

**SKETCHES, DESENHOS DE APRESENTAÇÃO, MODELOS: UMA ANÁLISE DO
USO DE REPRESENTAÇÕES VISUAIS EM UM PROJETO DE DESIGN**

**SKETCHES, PRESENTATION DRAWINGS, MODELS: AN ANALYSIS OF THE USE
OF VISUAL REPRESENTATIONS IN A DESIGN PROJECT**

Silvia Resende Xavier¹

Bárbara Arantes de Paula²

Luis Antônio Dourado Junior³

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise do uso de representações visuais (RVs) no contexto de projetos de design. Os objetivos são a identificação de RVs comumente utilizadas e a análise da aplicação dessas representações no desenvolvimento de um projeto. A metodologia contempla uma etapa de revisão de literatura acerca das RVs e suas características; uma etapa de exploração prática por meio da apresentação de um estudo de caso; e etapas de análise e síntese dos resultados. Neste estudo são apresentadas as RVs encontradas na literatura, evidenciando suas funções, sua relação com as etapas de projeto e os meios utilizados para sua execução. A avaliação da aplicação de RVs é feita por meio de um estudo de caso que apresenta representações utilizadas para um projeto de produto. Os resultados evidenciam o papel crucial das RVs na comunicação e registro do projeto. Destaca-se a importância do contexto para escolha de RVs e a relevância da integração de meios físicos e virtuais.

Palavras-chave: representação; visualização; design; projeto.

Abstract

This work presents an analysis of visual representations (VRs) used in the context of design projects. The objectives are to identify commonly used VRs and to analyze their application in the development of a project. The methodology includes a literature review on the VRs and their characteristics; an exploratory case study presenting the use of VRs in practice; and analysis and summary of results phases. In this study, the VRs found in the literature are presented, exposing their functions, their relation to project phases and the means commonly used for their execution. The evaluation of VRs practical application is done through a case study that presents the representations used for a product project. The results show the crucial role of VRs in project communication and registration, the importance of the context for choosing suitable VRs and the relevance of the integrating physical and virtual tools.

Keywords: representation; visualization; design; project.

¹ Professora Mestre, Universidade Federal de Juiz de Fora – Instituto de Artes e Design – Departamento de Artes e Design, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. silvia.xavier@design.ufjf.br.

² Doutoranda, Hanyang University – Industrial Design, Ansan, Gyeonggi, Coreia do Sul. emailparabarbara@gmail.com

³ Professor Doutor, Universidade Federal de Juiz de Fora – Instituto de Artes e Design – Departamento de Artes e Design, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. luisdourado@gmail.com.

1. Introdução

Como faria um designer se precisasse transmitir suas ideias sem apresentar desenhos ou modelos? Enquanto designers, estamos tão acostumados com o suporte das representações visuais para comunicar nossas ideias que, normalmente, não pensaríamos o processo criativo sem elas. Ao apresentar a configuração final do produto, por exemplo, seria complexo se o designer precisasse descrevê-lo somente por meio da comunicação verbal, de modo que o interlocutor pudesse obter todas as dimensões e informações necessárias sobre a forma, materiais e funcionamento (MUNARI, 2011). No contexto de um projeto de design, a comunicação de ideias é uma atividade crucial e acontece principalmente por meio visual (HOFTIJZER et al., 2018). Para tanto, designers utilizam uma gama de diferentes representações imagéticas ao longo do desenvolvimento de um projeto.

Segundo Pei, Campbell e Evans (2011) estas representações comunicam os atributos de uma proposta de produto e podem ser feitas através de mídias bi e tridimensionais, em meios físicos e virtuais. Representações visuais dão origem ao registro e à comunicação do desenvolvimento do projeto desde as fases iniciais de criação até as etapas de definição e detalhamento, tanto para uso da equipe quanto para apresentações externas. Goldschmidt (2007) afirma que os membros da equipe de design precisam compartilhar seus modelos mentais com clareza suficiente para que uma solução comum seja entendida por todos e que, neste contexto, é indispensável a utilização de recursos de visualizações do produto.

Estes recursos utilizados para criar visualizações evoluíram em uso, tipos e plataformas ao longo das últimas décadas, proporcionando aos designers a disponibilidade de inúmeras ferramentas para executarem suas representações. Atualmente, temos recursos em meios físicos, virtuais, manuais, automatizados e híbridos, cada um com seu funcionamento e método próprio. Há tantas opções e facilidades que, por vezes, pode ser difícil para novos designers ou estudantes definir qual o recurso mais adequado. Em alguns casos, pode haver uma tendência ao uso de ferramentas virtuais por serem consideradas mais práticas e precisas. Apesar de oferecerem vantagens, o uso excessivo de ferramentas virtuais de desenho e modelagem pode comprometer processos de criatividade e evolução de ideias, principalmente nos estágios iniciais do projeto, quando as formas ainda estão em desenvolvimento e os *softwares* forçam a definição prematura de informações precisas de dimensão e geometria, reduzindo a importância dos aspectos estéticos e simbólicos (FERNANDES; SILVA, 2014; STRAUB et al., 2004; PIPES, 2010).

Esta pesquisa tem dois objetivos complementares. Um objetivo é identificar e examinar algumas das ferramentas tradicionalmente utilizadas pelos designers nos dias de hoje para a criação de representações visuais, levantando informações sobre as características básicas, as funções no projeto e os recursos utilizados para execução de cada uma. Em um segundo momento, avaliar como a utilização destas representações visuais se dá na prática de um projeto de design. Neste contexto, são analisados os fatores relevantes para escolha, as formas de aplicação e a efetividade de cada representação.

2. Método de Pesquisa

Os métodos propostos para desenvolvimento desta pesquisa foram organizados em quatro fases. A primeira consiste na construção da base teórica e é estruturada por meio de revisão de literatura sobre (i) as representações visuais relacionadas às etapas de um projeto de design e (ii) as características dos tipos de representações visuais utilizados atualmente. A segunda fase da pesquisa consiste em uma etapa exploratória. A revisão de um projeto de

design de garrafa plástica é utilizada como objeto de estudo de caso, propiciando o relato e análise da aplicação de diferentes representações visuais em um contexto prático de desenvolvimento de produto. Na terceira fase, os resultados obtidos no estudo de caso são discutidos frente aos conceitos encontrados na revisão de literatura. Os principais pontos observados para essa discussão são a avaliação da escolha das representações visuais utilizadas no projeto e a análise das funções cumpridas pelas representações na prática. Por fim, na fase conclusiva, é apresentada a compreensão geral dos resultados e a síntese desse estudo.

3. Desenvolvimento

A seguir são apresentados os resultados das etapas de (i) revisão de literatura, que consiste na base teórica desta pesquisa, e (ii) estudo de caso, que apresenta uma situação de aplicação dos conceitos encontrados na literatura.

3.1. Representações Visuais em um Projeto de Design de Produto

As representações visuais se fazem presentes no cerne do processo em design, sendo consagradas como meio de comunicação principal durante o desenvolvimento de produtos e tendo sua importância sustentada por diversas metodologias desta área do saber. Isto posto, alguns autores enfatizam tamanha importância afirmando que o design não se faz sem que haja representação visual:

Os designers representam - e as representações de design são feitas - antes, durante e depois do processo de concepção de qualquer entidade, independentemente da entidade projetada ser construída, fabricada ou montada como um produto "real". Na verdade, o objetivo final do design é chegar a uma representação satisfatória da entidade projetada: trazer a entidade "real" à existência é uma tarefa que geralmente cai em domínios diferentes do design, e outros atores além dos designers (por exemplo, construtores e fabricantes) são responsáveis por isso. Podemos argumentar que design é representar, e em nenhum caso existe design sem representação. (tradução livre) (GOLDSCHMIDT, 2004, p.203)

Goldschmidt (2004, p. 216) sustenta ainda que a representação não se caracteriza somente como o registro visual, mas como um recorte do processo cognitivo desenvolvido pelo profissional, assim como seu raciocínio individual e coletivo, englobando o repertório daquele que executa a representação. A autora também soma a este entendimento uma perspectiva mais ampla, quando afirma que "a representação é usada para comunicar mais do que aspectos do design - ela transmite mensagens relativas a um amplo contexto cultural, social e econômico no qual o design foi concebido e deve ser interpretado" (tradução livre).

