



**18º ERGODESIGN  
& USIHC 2022**

## A representação tridimensional física e a ergonomia no projeto de produtos: a visão de professores, estudantes e profissionais do Design

### *Three-dimensional (3D) physical representation and Ergonomics in product design: Points of view of teachers, design students, and design professionals.*

Paula dos Santos Maia; Universidade Federal do Maranhão; UFMA  
Lívia Flávia de Albuquerque Campos; Universidade Federal do Maranhão; UFMA

#### **Resumo**

O presente artigo contém um panorama da contribuição da representação tridimensional física e a Ergonomia no projeto de produtos, a partir da visão de estudantes, professores e profissionais de mercado, atuantes no Design. Por meio da aplicação de entrevistas e questionários, os resultados apontaram que há diferenças quanto ao uso da representação tridimensional física e da Ergonomia, na Academia e no Mercado, dependendo da finalidade, em projetos de Design do produto. Os fatores do assunto do projeto, o tempo de execução, e o tipo de tecnologia disponível para produzi-las foram os mais indicados. Considera-se que tais diferenças podem contribuir para uma melhor abrangência e compreensão técnica das representações no campo projetual do Design.

Palavras-chave: Representação Tridimensional, Design de Produtos, Ergonomia

#### **Abstract**

*This paper shows an overview of the contribution of three-dimensional (3D) physical representation and Ergonomics in product design: Points of view of teachers, design students, and design professionals. Through the application of interviews and questionnaires the results showed that there are differences regarding the use of three-dimensional physical representation and Ergonomics in the Academy and in the Market depending on the purpose in product Design projects. The subject matter of the project the execution time and the type of technology available to produce the most suitable items. Consider that these differences can contribute to a better comprehensiveness and technical understanding of representations in the projective field of design.*

*Keywords: Three-dimensional Representation, Product Design, Ergonomics*



## **1. Introdução**

Sabe-se que é fundamental a descrição em meios físicos do projeto e de sua concepção. Antes, era necessário um modelo, um objeto pronto que servisse de exemplo para os demais, e depois as demandas se tornaram mais complexas (ROMEIRO FILHO, 2006). Partindo do ponto de vista que a Ergonomia adequa as capacidades e limitações humanas, bem como, as características do ambiente durante o projeto do trabalho, contribuindo para solucionar um grande número de problemas sociais relacionados com a saúde, segurança, conforto, eficiência e a redução da probabilidade de ocorrência dos acidentes (DUL, 2012). O presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de dissertação, que objetivou compreender qual a contribuição da representação tridimensional física, e a Ergonomia no projeto de produtos, a partir da visão de estudantes, professores e profissionais de mercado, atuantes no Design.

## **2. A representação tridimensional no Design**

A representação tridimensional no Design é um instrumento de abordagem crucial, utilizada para a comunicação, desenvolvimento e materialização de ideias, indispensável à concepção de objetos e à cultura projetual (MARTINS, 2010). Essas representações tridimensionais podem ser realizadas tanto no meio físico quanto no meio virtual (FERROLI, 2012).

### **2.1 Os diferentes termos e técnicas associados à representação 3D física de produtos**

Volpato (2007) divide as representações em dois grupos: (i) aquelas relativas às fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos (e.g., maquetes, modelos volumétricos, de apresentação, mock-ups); e (ii) aquelas utilizadas nas fases mais adiantadas do processo (e.g., protótipos).

Por outro lado, Barbosa (2009) aponta alguns outros termos como: *Croqui*; *Sketch*; *Layout*; Desenho Técnico; *Rendering*; Modelo; Modelo Volumétrico; Modelo de Apresentação; Maquete; *Mock-up*; Protótipo; Protótipo Físico ou Visual; Protótipo Virtual ou Analítico; Protótipo Focalizado ou Parcial; Protótipo Funcional ou Completo.

No entanto, pretendeu-se nessa pesquisa mostrar e especificar os termos relacionados às representações tridimensionais físicas. Nesse caso, além dos citados por Barbosa (2009), adicionaram-se mais alguns termos encontrados na verificação da literatura científica, da área de Design, sintetizando-os e concentrando-os da seguinte forma: Materialização; Moldes, Modelos, Modelagem; Maquetes e Maquetismo; *Mock-ups*, Protótipos e Prototipagem e o Piloto.

