexto das divergências existentes acerca da modelagem automotiva, foi possível constatar que a modelagem automotiva manual provavelmente não se tornará obsoleta integralmente, pois ainda não existe tecnologia disponível que confira ao *mock-up* virtual quaisquer aspectos táteis. Consequentemente, a visualização da ideia só se faz completa quando há interação entre projetista e superfície.

Considerando suas respectivas peculiaridades, as duas formas de modelagem se complementam por hora. A acessibilidade da indústria às ferramentas mais eficientes e atuais de modelagem obrigam às menores instituições de ensino e, principalmente às acadêmicas, a utilização de modos alternativos e mais baratos de simulação da atividade.

Visto isso, se mostrou útil a proposta de uma ferramenta que simule com rapidez aproximada à modelagem digital e altamente sensível como a modelagem manual para o uso acadêmico.

Sendo assim, a proposta inicial sobre base para *mock-ups* automotivos partiu deste conceito gerado ao longo do projeto. Mesmo em um estágio primário, este conceito dá margem para melhorias e novas aplicações no ramo da prototipagem física, pretendidas para maior desenvolvimento do projeto a partir deste estudo.

Novas funcionalidades, adição de mais categorias de veículos ou mesmo de outros produtos, novos materiais e processos de fabricação podem ser conferidas à base para *mock-ups*. A importância de ferramentas que fomentem uma boa formação profissionalizante ao longo da academia é indiscutível. Se mostra necessária a pesquisa acerca de novos produtos que estreitem a relação entre instituição de ensino e mercado de trabalho, haja vista que o acadêmico poderá exercer suas competências previamente, de maneira mais rápida e/ou mais barata.

No mais, é pretendido que a proposta de base adaptável para *mock-ups* automotivos siga em desenvolvimento, a fim de criar meios de se fazer *design* no cotidiano com acessibilidade e eficácia.

## Agradecimentos

À PROTEC/UFAM e CNPq pelo apoio ao desenvolvimento do projeto PIBITI, realizado no período 2016/2017, por oferecer todo o suporte acadêmico e científico, bem como a ajuda de custo em forma de bolsa mensal, que possibilitou a realização da pesquisa com o material requerido e necessário. Também ao Departamento de Design e Expressão Gráfica, em especial ao orientador e tutor da pesquisa Prof. Dr. Nelson Kuwahara, por todo o suporte e ensinamento durante o período vigente.

## Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

## Referências

- ASHBY, M. F. e JOHNSON, Kara. **Materiais e design**: arte e ciência da seleção de materiais no *design* de produto. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto**: guia prático para o *design* de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2011.
- BONSIEPE, Gui. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq / Coordenação Editorial, 1984.
- BÜRDEK, B. E. **Design – História, Teoria, e Prática do Design de Produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- FORTI, Fabio S. D. **Uma Avaliação do Ensino da Prototipagem Virtual nas Graduações de Design de Produto do Estado do Rio de Janeiro**. 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.
- HOADLEY, Frederick E. **Automobile design techniques and design modeling**: the men, the methods and the materials. 2. ed. Michigan: Sheridan Books, 2002.
- KIMURA, Silvio. **Interferências digitais nos modelos tridimensionais do design de automóveis**. 2013. 255 f. Dissertação (Mestrado - Área de concentração: *Design* e Arquitetura) – FAUUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.
- LARICA, Neville Jordan. **Design em função da mobilidade**. Rio de Janeiro: 2AB/PUC-Rio, 2003.
- LEFTERI, Chris. **Como se faz**: 82 técnicas de fabricação para *design* de produtos. São Paulo: Blücher, 2009.
- LESKO, Jim. **Design industrial**: materiais e processos de fabricação. São Paulo: Blücher, 2004.
- MACARRÃO JUNIOR, Leonardo. **Importância do uso de mock-ups e de técnicas de prototipagem e ferramental rápido no processo de desenvolvimento de produto na indústria automotiva**. 2004. 141 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.
- RESTON, Rafael. **Do Sketch Ao Concept**: Básico Do *Design* Automotivo. São Paulo: Alexander Theodoro, 2009.
- SILVA, Fabio R da. **Contribuição de mock-up's digitais na análise de manufaturabilidade de produtos automotivos baseados no Lean Product**. 2011. 118 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté. 2011.
- SORDI José O. De; VALDAMBRINI, Antoninho C. Potencialidades dos Protótipos Virtuais (digital *mock-up*) no Ciclo de Desenvolvimento de Produtos: Análise de sua Aplicação na Volkswagen do Brasil. **XXIV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**, Gramado, 14 p. 2006.
- VOLPATO, Neri (org.). **Prototipagem rápida**: tecnologias e aplicações. São Paulo: Blücher, 2006.