Ao tratar da representação de ideias em um projeto de design, vários autores se aprofundam no estudo das representações em meio bidimensional, discutindo o uso de *sketches*, diagramas e outros tipos de desenhos (SCHENK, 2007; SENNA et al., 2016; PURCELL; GERO, 1998; FERNANDES; SILVA, 2014; EISSEN; STEUR, 2011; HENRY, 2012; JULIÁN; ALBARRACÍN, 2006; STRAUB et al., 2004). Outros autores focam no estudo das representações em meio tridimensional, tratando da utilização de modelos e protótipos (PAZMINO; PUPO; MEDEIROS, 2014; EVANS, 2002; HALLGRIMSSON, 2012). Alguns autores investigam as representações 2D e 3D de forma conjunta, denominando-as *Visual Design Representations*

(PEI; CAMPBELL; EVANS, 2011) ou somente *Visual Representations* (GOLDSCHMIDT, 2007).

A presente pesquisa está alinhada a esta abordagem de estudo conjunto das representações 2D e 3D e adota a expressão “representações visuais” para referir-se a este conjunto de visualizações. Neste contexto, representação visual (RV) é definida como uma representação que “reproduz as propriedades de uma proposta de design por meio físico ou virtual, na forma de mídia 2D ou 3D” (tradução livre) (PEI; CAMPBELL; EVANS, 2011, p.2). Cada etapa do processo de design demanda a utilização de diferentes meios, ferramentas e métodos para representação visual de ideias (JULIÁN; ALBARRACÍN, 2006; PIPES, 2010; EISEN; STEUR, 2011; STRAUB et al., 2004).

No estágio inicial de desenvolvimento, as atividades principais consistem em: definição do problema; conceituação do projeto; geração e registro de grande volume de ideias, explorando muitas possíveis soluções formais (HUA et al., 2018). Pipes (2010, p.44) afirma que, nessa etapa, é importante “registrar no papel a ideia fresca antes que desapareça” e Straub et al. (2004, p.12) mencionam que esse registro inicial é necessário para libertar “o pensamento generalista e intuitivo”. Algumas RVs típicas desta fase inicial são os croquis, esboços ou *sketches*, que representam o produto com traçado simples, em vistas ou em perspectiva. Pipes (2010, p.44) afirma que, nessa fase, os registros feitos pelo designer “são somente para os seus próprios olhos e pouca atenção será dada a qualquer meio formal de representação”. Nesse sentido, Julián e Albarracín (2006, p.85) registram que este tipo de representação alimenta o “pensamento dirigido ao interior”. Olofsson e Sjöln (2005, p.20) tratam estas representações como “*investigative and explorative sketches*” (desenhos de investigação e de exploração) e Lugt (2005, p.103) classifica-as como “*thinking sketches*” (desenhos de pensamento).

Em um segundo estágio do projeto, as soluções formais geradas previamente são selecionadas, refinadas e representadas detalhadamente, de modo que possam ser avaliados aspectos formais, técnicos e produtivos das propostas (HUA et al., 2018). Nessa etapa é priorizado o compartilhamento de informações e as RVs buscam comunicar com clareza e detalhe aspectos importantes do produto, sendo, em muitos casos, base para decisões que determinam o encaminhamento do projeto. Algumas RVs comumente utilizadas nesta fase são os desenhos esquemático-realistas, como os *renderings*, além de modelos físicos e virtuais. Julián e Albarracín (2006, p.85) afirmam que estas representações propiciam o “pensamento dirigido ao exterior”, Olofsson e Sjöln (2005, p.46) denominam estas RVs como “*explanatory sketches*” e como “*persuasive sketches*” (desenhos de explanação e desenhos de persuasão) e Lugt (2005, p.106) classifica-as como “*talking sketches*” (desenhos de explanação).

No estágio final de desenvolvimento, as atividades principais se concentram no detalhamento e implementação. Nesta fase a solução formal é totalmente definida em termos de material, dimensões e montagem, e é representada de maneira inequívoca, para ser enviada para produção (HUA et al., 2018). As RVs normalmente utilizadas nesta etapa são detalhamentos técnicos, modelos virtuais e modelos físicos finais. Pipes (2010) afirma que estas representações devem ser claras e informativas para detalhar com exatidão a forma que vai seguir para fabricação. Lugt (2005, p.103) classifica estas RVs como “*prescriptive sketches*” ou “*storing sketches*” (desenhos de prescrição ou desenhos de armazenamento).

3.2. Detalhamento dos Tipos de Representações Visuais

As RVs identificadas na revisão de literatura foram organizadas e são definidas a seguir. Esta fase do estudo buscou ressaltar as principais características de cada RV, além dos meios e recursos comumente utilizados para sua execução.

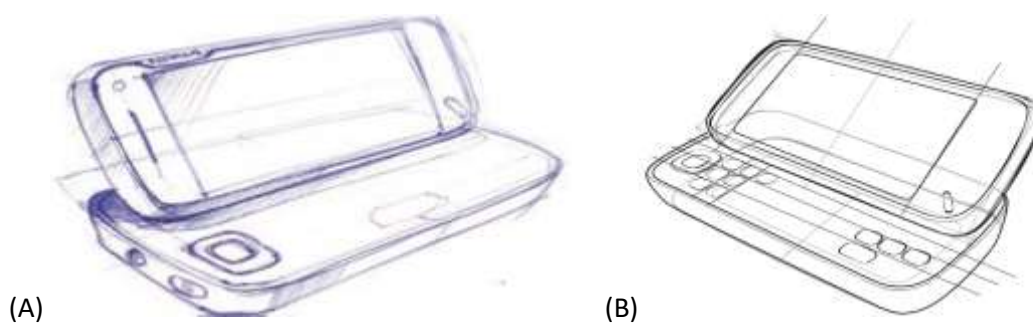
3.2.1. Desenho Manual Rápido

Categoria definida de maneira ampla, englobando diversas denominações encontradas na literatura, como esboço, croqui, esquisso, *sketch*, *rough*, *thumbnail*. Cada um destes tipos de registro gráfico tem qualidades e especificidades próprias, mas apresentam importantes características essenciais: são representações feitas à mão, de maneira rápida, registrando a forma por meio do traçado livre, normalmente em perspectiva ou em vistas ortogonais, sem referência de dimensões ou escala (PEI; CAMPBELL; EVANS, 2011). Goldschmidt (2004, p.205) registra que estas RVs são consideradas a evidência mais próxima dos processos mentais do designer aos quais se tem acesso, um registro palpável do processo cognitivo de criação do profissional.

Por ser uma representação pouco detalhada e de caráter dinâmico, o desenho manual rápido pode apresentar a forma de maneira imprecisa e ambígua (PURCELL; GERO, 1998; STRAUB et al., 2004). Este tipo de representação é comumente usado no estágio inicial de desenvolvimento do projeto, sendo útil no registro das várias soluções formais e contribuindo para o processo criativo na medida que dá margem para reinterpretação e reelaboração das formas registradas. Henry (2012, p.43) afirma que um bom desenho manual rápido transmite informação suficiente para ser compreendido, ao mesmo tempo que deixa grande margem de interpretação para a imaginação de quem o visualiza, incluindo o próprio designer.

Os desenhos manuais rápidos são normalmente feitos em meio físico, utilizando papel e ferramentas de desenho como lápis e caneta esferográfica ou caneta de ponta porosa fina. No entanto, essa representação pode ser também feita em coordenação entre o meio físico e digital. Neste caso, o designer realiza os movimentos de desenho à mão livre em uma superfície digitalizadora e os traços são exibidos virtualmente na tela (PIPES, 2010). A Figura 1 apresenta exemplos de desenhos manuais rápidos feitos em meio físico e em meio virtual.