#### **2.1.1 Materialização**



A Materialização consiste no ato pelo qual a matéria recebe forma (BUENO, 2007). Em Design, exteriorizar intencionalmente uma ideia que será a resposta a um problema detectado é um aspecto crucial (PONTE, 2013).

### **2.1.2 Moldes, modelos e modelagem**

O molde é uma ferramenta composta, geralmente, pelos sistemas de: cavidades formação do produto, alimentação, resfriamento e extração, deve permitir o preenchimento da geometria do produto moldado, assegurando a reprodutibilidade dimensional e extração da peça (SANTOS, 2015).

O termo modelo está relacionado à produção ou reprodução de um objeto tendo como base um já produzido - o exemplo, o ideal, a referência ou padrão, dependendo do universo de estudo (ROZESTRATEN, 2004). É um termo que pode assumir diversos tipos de significados dependendo da área de conhecimento (COSTA, 2013).

A modelagem, na língua portuguesa, é um ato essencialmente material e tridimensional, porém, no idioma inglês o termo “*model*” associa-se tanto a uma maquete física como a impressão no plano de uma perspectiva produzida a partir da modelagem geométrica ou manual (COSTA, 2013). Ou para modelos de partes humanas, como em Pereira (2015) e Nishimura *et al.* (2016).

### **2.1.3 Maquete, maquetismo e *mock-up***

A maquete é um termo bastante utilizado na arquitetura. Existem nomenclaturas distintas: as maquetes topográficas (maquetes de terreno, de paisagem e de jardins); as maquetes de edificações (maquetes urbanísticas, de edifícios, de estruturas, de interiores e de detalhes) e as maquetes específicas (maquetes de Design e de móveis e objetos) e etc. (WOLFGANG, 2003).

O maquetismo é geralmente associado a modelos reduzidos de projetos de arquitetura e urbanismo, ou seja, as maquetes. Porém, esse termo é de igual modo utilizado no campo da indústria de modelos de peças de elevado porte, tais como automóveis, barcos e aeronaves (LIMA, 2011). O *mock-up* é um modelo preliminar, em tamanho natural e dimensões precisas, geralmente de madeira, feito para testes e estudos da aparência final de máquinas, equipamentos ou veículos (FERREIRA, 2010).

### **2.1.4 Protótipo, prototipagem e piloto**

Os protótipos usam apenas a escala natural 1:1; devem ser iguais ao do produto final e possuir uma funcionalidade passível de ser explorada. A confecção do protótipo inicia-se paralelamente ao uso dos modelos, avançando assim até o início da produção do produto em desenvolvimento (BAXTER, 2000).

A prototipagem possui três processos distintos nomeados como: a prototipagem física (que consiste na realização manual de objetos com o uso de ferramentas básicas (porcas, pregos e parafusos); a prototipagem digital (que exige a criação de modelos digitais tridimensionais



através de softwares como CAD, *SolidWorks*, entre outros) e a prototipagem rápida (originada de um modelo físico tridimensional utilizando máquinas como *CNC*, *FDM* e *SLS* que realizam a leitura de coordenadas num ficheiro digital)(BEZERRA; 2014).

O piloto é produzido após as provas de protótipos e as especificações operacionais serem satisfatoriamente atendidas e geralmente significa uma produção em quantidade limitada (BURGELMAN *et al.*, 2013).

### **3. Parâmetros ergonômicos na representação tridimensional física de produtos**

A finalidade da representação tridimensional para a questão da Usabilidade e dos estudos ergonômicos é justamente envolvendo os testes de usabilidade. Porém, existem diferentes testes que podem ser realizados, durante o desenvolvimento do projeto. É importante conhecer primeiro as variáveis ergonômicas e de usabilidade envolvidas no projeto para em seguida partir para o desenvolvimento do produto até a obtenção de protótipos a serem avaliados (PASCHOARELLI, 2006). Assim, isso nos leva a crer que, nas fases preliminares de desenvolvimento do produto, sob a abordagem do Design Ergonômico, geralmente durante os sistemas convencionais de confecção, os protótipos e *mock-ups* são os mais empregados.

### **4. Métodos e Técnicas**

Este estudo foi de cunho exploratório-descritivo, com uma abordagem qualitativa que envolveu levantamento bibliográfico, entrevistas e questionários com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado (GIL, 2008).

#### **4.1. Caracterização da amostra**

Contataram-se estudantes e professores da graduação em Design, vinculados às 08 (oito) primeiras Instituições de Ensino Superior em Design do Brasil, consideradas pelo *ranking* da Folha (2016) com os melhores cursos de Design (Tabela 1, abaixo).



**Tabela 1 – Ranking universitário do país (RUF) com os oito melhores cursos de Design para o ano de 2016**

Posição no país ▲	Nome da Instituição	UF	● Pública ● Privada	Avaliação do mercado	Qualidade de ensino	Doutorado e Mestrado	Enade	Professores com dedicação integral e parcial	Avaliadores do MEC
1º	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	RS	●	5º	1º	5º	1º	1º	3º
2º	Universidade de São Paulo (USP)	SP	●	1º	3º	1º	-	1º	1º
3º	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	RJ	●	5º	2º	6º	42º	1º	2º
4º	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	MG	●	5º	4º	8º	4º	1º	6º
5º	Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM)	SP	●	1º	10º	43º	25º	96º	6º
6º	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	SC	●	18º	5º	7º	20º	1º	6º
7º	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)	SP	●	18º	6º	2º	26º	50º	4º
8º	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO)	RJ	●	5º	9º	31º	40º	123º	4º

Fonte: Folha de São Paulo (2016)

E incluiu-se a Universidade Federal do Maranhão (UFMA), a Universidade Estadual do Pará (UEPA) e o Instituto Federal do Piauí (UFPI). Do ponto de vista do mercado, existem 683 (seiscentos e oitenta e três) escritórios de Design no Brasil (Centro Brasil Design, 2014). Porém, realizou-se uma triagem de verificação da adequação aos critérios dessa pesquisa que resultou em 130 (cento e trinta) escritórios contatados.

## 4.2 Materiais

Aplicaram-se entre os participantes da pesquisa 03 (três) tipos de questionários disponíveis eletronicamente e seguindo os termos de consentimento e sigilo, sendo: 01 (um) para o perfil Estudante da graduação em Design; 01 (um) para o perfil Professor da graduação em Design e 01 (um) para o perfil Designer/Escritório de Design.

O objetivo do questionário *on line* era de coletar informações sobre a compreensão da representação tridimensional no desenvolvimento do projeto de produtos e efetuaram-se, também, entrevistas abertas semiestruturadas, por meio de aplicativos de chamada de vídeo e mensagens instantâneas, com 03 (três) designers A, B e C, representantes de escritórios de Design diferentes, escolhidos aleatoriamente através de convite informal e que demonstraram interesse e disponibilidade em participar da entrevista.



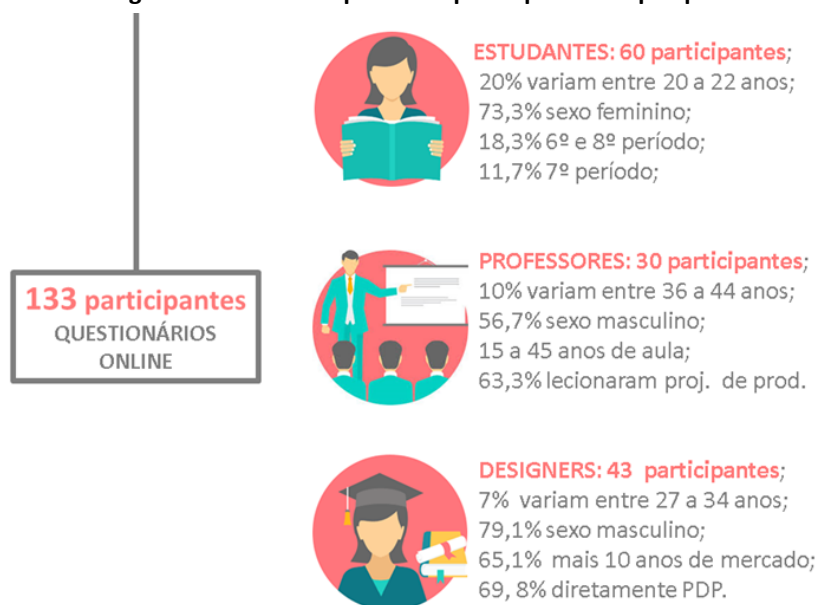
## 5. Resultados e Discussões

### 5.1 Questionários

Com relação à amostra dos respondentes do questionário corresponderam: 60 (sessenta) estudantes da graduação em Design, 30 (trinta) professores de Instituições de Ensino Superior com Cursos de Design e 43 (quarenta e três) designers/escritórios de Design.