Figura 1: Desenho manual rápido realizado em meio físico (A) e em meio virtual (B)



Fonte: Henry (2012, p.190)

Ao compararmos meios digitais e analógicos, podemos identificar as virtudes de cada um dos suportes. O desenho feito em meio físico tem a vantagem de utilizar materiais e recursos simples e de fácil acesso, como papel e caneta. Além disso, este meio facilita a avaliação conjunta de um grande número de ideias, permitindo que os desenhos sejam espalhados e visualizados simultaneamente, além de poderem ser facilmente agrupados e reorganizados (DELFT DESIGN DRAWING, 2018). Já o meio digital propicia mais flexibilidade para fazer ajustes nos desenhos e otimiza o processo de mudanças e ensaios da forma. Os recursos de desfazer, refazer, copiar e colar, por exemplo, permitem que o designer crie um desenho esquemático com a estrutura do produto e replique-o para utilizar como base de

diferentes propostas, com facilidade e velocidade incomparáveis. Ademais, os registros em meio digital facilitam o compartilhamento virtual de desenhos, o que otimiza o trabalho de equipes que trabalham à distância.

3.2.2. Desenho de Apresentação

Visando comunicar aspectos da forma, acabamento e funcionamento do objeto, este tipo de desenho representa o produto de maneira realista-esquemática, buscando retratar uma imagem que se assemelhe àquela que o produto terá quando produzido. O produto geralmente é representado em perspectiva e o desenho tem aplicação de artifícios que o tornam mais realístico, como cor, textura, luz e sombra. São desenhos típicos dessa categoria o *render* e os diagramas de uso e função.

Estas RVs são usadas em etapas de apresentação do projeto a outros atores envolvidos, seja cliente, usuário ou equipe de engenharia, por exemplo. Portanto, é importante apresentar todas as características físicas e funcionais do produto com linguagem visual clara e inteligível a diversos públicos. Muitas vezes, estas representações são a base para a discussão de detalhes do produto e para tomadas de decisão relacionadas ao encaminhamento do projeto. Segundo Olofsson e Sjöln (2005), este tipo de representação pode ser usado com a função de persuadir, podendo influenciar o cliente na escolha do design. Pipes (2010, p.19) afirma que, com estes desenhos, “a intenção é apresentar para o cliente ou financiador uma seleção de imagens muito benfeitas, com aparência o mais realista possível, de tal forma que a decisão seja a de seguir adiante com o projeto”.

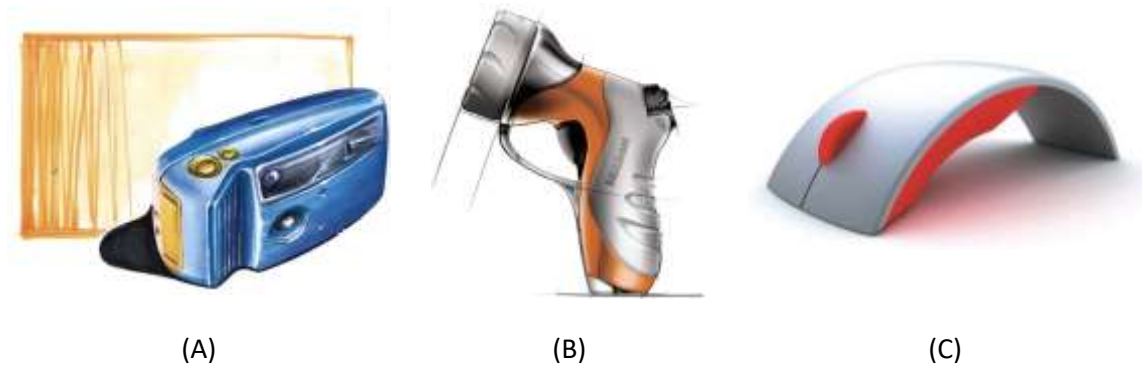
Em termos de técnicas, há muitos caminhos possíveis para a execução destes desenhos. A representação pode ser feita inteiramente à mão livre, em meio físico. Neste caso, um desenho realizado em meio físico é utilizado como base e o acabamento é aplicado manualmente com instrumentos como marcadores, giz pastel e lápis de cor. A representação pode também ser feita integralmente em meio digital, tendo como base um desenho realizado virtualmente e utilizando ferramentas disponíveis em *softwares* de edição de imagem para aplicação e manipulação de cor, texturas e volumes. Há ainda técnicas híbridas, que integram as ferramentas e os meios – é comum, por exemplo, digitalizar um desenho feito em meio físico para usá-lo como base para aplicação de acabamento em meio virtual; ou retocar um acabamento feito em meio físico utilizando ferramentas virtuais (PIPES, 2010).

Há também a possibilidade de gerar representações foto-realistas sintetizadas a partir de modelo 3D virtual. Neste caso, o designer utiliza o computador e *softwares* de renderização, comumente já integrados aos programas de modelagem tridimensional, para aplicar acabamentos ao modelo virtual e gerar a imagem por síntese numérica. Estes *softwares* possuem bibliotecas de materiais e funcionalidades para simular estúdios fotográficos em ambiente virtual, permitindo que o designer defina parâmetros de acabamento e iluminação. As imagens foto-realistas são geradas a partir de cálculos matemáticos, de acordo com as definições do usuário e as informações sobre acabamentos e projeção de luz do *software*. A Figura 2 apresenta exemplos de desenhos de apresentação feitos à mão, com técnica de pintura digital e em *software* de renderização.

Ao refletir sobre as técnicas disponíveis para realizar o desenho de apresentação, Olofsson e Sjöln (2005), afirmam que muitos designers preferem utilizar os programas de renderização para gerar imagens realistas, uma vez que uma renderização equivalente produzida à mão pode consumir muito tempo para sua execução. No entanto, os autores ressaltam que desenhos de apresentação feitos à mão têm características inestimáveis e

exclusivas, como expressividade, qualidades pitorescas e originalidade artística, que podem ser difíceis de alcançar em *renderings* digitais (OLOFSSON; SJÖLÉN, 2005). Além disso, um *render* foto-realístico pode sugerir que o design já está totalmente definido, o que é indesejável em certas fases do projeto. Em algumas situações de apresentação, quando o desenvolvimento conceitual ainda está acontecendo, o designer pode optar por mostrar uma renderização à mão, propositalmente trabalhada para ter um aspecto de *sketch* (EISSEN; STEUR, 2011).

Figura 2: Desenho de apresentação feito à mão (A), com técnica de pintura digital (B) e em software de renderização (C)



Fonte: (A) Straub et al.(2004, p.116); (B e C) Henry (2012, p.123 e p.121)