Comparando seus perfis e características, temos, por exemplo, na idade: 20% dos estudantes variam entre 20 a 22 anos; 10% dos professores variam entre 36 a 44 anos e 7% dos designers/escritórios de Design variam entre 27 a 34 anos. Esses dados nos levam a crer, dentro do universo dessa pesquisa que uma parcela dos designers atuantes tanto na Academia quanto no Mercado ainda é bem jovem. Em relação ao sexo, nos estudantes 73,3% são do sexo feminino e 26,7% do sexo masculino; nos professores 56,7% são do sexo masculino e 43,3% do sexo feminino e os designers/escritórios de Design 79,1% são do sexo masculino e 20,9% do sexo feminino. Nesse caso, infere-se que tanto no Mercado quanto na Academia o Design é utilizado por maioria masculina (Figura 1, abaixo).

Figura 1 – Síntese do perfil dos participantes da pesquisa



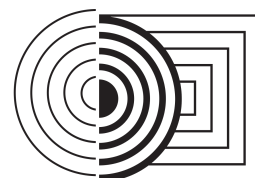
Fonte: As autoras.

No que diz respeito à localidade, para os estudantes 25% são da UFMA, 22% do IFPI e 15% da UFMG; para os professores 23,3% são da UFMA, 16,7% da UFSC e 16,7% da UNESP. No caso dos designers/escritórios de Design a maioria dos respondentes encontram-se nas regiões sul e sudeste, com algum indício no nordeste do país e no exterior (Gráfico 1, abaixo). Em termos de

### Gráfico 1 – Síntese comparativa da localização

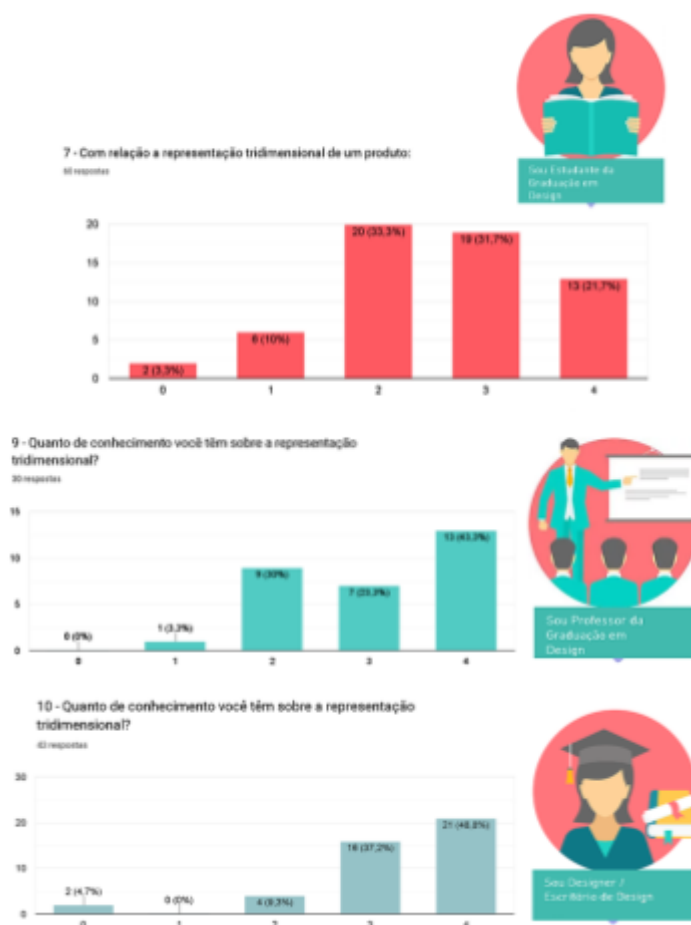


7



Quanto ao tempo de curso, cerca de 18,3% dos estudantes se encontravam cursando o sexto e o oitavo período e 11,7% cursando o sétimo período. No caso do tempo de aula, 50% dos professores da graduação têm entre 15 a 45 anos de aula. Sendo que, 63,3% dos professores lecionaram em disciplinas de projeto de produto. Enquanto que 65,1% dos designers/escritórios de Design atuam há mais de 10 anos no mercado e, por conseguinte, 69, 8% dos designers trabalham diretamente com o processo de produção de produtos. Em se tratando das aulas sobre representação tridimensional, cerca de 83,3% dos estudantes; e 90% dos professores tiveram aulas de representação 3D ao longo de sua formação. Ao mesmo tempo, quando se fala do grau de conhecimento sobre a representação 3D, 33,3% dos estudantes têm conhecimento mediano, em vista que 43,3% dos professores e 48,8% designers/escritórios de Design possuem muitíssimo conhecimento sobre representação tridimensional (Gráfico 2, abaixo).

**Gráfico 2 – Síntese comparativa sobre o conhecimento da representação 3D**



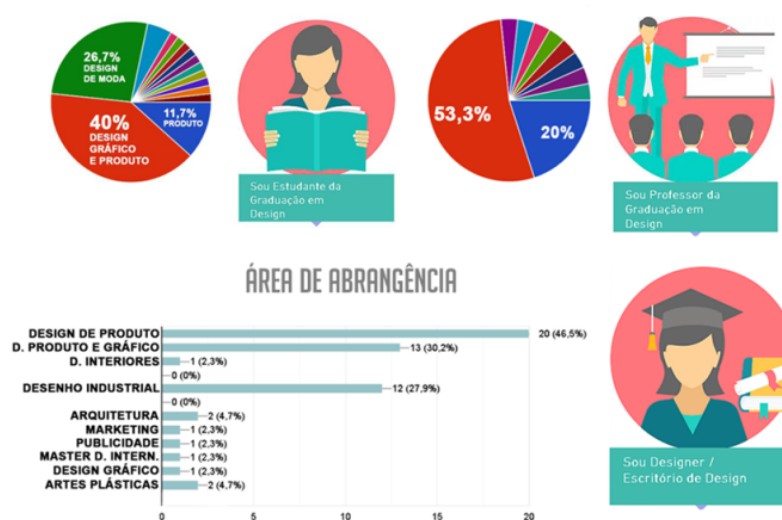
Fonte: As autoras.





Quanto à habilitação do Design, 40% dos estudantes declararam ser habilitados tanto em Design gráfico quanto em Design de produto e 26,7% em Design de moda. Nos professores, 53,3% abrangem tanto gráfico quanto produto e 20% apenas produto. No caso dos designers/escritórios de Design, 46,5% têm formação em Design de produto; 30,2% em Design de produto e gráfico e 27,9% formados em Desenho Industrial. Isso pode ser pelo fato de tanto na Academia quanto no Mercado, o Design gráfico e de produto estarem cada vez mais atuando de maneira conjunta, com a atualização das grades dos cursos de Design, sendo um reflexo da adaptação e desenvolvimento das tecnologias de projeto (Gráfico 3, abaixo).

**Gráfico 3 - Síntese comparativa da área de abrangência**



Fonte: As autoras.

No que se refere às áreas de conhecimentos que mais se aproximam dos entrevistados, para os professores 46,7% alegaram ser a Ergonomia, 43,3% a Arte e 40% a Engenharia. Enquanto que para os Designers/escritórios de Design, 55,8% é a Arte, 53,5% a Engenharia e apenas 51,2% a Ergonomia. Sendo que o segmento no qual os designers/escritórios de Design atuam, 65,1% são do Design de produto, 51,2% do Design gráfico e apenas 16,3% se declararam do Design de serviços.

Em relação à Ergonomia do produto, 95% dos estudantes afirmaram ter de mediano a muitíssimo conhecimento; 50% dos professores e 34,9% dos designers/escritórios de Design disseram ter muito conhecimento sobre o assunto. Nesse universo, de certa forma, podemos deduzir que na Academia haveria uma afinidade maior dos professores quanto a Ergonomia, talvez pelo fato de estarem em contato direto com as pesquisas, as publicações e eventos acadêmicos da área diferente do Mercado. Sobre os conceitos de modelagem e prototipagem, para 83,7% dos estudantes, 93,3% dos professores e 88,4% dos designers/escritórios de Design são conceitos diferentes. Porém, com relação à modelagem, 35% dos estudantes alegaram ter



muito conhecimento; 40% dos professores médio conhecimento e 55,8% dos designers disseram ter muitíssimo conhecimento.