3.2.3. Desenho Técnico

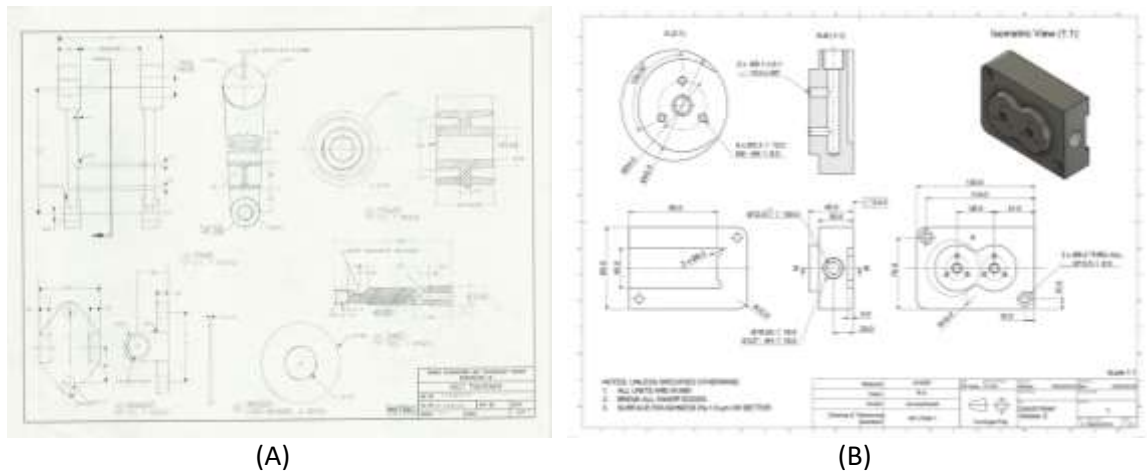
Linguagem advinda da geometria descritiva, sistema de representação criado pelo matemático Gaspard Monge no século XVIII, o desenho técnico é uma RV que compõe o arcabouço técnico de disciplinas como o design, arquitetura e engenharias. Esta RV é composta por linhas, números e texto desenhados com rigor técnico, representando vistas e perspectivas do produto. O desenho é feito em escala e apresenta com precisão a forma, registrando todas as informações relevantes para fabricação, como dimensões, tolerâncias, formas de fixação e acabamentos. O desenho técnico respeita uma linguagem gráfica codificada e normatizada que visa representar a forma de maneira clara e inequívoca. Segundo Henry (2012, p.43), esta RV convida somente à leitura, sem margem para interpretação. Julián e Albarracín (2006, p.164) afirmam que “o desenho técnico é a linguagem da indústria. Através desta linguagem, o designer comunica as suas ideias a outras pessoas para que estas as materializem”.

O desenho técnico pode ser feito manualmente, em meio físico, utilizando papel em formatos padronizados, materiais de desenho como lapiseiras e canetas, e instrumentos como régua paralelas, compasso e esquadros. Já em meio virtual, existem programas CAD (*Computer Aided Design*) 2D que funcionam como uma prancheta virtual, apresentando uma área de trabalho e diversas ferramentas para o desenho de linhas, formas e cotas necessárias para representar as vistas de um produto. Ainda em meio virtual, há programas CAD 3D que possibilitam que o desenho técnico seja criado de maneira automatizada, a partir do modelo virtual. O *software* armazena todas as informações de geometria do modelo e gera as vistas ortogonais e em perspectiva dessa geometria. Cabe ao designer ajustar o *layout* do desenho e completar a representação com cotas e informações complementares. A Figura 3 apresenta exemplos de desenhos técnicos gerados em meio físico e em meio virtual.

Sobre as diferentes formas de execução, Pipes (2010, p.20) afirma que o desenho à

mão era a maneira de construção dos desenhos técnicos no passado, mas que, atualmente, eles são quase que universalmente gerados usando programas CAD. Proporcionando a agilidade e maior segurança na confecção dos detalhamentos técnicos, o CAD possibilitou o desenvolvimento simultâneo de RVs 2D e 3D, já que o desenho técnico se torna fruto da modelagem tridimensional. Além da redução no tempo de confecção, as mudanças aplicadas ao modelo afetam automaticamente o detalhamento.

Figura 3: Desenho feito à mão em meio físico (A) e gerado em meio virtual, a partir de modelo 3D (B)



Fonte: (A) haverns.weebly.com⁴; (B) 3dhubs.com⁵

3.2.4. Modelo Virtual

Representação tridimensional de um produto em meio virtual usada para visualização preliminar da forma, permitindo a realização de ajustes, alterações e testes. Pipes (2010, p.65) afirma que “um modelo sólido em computador é um desenho que existe em três dimensões (e que, portanto, pode ser girado e transladado no espaço 3D) e que também possui quase tantos atributos fisicamente mensuráveis quanto o objeto real”.

As primeiras tecnologias CAD para modelos tridimensionais são conhecidas como wireframe. Estas modelagens são como uma "armação de arame", não apresentam realismo estético e não constituem as superfícies do modelo, somente vértices e linhas (EVANS, 2002; SPECK, 2001). Com a evolução desta tecnologia, surgiram sistemas de modelagem virtual sólida e de superfície. Segundo Evans (2002) os modeladores de superfície foram desenvolvidos para definir as complexas formas livres exigidas nas indústrias aeroespacial e automotiva e produzem geometrias que são superfícies de espessura zero. Já os modeladores sólidos têm dados topológicos conectando as superfícies e geram geometrias com atributos de massa, peso e volume (SPECK, 2001). A Figura 4 apresenta exemplos dos tipos de modelagem.

4 Disponível em: www.haverns.weebly.com/hand-drafting. Acesso 6 de out. 2020.

5 Disponível em: www.3dhubs.com/knowledge-base/how-prepare-technical-drawing-cnc-machining. Acesso 6 de out. 2020.

Figura 4: Exemplos de modelos virtuais wireframe (A), de superfície (B) e sólido (C)



Fonte: (A) Domingos, 2002; (B e C) mecsoft.com6

Hallgrímsson (2012, p.7), afirma que o uso de modelos virtuais alterou completamente a forma como produtos são concebidos e desenvolvidos, permitindo que os produtos sejam visualizados em detalhes e testados antes da produção, possibilitando avaliar os encaixes, calcular o peso estimado ou realizar simulações de movimento e performance, por exemplo. Alguns benefícios do uso de modelos virtuais, mencionados por Pipes (2010), são: redução de desperdício, falhas e erros na produção; representação sem ambiguidade, possibilitando efetiva comunicação entre a equipe; aceleração do processo de projeto, levando ao mercado produtos melhores em menor tempo; e armazenamento em banco de dados virtual, possibilitando acesso remoto, liberação de espaço físico e facilidade de consulta.

Considerando os tipos de modelagem, Speck (2001, p.39) afirma que o modelo wireframe é indicado para aplicações esquemáticas, mas não permite “calcular o volume do modelo, nem obter as propriedades de massa do mesmo, além do que a visualização fica restrita ao contorno”. Já os modelos de superfície apresentam um nível maior de descrição da geometria e podem ser usados para “obtenção de percursos de ferramentas para usinagem (...) e de desenhos com vistas auxiliares ou em perspectiva” (SPECK, 2001, p.40). Evans (2002) destaca que as superfícies não são fechadas e que, normalmente, é necessário fazer operações corretivas para ajustar a geometria caso seja usada para prototipagem rápida. Sobre os modelos sólidos, Speck (2001, p.44) afirma que possibilitam “efetuar análises, pois permitem a associação de propriedades físicas e materiais ao objeto”. Além disso, diferentemente dos modelos wireframe e de superfície, a modelagem sólida impossibilita a criação de geometria imprópria ou irreal, o que facilita sua conexão com ferramentas de manufatura digital.

3.2.5. Modelo Físico

Representação tridimensional preliminar de um produto em meio físico, usada para simular diferentes aspectos do objeto. Por ser tridimensional e palpável, o modelo permite visualizar, tocar e testar o produto de muitas maneiras, possibilitando o entendimento e a avaliação de aspectos do funcionamento, da performance e da estética. Modelos e protótipos físicos⁷

⁶ Disponível em: www.mecsoft.com/blog/best-practices-in-3-axis-machining/. Acesso 6 de out. 2020.

⁷ Os termos “protótipo” e “modelo físico” são frequentemente usados como sinônimos. No entanto, na literatura especializada, é recorrente haver uma diferenciação. “Modelo” refere-se às representações feitas em estágios iniciais do desenvolvimento, enquanto “protótipo” refere-se às representações feitas na fase final, usadas para avaliar estética, ergonomia e performance. (PEI; CAMPBELL; EVANS, 2011; EVANS, 1992; HALLGRIMSSON, 2012).

podem ser usados em diversas fases do projeto com diferentes finalidades, como exploração inicial da forma, resolução de problemas estéticos e/ou de funcionamento e apresentação ao cliente para avaliação e aprovação do conceito.

Para os diferentes objetivos, são utilizados diferentes tipos de modelos. Quanto ao seu propósito, podem ser classificados, por exemplo, como modelos de exploração, modelos de aparência e modelo funcional (HALLGRIMSSON, 2012; EVANS, 2002). Quanto à exatidão e nível de detalhe da representação, podem ser classificados como baixa, média e alta fidelidade (HALLGRIMSSON, 2012; PAZMINO; PUPO; MEDEIROS, 2014). Uma abordagem comum para a construção dos diversos tipos de modelo é a substituição do material de produção – geralmente são utilizados materiais mais baratos e manipuláveis, como papel, isopor, espuma, madeira e argila, o que gera economia de tempo e recurso para fazer os ensaios do projeto. A Figura 5 mostra imagens de modelos feitos esculpindo-se manualmente espuma de poliestireno, para explorar as formas, e modelo de aparência produzido com precisão por máquinas CNC, com o intuito de apresentar a forma e as proporções para uma audiência mais ampla (HALLGRIMSSON, 2012).

Figura 5: Modelos esculpidos manualmente (A) e modelo produzido em máquina CNC (B).



Fonte: Hallgrimsson (2012, p.37 e p.38)

Com relação aos meios e técnicas utilizados para a confecção de modelos, Hallgrimsson (2012) afirma que todos os modelos físicos costumavam ser construídos manualmente, mas que, atualmente, novas tecnologias possibilitam a produção de maneira automatizada a partir de modelos utilizando máquinas controladas por computador. O autor afirma que o fato de existirem novas tecnologias “pode criar a impressão que os protótipos não precisarão mais ser feitos à mão, mas isso está longe de ser verdade” e que há, de fato, uma convergência entre habilidades de trabalho à mão e no computador (tradução livre) (HALLGRIMSSON, 2012, p.8).

3.3. Um Catálogo de Recursos para a Criação de Representações Visuais

Os resultados da pesquisa sobre os tipos de RVs encontrados na literatura foram organizados de forma esquemática, gerando quadros que sintetizam as principais informações sobre cada representação. Esta síntese permite uma visualização e um entendimento conciso dos tipos de RV, criando um catálogo a partir do qual o designer pode avaliar e selecionar representações adequadas, considerando as funções que a RV deve cumprir em seu projeto e as ferramentas e

materiais aos quais tem acesso. O Quadro 1 apresenta dados sobre as RVs bidimensionais e o Quadro 2 apresenta as informações destacadas para as RVs tridimensionais.

Quadro 1: Síntese dos tipos de representações visuais bidimensionais

| <i>RV</i> | <i>Forma de execução</i> | <i>Meio de execução</i> | <i>Recursos comumente utilizados</i> | <i>Caraterísticas relacionadas ao meio e à forma de execução</i> |
|-------------------------|----------------------------------|--|--|---|
| Desenho manual rápido | Manual | Físico | Papel, lápis, caneta, marcador. | - Recursos acessíveis. - Facilita visão conjunta dos desenhos. |
| | Manual | Híbrido (movimentos realizados em meio físico, traços gerados em meio virtual) | Mesa digitalizadora, computador e <i>software</i> de processamento de imagens. | - Otimiza processos de ajuste e ensaio da forma. - Facilita armazenamento e compartilhamento virtual. |
| Desenho de apresentação | Manual | Físico | Papel, lápis, caneta, marcador, giz pastel. | - Acabamento rápido e expressivo. |
| | Manual | Híbrido (movimentos realizados em meio físico, traços gerados em meio virtual) | Base digitalizadora, computador e <i>software</i> de processamento de imagens | - Otimiza testes de cor e acabamento. - Mantém características do acabamento manual, como a gestualidade. |
| | Interface digital | Virtual | Computador e <i>software</i> de processamento de imagens. | - Otimiza testes de cor e acabamento. - Facilita alterações rápidas. |
| | Interface digital + Automatizada | Virtual | Computador e <i>software</i> de renderização. | - Permite testes com aspecto fotorrealista. - Imagens assemelham-se ao produto fabricado. |
| Desenho técnico | Manual | Físico | Papel, lapiseira, régua paralela, esquadro, compasso. | - Demanda tempo e habilidade para realizar desenho limpo e preciso. |
| | Interface digital | Virtual | Computador e <i>software</i> de detalhamento. | - Funciona como uma prancheta virtual. - Otimiza tempo, oferece precisão, facilita correções. |
| | Interface digital + Automatizada | Virtual | Computador e <i>software</i> de modelagem 3D que gere detalhamento técnico. | - Integra desenho e modelo otimizando processo de ajustes e alterações. - Facilita correções e oferece precisão. |

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 2: Síntese das representações visuais tridimensionais

| <i>RV</i> | <i>Forma de execução</i> | <i>Meio de execução</i> | <i>Recursos comumente utilizados</i> | <i>Caraterísticas principais</i> |
|----------------|--------------------------|-------------------------|---|--|
| Modelo virtual | Interface digital | Virtual | Computador e <i>software</i> de modelagem tridimensional. | - Representação precisa. - Permite realizar simulações virtuais antes da produção. - Base para a fabricação digital. |

| RV | Forma de execução | Meio de execução | Recursos comumente utilizados | Caraterísticas principais |
|---------------|---|--|--|--|
| Modelo físico | Manual | Físico | Técnicas como: poliuretano expandido; moldagem de isopor; construção com papelão, etc. | - Possibilita liberdade de conformação e pode contribuir para o processo criativo. - Baixo grau de precisão. - Demanda longo tempo e habilidade para execução. |
| | Interface digital + Automatizada + Manual | Híbrido (modelo realizado manualmente em meio físico, usando partes geradas por fabricação digital) | Técnicas como: <i>fishbone</i> com base feita por corte a <i>laser</i> ; molde feito por impressão 3D. | - Otimiza o tempo de produção do modelo. - Oferece maior precisão. |
| | Interface digital + Automatizada | Híbrido (modelagem 3D e programação de produção feitas em meio virtual; peça fabricada em meio físico) | Tecnologias de fabricação digital, que integram CAD-CAM (Ex: <i>router</i> ; corte a <i>laser</i> ; impressão 3D). | - Possibilita a produção de peças precisas em diversos tamanhos e materiais, de acordo com as tecnologias existentes. - Pode ter alto custo de produção. |

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4. Estudo de Caso: Representações Visuais Utilizadas no Projeto de uma Garrafa PET

O projeto relatado neste estudo aconteceu no âmbito da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com o apoio do Centro Regional de Inovação de Transferência Tecnológica (CRITT), e consistiu no desenvolvimento de uma garrafa produzida em polímero PET pelo processo de sopro, para envase e comercialização de bebida esportiva à base de cana-de-açúcar. O projeto foi coordenado pelos autores e teve participação de dois discentes do curso de Graduação em Design da UFJF. As atividades e etapas definidas para o desenvolvimento do projeto foram baseadas nos métodos de projeto propostos por Baxter (2011) e Löbach (1976). O projeto teve duração de cinco meses e o método de trabalho adotado foi organizado da seguinte forma:

- Etapa 1 – Pesquisa e Conceituação: atividades de pesquisa sobre o público alvo e o nicho mercado; análise de produtos concorrentes e similares, investigação sobre o processo produtivo e limitações técnicas; proposta de conceito e inspiração formal.
- Etapa 2 – Geração: realização de desenhos para proposição de diversas soluções formais; refinamento das propostas; apresentação para o cliente.
- Etapa 3 – Execução: ajustes e realização de modelagem virtual do produto final; construção de modelo físico; elaboração da documentação técnica; entrega.

Durante as duas últimas etapas, que se referem ao desenvolvimento formal do produto, diversas RVs foram utilizadas, cumprindo diferentes propósitos ao longo do trabalho. A seguir são apresentadas estas RVs, detalhando características, funções, e motivos para escolha de cada uma das formas representação.