Nesse sentido, Costa (2013) aponta que o entendimento da modelagem, na língua portuguesa, é um ato essencialmente material e tridimensional, porém, no idioma inglês o termo “*model*” associa-se tanto a uma maquete física como a impressão no plano de uma perspectiva produzida a partir da modelagem geométrica ou manual. Em consonância, Rozestraten (2006) em uma visão do campo da Arquitetura, área correlata ao Design, à modelagem aproxima-se de um processo manual que possibilita por meio de uma experimentação tátil e visual direta, aproximações em escala das qualidades espaciais e construtivas da arquitetura proposta que auxilia a gerar modelos esquemáticos, como croquis ou esboços tridimensionais, que interajam e complementem os desenhos de criação.

Agora, para a questão da prototipagem, 40% dos estudantes afirmaram ter muito conhecimento; 30% dos professores têm conhecimento médio estudantes e 46, 5% dos designers/escritórios de Design têm muitíssimo conhecimento. A maioria das definições sobre protótipos sejam elas formais ou informais, mencionam eles como representações, personificações ou simulações que descrevem ideias, hipóteses ou suposições sobre o futuro. Contudo, a mais utilizada é a de protótipos devem possibilitar testar ideias, isto é, avaliar os critérios especificados no projeto (BLOMKVIST, 2011). Dessa forma, do ponto de vista do mercado, em geral, pequenas empresas são movidas por modelos físicos, elas desenvolvem muitos protótipos e trabalham de um para o outro, refinando o produto (ULLMAN, 2010).

Quanto à tecnologia tridimensional de suporte a elaboração de representações tridimensionais, 50% dos estudantes apontaram a impressora 3D e outros 46,7% indicaram a marcenaria completa como tecnologias disponíveis em suas Instituições de Ensino. Para 86,7% dos professores também a impressora 3D foi apontada seguido de 70% de marcenaria completa. Enquanto que 55,8% dos designers apontaram que esse suporte em seus escritórios é um serviço terceirizado, seguido de 34,9% possuem impressora 3D e 18,6% têm marcenaria completa.

A impressão 3D é uma tecnologia recente que tem se tornado uma ferramenta importantíssima dentro do processo de desenvolvimento de produtos (VOLPATO, 2007). Contudo, existem inúmeros processos de produção distintos para a escolha da impressão de um produto e consequentemente existe uma diversidade de tipos de impressoras, “no projeto de Design do produto, os diversos tipos de impressão 3D podem ser empregados na confecção de modelos e protótipos de acordo com os requisitos do projeto, dando destaque para o custo-benefício” (MAIA *et. al*; 2017, p.136). Esse fato custo-benefício pode ter determinado a influência dessa tecnologia.

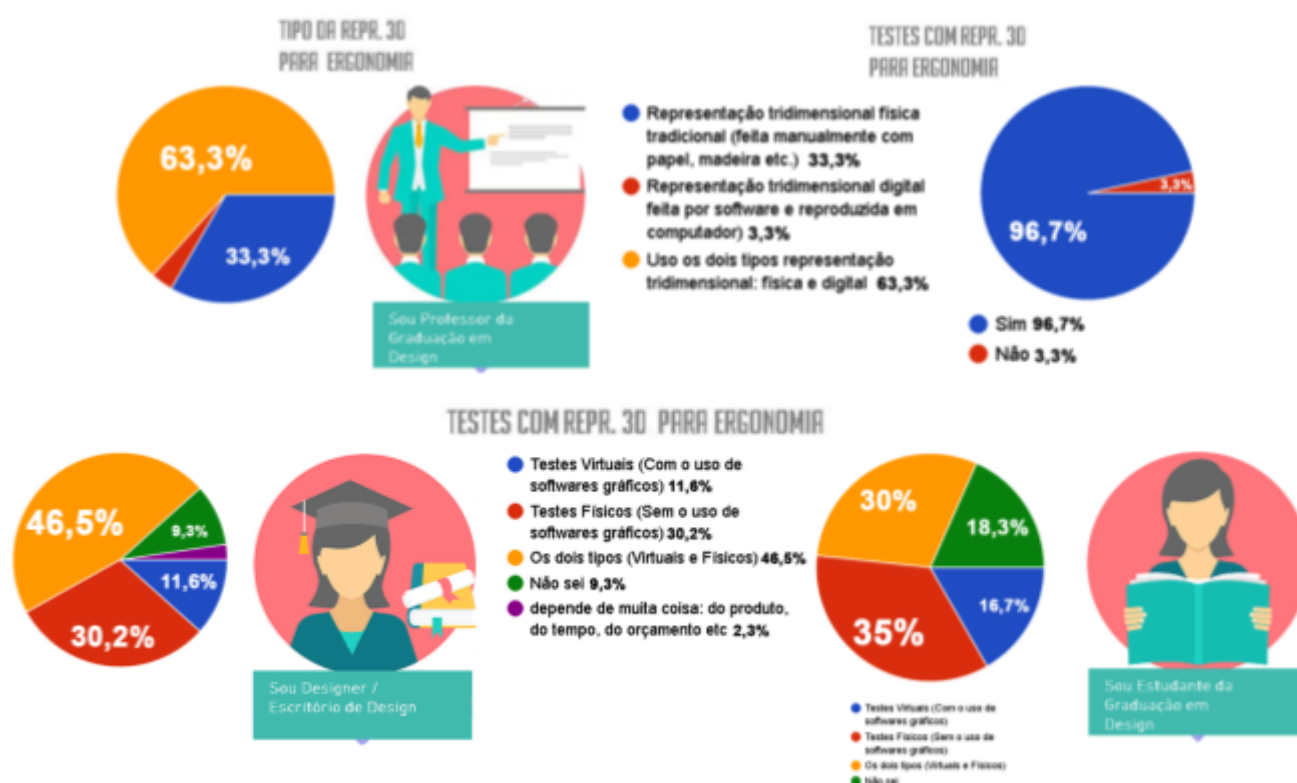
No que concerne o tipo de representação 3D utilizada em projeto de produtos, 53,3% dos estudantes disseram que usam físicas e digitais e apenas 25% utiliza a representação tridimensional física. Para os professores, 76,7% poderiam sugerir a representação 3D tanto a



física quanto a digital, sendo que 90% indicariam essa produção na fase do desenvolvimento. Enquanto que, para os designers/escritórios de Design, 65,1% utilizam representações físicas e digitais e apenas 20,9% apenas digital completa, sendo que 81,4% indicam que usam esse tipo de representação na fase de planejamento e realização/acompanhamento.

Nas representações com meios analógicos, o designer recorre à experiência dos sentidos ao utilizar o corpo para compreender e controlar as ferramentas que usa para representar, enquanto que nas representações digitais, o designer não tem meios para compreender conceitos do mundo real, como a natureza do objeto ou a sua função, limitando-se apenas à capacidade de codificar conceitos geométricos (KNIGHT; 2004). Assim, podemos inferir que a utilização das representações tanto físicas quanto digitais permitem responder diferentes demandas durante o processo do desenvolvimento do produto, o que justifica os seus usos de maneira unânime (Gráfico 4, adiante).

Gráfico 4 – Síntese comparativa sobre tipos e testes com representação 3D



Fonte: As autoras.

Do ponto de vista do mercado, em geral, pequenas empresas são movidas por modelos físicos, elas desenvolvem muitos protótipos e trabalham de um para o outro, refinando o produto. Enquanto, grandes empresas, aquelas que coordenam grandes volumes de informação, tendem



## 18<sup>o</sup> ERGODESIGN & USIHC 2022

a tentar atender as especificações por meio da modelagem analítica (tecnológica), construindo apenas alguns protótipos físicos (ULLMAN, 2010).