3.4.1. Representações Visuais Utilizadas na Etapa 2 – Geração

Nesta etapa do projeto o foco principal era a concepção formal da garrafa, respeitando as diretrizes pautadas para o produto e considerando as possibilidades e restrições do processo

produtivo. A atividade de geração de alternativas, que visava a experimentação e a proposição de soluções formais, consistiu em várias rodadas de desenho, resultando em um grande volume de registros. A principal RV aplicada para essa atividade foi o desenho manual rápido.

A escolha deste tipo de RV se deu principalmente porque (i) a equipe tinha conhecimento da importância da realização de desenhos à mão livre como parte do processo criativo e optou por não utilizar, nesta etapa, recursos como a modelagem virtual; (ii) o desenho em meio físico requer ferramentas simples, o que permitiu acesso fácil aos materiais. Apesar da Universidade dispor de mesas digitalizadoras para empréstimo, o que permitiria fazer os *sketches* em meio virtual, os equipamentos têm horário de uso restrito e a equipe não teria flexibilidade para trabalhar em outros ambientes.

Neste contexto, o *sketch* feito em suporte físico permitiu o registro eficiente e dinâmico de grande número de soluções formais, possibilitando a comunicação e discussão das ideias entre os membros da equipe e servindo como documentação da evolução do projeto. Nas sessões de revisão, os desenhos eram espalhados sobre uma superfície, como mostrado na Figura 6, o que permitia ter uma visão geral das várias propostas, organizá-las, reagrupá-las e fazer anotações à medida que eram discutidas e analisadas.

Figura 6: Folhas de *sketch* espalhadas durante uma das sessões de discussão da equipe



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao final da etapa de Geração, houve uma apresentação das melhores propostas para que o cliente pudesse avaliar e escolher. Neste contexto, o tipo de RV escolhido foi o *render*, por propiciar uma boa visualização dos aspectos formais do produto acabado. A equipe optou por apresentar um *render* realizado manualmente, em meio físico. As principais razões para a escolha foram: (i) o desenho feito à mão é mais expressivo e transmite a ideia de que o projeto ainda está aberto para discussão, o que era importante neste momento; (ii) a equipe tinha as ferramentas necessárias para esse tipo de representação e um dos participantes tinha domínio de técnicas rápidas de renderização manual, o que permitiu a realização de efetivos desenhos de apresentação em pouco tempo.

O *render* manual permitiu a apresentação das opções formais ao cliente de maneira sucinta e esquemática, propiciando a discussão sobre detalhes da forma. Uma vantagem foi a possibilidade de elaborar desenhos complementares, utilizando a mesma linguagem de representação manual, para evidenciar aspectos formais que conectam as propostas ao conceito do projeto. A Figura 7 mostra *slides* usados na apresentação feita ao cliente, que exemplificam o uso de desenhos complementares em conjunto com os *renderings* manuais.

Figura 7: *Renderings* de diferentes opções formais, feitos para apresentação ao cliente



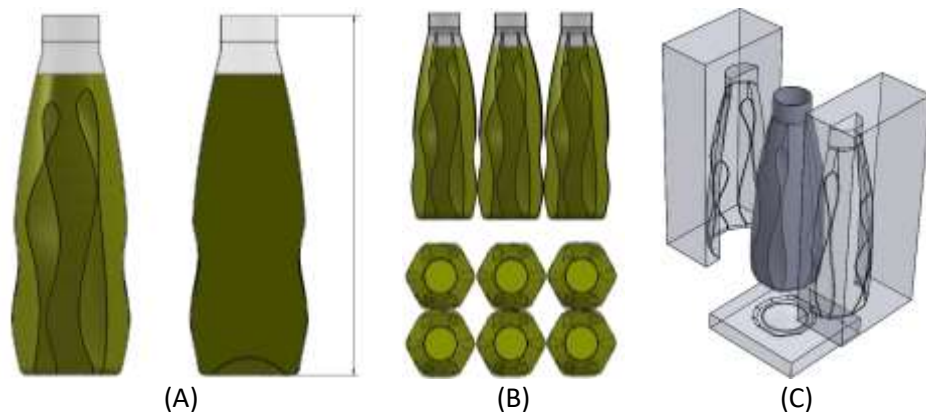
Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.2. Representações Visuais Utilizadas na Etapa 3 – Execução

Na etapa final do projeto a solução formal já estava definida e as principais atividades consistiam em ajuste da forma, representação tridimensional e documentação do produto. A primeira RV utilizada nesta etapa foi o modelo virtual tridimensional construído em *software* de modelagem tridimensional paramétrica. Este método de RV foi escolhido pois (i) permite acesso aos recursos que avaliam, testam e ajustam aspectos importantes da forma, com o devido rigor e precisão requeridos; (ii) possui recursos que permitem gerar, de forma automatizada, o detalhamento técnico do produto; (iii) possibilita integração com plataformas CAM, o que viabiliza a fabricação digital de um modelo físico.

Neste contexto, a representação do produto por meio de um modelo virtual tridimensional permitiu que a forma do produto fosse refinada com precisão, possibilitando vários ensaios e viabilizando a realização de uma série de ajustes e testes que seriam onerosos e trabalhosos no meio físico. A Figura 8 ilustra a aplicação desta RV para a definição da volumetria do recipiente, para teste dos pontos de contato das garrafas quando compactadas para transporte e para aferição dos ângulos de saída da forma para fabricação em molde de sopro. Outros aspectos que puderam ser ajustados com o uso dessa RV foram o tamanho do gargalo do recipiente para encaixe com tampa-padrão e o posicionamento dos rebaixos no corpo da garrafa para propiciar uma boa superfície de pega e aderência à mão do usuário.

Figura 8: Imagens geradas a partir do modelo virtual para demonstração da volumetria (A), dos pontos de contato do conjunto de garrafas (B) e da relação entre a forma e o molde (C)



Fonte: Elaborado pelos autores

A partir do modelo virtual foi possível gerar outras duas RVs importantes para essa etapa final do projeto: o modelo físico fabricado por tecnologia de impressão 3D e o detalhamento técnico do produto. A impressão 3D foi escolhida como o meio mais adequado para produção do modelo físico, pois (i) a equipe tinha conhecimento das tecnologias de impressão 3D que facilitariam a fabricação de modelo com elevado nível de precisão e acabamento para este produto; (ii) a equipe tinha acesso aos recursos necessários para esta fabricação por meio de um dos laboratórios da Universidade.

O modelo físico mostrado na Figura 9 foi usado para apresentação ao cliente, teste antropométrico de pega e teste de conformação do rótulo termo-moldável. A impressão 3D permitiu a representação da forma do produto de maneira precisa e eficiente, resultado que dificilmente seria alcançado com recursos manuais de construção de modelo, considerando a natureza e complexidade da forma (volume oco de paredes finas e linhas orgânicas).

Figura 9: Imagens do modelo físico fabricado por impressão 3D

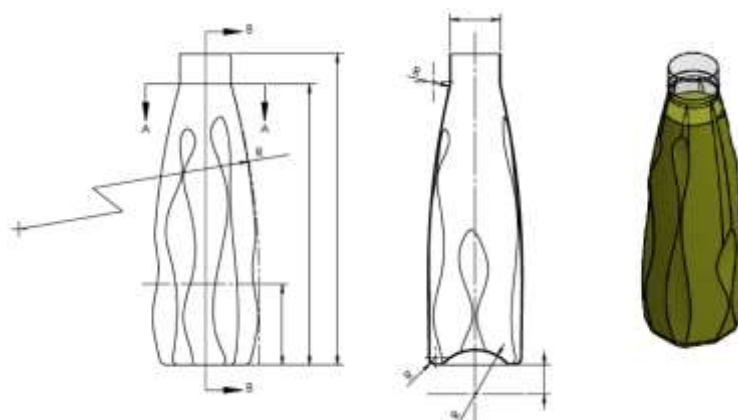


Fonte: Elaborado pelos autores

A última RV produzida para apresentação do projeto foi o desenho técnico, mostrado na Figura 10, realizado utilizando o mesmo *software* de modelagem paramétrica. O *software* utiliza a geometria do modelo virtual para gerar as vistas ortográficas do produto e oferece ferramentas para a construção do desenho completo, como a inserção de cotas e vistas especiais, por exemplo. A escolha por este meio automatizado de construção do detalhamento se deu de forma natural, considerando que: (i) a equipe tinha acesso aos recursos necessários para realizar a RV desta maneira; (ii) a automatização da construção das vistas ortográficas e a integração com o modelo virtual otimizam o tempo de elaboração do desenho e possibilitam a atualização imediata das vistas em caso de ajuste na forma do modelo virtual.

No contexto deste projeto, o desenho técnico serviu para documentar de maneira inequívoca a forma do produto, de acordo com a linguagem gráfica técnica normatizada, adotada pela indústria nacional. Além disso, o desenho técnico compôs o material final de entrega do projeto, juntamente com o arquivo de modelagem virtual e o modelo físico. Estas três RVs foram entregues ao cliente como parte da documentação final do projeto.

Figura 10: Partes do desenho técnico do produto







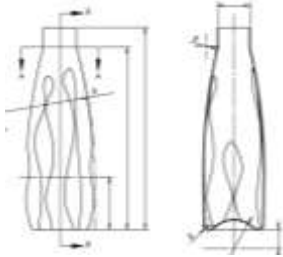
Fonte: Elaborado pelos autores

4. Discussão de Resultados

O projeto apresentado no estudo de caso evidenciou aspectos práticos da utilização de RVs no contexto de desenvolvimento de um novo produto. O Quadro 3 organiza uma síntese deste relato, apresentando os tipos de RV utilizados e a função que cumpriram no projeto, além dos meios e recursos escolhidos para estas representações.

Quadro 3: Síntese das RVs utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto

| RV | Forma e meio de execução | Recursos utilizados | Imagem de exemplo da RV | Principais função no projeto |
|-----------------------|--------------------------------|---|--|---|
| Desenho manual rápido | Execução manual em meio físico | Papel e caneta esferográfica |  | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de ideias e estímulo ao desenvolvimento de diversas soluções formais; - Comunicação com a equipe de projeto; - Documentação das propostas e da evolução do projeto. |
| Render | Execução manual em meio físico | Papel, caneta, esferográfica e lápis de cor |  | <ul style="list-style-type: none"> - Visualização refinada da forma e do acabamento; - Apresentação ao cliente para avaliação e escolha. |
| Modelo virtual | Interface digital | Computador e software de modelagem tridimensional paramétrica |  | <ul style="list-style-type: none"> - Ajuste de detalhes da forma; - Testes (ex: compactação para transporte, volumetria); - Base para fabricação de modelo físico e elaboração do desenho técnico; - Parte da documentação final para entrega do projeto. |

| <i>RV</i> | <i>Forma e meio de execução</i> | <i>Recursos utilizados</i> | <i>Imagem de exemplo da RV</i> | <i>Principais função no projeto</i> |
|-----------------|---|--|--|---|
| Modelo físico | Automatizada, fabricada em meio físico a partir de modelo virtual | Computador, impressora 3D e filamento PETG |  | <ul style="list-style-type: none"> - Teste antropométrico de pega e manuseio do produto; - Teste de conformação do rótulo termo-moldável; - Parte da documentação final para entrega do projeto. |
| Desenho técnico | Automatizada, gerada em meio virtual a partir de modelo virtual | Computador e <i>software</i> de modelagem tridimensional paramétrica |  | <ul style="list-style-type: none"> - Registro da forma do produto em linguagem técnica normatizada; - Parte da documentação final para entrega do projeto. |

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao refletir sobre a maneira como as RVs foram escolhidas ao longo do projeto, consideramos que as definições aconteceram de forma orgânica e foram pautadas principalmente por três fatores: (i) o conhecimento prévio da equipe a respeito das características, capacidades e funções das várias RVs existentes, identificadas no Quadro 1; (ii) as experiências prévias da equipe e a familiaridade com a execução de alguns tipos de RVs; e (iii) a disponibilidade de recursos essenciais no uso das referidas RVs (equipamentos, insumos e tempo).

Ao avaliar a adequação das RVs e dos meios de execução utilizados, consideramos que as escolhas geraram resultados positivos dentro do esperado, pois cumpriram com eficiência suas funções no contexto deste projeto. Ao considerar em retrospecto, por exemplo, a possibilidade de execução dos *sketches* iniciais em meio virtual, utilizando mesas digitalizadoras, concluímos que este formato dificultaria as sessões de avaliação conjunta dos desenhos, que foram produtivas e cruciais para o avanço do projeto, considerando o tempo necessário dentro das possibilidades dos participantes. Mas é inegável que a utilização das plataformas digitais nesta etapa poderia ampliar as possibilidades de representação, ainda que em conjunto com o desenho manual rápido. Outro exemplo é o uso do *render* manual para apresentação das propostas para escolha do cliente. Caso a imagem do produto fosse gerada em um programa de renderização, por exemplo, o resultado seria uma imagem fotorrealística e os desenhos complementares, importantes para evidenciar a relação entre a forma e o conceito, poderiam ficar fora de contexto.

Aprofundando esta reflexão, pautada também pela revisão de literatura, observamos que alguns tipos de RVs têm características que as tornam ímpares para algumas funções, independentemente do contexto do projeto. O desenho manual, por exemplo, seja em meio físico ou virtual, é um recurso ímpar para propiciar o registro rápido de ideias e o estímulo da criatividade nas etapas iniciais do projeto (GOLDSHIMIT, 2007; PIPES, 2010; STRAUB et al., 2004). Outro exemplo é a utilização de meios virtuais para a elaboração do desenho técnico, que é inigualável em termos de precisão, economia de tempo e facilidade de ajuste e correção,

se comparada ao desenho técnico manual em meio físico (JULIÁN; ALBARRACÍN, 2006; PIPES, 2010).

Por outro lado, muitas características da RVs são neutras, sendo a escolha dos tipos e meios determinada pelo contexto do projeto. No caso de equipes trabalhando à distância, por exemplo o desenho manual, que é ideal para as etapas iniciais do projeto, pode ser mais facilmente compartilhado se for feito em meio virtual (STRAUB et al., 2004). Com relação à execução de modelos físicos, para produtos maiores, como automóveis ou peças de mobiliário, a impressão 3D pode ser um processo demorado e oneroso, podendo ser mais adequado trabalhar com modelos físicos fabricados manualmente com auxílio de fabricação digital, com estrutura cortada a laser, por exemplo (HALLGRIMSSON, 2012).

Com relação ao uso de meios físicos e virtuais, é interessante notar que, mesmo que estes meios sejam diferenciados quando tratamos das definições e características das RVs, na prática, o uso de ambos é integrado e complementar. De fato, muitas representações são feitas de forma híbrida, passando por processos no meio físico e virtual. Ao tratar desta inter-relação, Hallgrimsson (2012, p.8) afirma que, “não é uma questão de físico *versus* digital, mas sim uma questão de como as duas abordagens se complementam da melhor maneira” (tradução livre). Nesse sentido, Straub et al. (2004, p.11) afirmam que a mescla de recursos manuais e digitais de representação permite ao designer industrial potencializar sua competência e que “a combinação do ponto forte de cada ferramenta, mesclando expressão intuitiva e lógica dedutiva, pode enriquecer enormemente o processo de trabalho”.

Ao observar a ordem cronológica de uso das RVs ao longo do projeto, é interessante notar como o nível de precisão na representação das formas acompanha a evolução do projeto. No início, são usadas imagens de teor ambíguo ou que deem margem à discussão e interpretação, favorecendo o processo criativo. À medida que o projeto avança, as RVs empregadas apresentam a forma de maneira precisa e detalhada. As representações finais, como com o modelo virtual e o desenho técnico, eliminam possibilidade de leitura ambígua ou interpretação, sendo o registro visual final da forma para produção.

Por fim, observamos que algumas RVs, além de cumprirem a função básica de visualização do projeto, integram a documentação final de entrega do projeto. Nesse sentido, as RVs, no contexto de um projeto de design, não são só meios para representação do projeto, mas são um resultado, um produto-fim do desenvolvimento.

5. Considerações Finais

Este estudo apresentou um levantamento, realizado por meio de revisão bibliográfica, dos principais tipos de representações visuais utilizadas em um projeto de design de produto e discutiu aspectos relacionados à escolha e aplicação prática destas RVs no contexto de um projeto real, por meio da exposição de um estudo de caso.

A discussão dos resultados evidencia a sumária importância das RVs do processo de design, seja no suporte ao desenvolvimento de ideias, na comunicação entre aqueles que trabalham em conjunto ou ainda no registro cronológico da evolução do projeto. Com relação aos fatores relevantes para a escolha das RVs, o conhecimento sobre as representações e a disponibilidade das ferramentas são apontados como determinantes. Acerca do uso de meios físicos e virtuais, conclui-se que são integrados e complementares, utilizando-se recursos híbridos para um grande número de representações.

Sobre a efetividade da RV para registro e comunicação de ideias, identificou-se que seu sucesso depende principalmente (i) da sua adequação à etapa de desenvolvimento do projeto – etapas iniciais permitem representações mais livres e etapas finais demandam representações mais precisas; (ii) das circunstâncias de uso – equipes trabalhando presencialmente ou à distância podem requerer recursos diferentes, por exemplo; e (iii) de especificidades do projeto – tipos de produtos diferentes podem demandar recursos diferentes para representação, de acordo com seu tamanho, geometria e funcionamento, por exemplo.

Considerando a realização de estudos futuros sobre representações visuais em projetos de design, identifica-se a oportunidade de pesquisa acerca de novas tecnologias, como a realidade expandida, a realidade aumentada e as ferramentas de *sketch* tridimensional, que, apesar do crescente uso em projetos, ainda têm registro incipiente na literatura.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa KANA UP e ao empresário Pablo Mendes pela oportunidade de desenvolvimento do projeto e pela permissão para divulgação da pesquisa; à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ao Centro Regional de Inovação e Transferência Tecnológica (CRITT) e à Fundação de Apoio e Desenvolvimento ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FADEPE), pela gestão dos trâmites e recursos necessários para a execução do projeto; ao Núcleo de Ensaio e Virtualidades (NUVEN Design Lab) pela estrutura para a fabricação dos modelos; e aos alunos Valdinei Bastos e Vitória Almeida pelo trabalho dedicado ao projeto.

Referências

- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: Guia prático para o design de novos produtos. 3ª edição. São Paulo: Blucher, 2011. 344 p.
- DELFT DESIGN DRAWING. **A design sketching guide**: Design Visualization. Delft: Delft University of Technology, 2018. 71p. Disponível em:
<http://www.delftdesigndrawing.com/uploads/2/0/4/9/20493508/reader_final5_lqq.pdf>. Acesso em: 12 set. 2020.
- DOMINGOS, Denilson. **Protótipo de um sistema de modelagem paramétrica de sólidos**. Universidade Regional de Blumenau. Santa Catarina, Blumenau. 2002.
- EISSEN, Koos; STEUR, Roselien. **Sketching**: The Basics. Amsterdam: BIS Publishers, 2011. 202 p.
- EVANS, Mark Andrew. **Model or prototype which, when and why?**. IDATER 1992 Conference contribution, Loughborough University, 1992. Disponível em:
< <https://hdl.handle.net/2134/1056>>. Acessado em: 26 de setembro de 2020.
- EVANS, Mark Andrew. **The integration of Rapid Prototyping within Industrial Design Practice**. 2002. Tese - Faculty of Social Sciences and Humanities, Department of Design And Technology, Loughborough University, 2002.
- FERNANDES, Stefan von der Heyde; SILVA, Tânia Luisa Koltermann da. **Tipos de desenhos aplicados ao design de produto**. Educação Gráfica, v. 18, n. 2, p.94-110, 2014.
- GOLDSCHMIDT, Gabriela. Design Representation: Private Process, Public Image. In: Goldschmidt G., Porter W.L. (eds) **Design Representation**. Springer, Londres, 2004. cap. 9, p. 203-217. DOI: 10.1007/978-1-85233-863-3_9

- GOLDSCHMIDT, Gabriela. To see eye to eye: the role of visual representations in building shared mental models in design teams. **CoDesign**, v. 3, n. 1, p.43-50, março 2007. DOI: 10.1080/15710880601170826
- HALLGRIMSSON, Bjarki. **Prototyping and modelmaking for product design**. Londres: Laurence King, 2012. 192 p.
- HENRY, Kevin. **Drawing for Product Designers**. Londres: Laurence King, 2012. 208 p.
- HOFTIJZER, Jan; SYPESTEYN, Mark; NIJHUIS, Jort; REUVER, Rik De. A typology of design sketches, defined by communication factors: The case study of the thule yepp next child bike seat. **Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education, E and PDE 2018**. London, United Kingdom, 2018.
- HUA, Min; HAN, Ji; WANG, Pan; HUANG, Shan. Towards A Comprehensive Understanding of Design Sketch: A Literature Review of Design Sketch Taxonomy and Considerations for Future Research. **Ideology**, v. 3, n. 3, p.261-277, 2018.
- JULIÁN, Fernando; ALBARRACÍN, Jesús. **Desenho para Designers Industriais**. 1ed. Portugal: Estampa, 2006. 189 p.
- LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. 1ª. ed. São Paulo: Blucher, 1976. 206 p.
- LUGT, Remko van der. How sketching can affect the idea generation process in design group meetings. **Design Studies**, v. 26, n. 2, p.101-122, 2005. DOI: 10.1016/j.destud.2004.08.003
- MUNARI, Bruno. **Design e comunicação visual: Contribuição para metodologia didática**. Tradução: Daniel Santana. 1ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011. 350 p.
- OLOFSSON, Erik; SJÖLÉN, Klara. **Design Sketching**. [S.l.]: KEEOS Design Books, 2005.
- PAZMINO, Ana Veronica; PUPO, Regiane; MEDEIROS, Ivan. Modelos de diversas fidelidades no processo de design iterativo. **Anais do 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design** [= Blucher Design Proceedings, v. 1, n. 4], p. 1136-1143, São Paulo: Blucher, 2014. DOI: 10.5151/designpro-ped-01028
- PEI, Eujin; CAMPBELL, Ian; EVANS, Mark. A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. **The Design Journal**, v. 14, n. 1, p.64-91, 2011. DOI: 10.2752/175630610X12877385838803
- PIPES, Alan. **Desenho para designers: Habilidades de desenho, esboços de conceito, design auxiliado por computador, ilustração, ferramentas e materiais, apresentações, técnicas de produção**. Tradução: Marcelo A. L. Alves. São Paulo: Blucher, 2010. 223 p.
- PURCELL, A. T.; GERO, J. S. Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology. **Design Studies**, v. 19, n. 4, p.389-430, 1998. DOI: 10.1016/S0142-694X(98)00015-5
- SCHENK, Pam. Developing a taxonomy on drawing for design. IASDR 2007. **International Association of Societies of Design Research**. The Hong Kong Polytechic University. 12th to 15th november 2007.
- SENNA, Carlos Eduardo; SCHUCH, Juliana Xavier; ROCHA, Paula Amaral da; GODOY, Veridiana De Meo Oliveira. O sketch aplicado no design de produto. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**. v. 4, n. 2, p.23-37, 2016.
- SPECK, Henderson José. **Avaliação comparativa das metodologias utilizadas em programas de modelagem sólida**. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- STRAUB, Ericson; CASTILHO, Marcelo; QUEIRÓZ, Hélio de; BIODAN, Paulo. **ABC do rendering**. Curitiba: Infolio Editorial, 2004. 144 p.