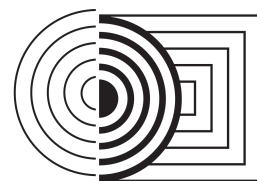
Quanto à inserção da Ergonomia nas disciplinas do projeto de produtos, 45% dos estudantes afirmaram que ela é inserida pontualmente em algumas fases; 73,3% dos professores indicariam para ser inserida em todas as fases do processo de desenvolvimento de produtos (Gráfico 5, abaixo). Enquanto que 53,5% dos designers/escritórios de Design apontaram que inserem a Ergonomia pontualmente em algumas etapas, sendo que, 46,5% preferiram não indicar qual a metodologia utilizada no processo, porém, cerca de 34,8% citaram metodologias como: a de Baxter, Macrodesign, Human First, Design Thinking, Intervenção Ergonomizadora, Metodologia ágil de projetos, TXM Branding, Design estratégico, Metodologia de resultado, Projeto técnico de produto, Metodologia de Ecodesign (Platcheck) e Método Furf.

Sobre o uso de representações tridimensionais para obter informações de natureza ergonômica, 88,3% dos estudantes indicaram que usariam; 96,7% dos professores poderiam sugerir esse tipo de representação, sendo que 76,7% afirmaram que essa escolha dependeria de outras informações como antropometria e etc. De acordo com Ulmman (2010) os requisitos dos fatores humanos são frequentemente requisitos de desempenho funcional. A finalidade da representação tridimensional para a questão da usabilidade e dos estudos ergonômicos é justamente envolvendo os testes de usabilidade (BARBOSA, 2009).

Para 69,8% dos designers/escritórios de Design eles utilizam representações tridimensionais para recolher dados ergonômicos, haja vista que 55,8% dos designers também concordam com os professores que a escolha depende do assunto e 53,5% indicam o fator tempo de execução também. Porém, 55,8% dos designers especificam que a representação 3D tanto física quanto digital é utilizada nesse quesito, seguidos de 16,3% da representação digital e bidimensional.

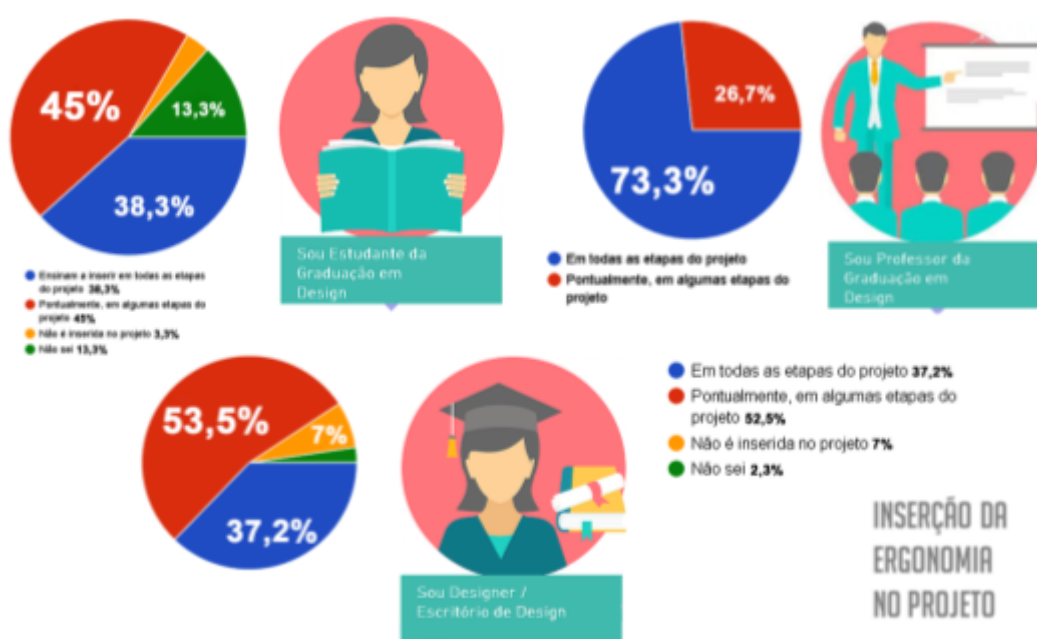
Com relação às normas de segurança em produtos, cerca de 27,9% dos designers/escritórios de Design afirmaram que se baseiam em normas de segurança para projetar produtos, seguido de 30,2% que não entenderam sobre informações de segurança relacionadas à pergunta e outros 13,9% afirmaram basear-se em testes com usuários. Nesse caso, Soares (2011) diz que adicionalmente ao próprio produto, protetores, instruções e advertências devem ser analisados para identificar elementos incorretos ou impróprios, uso de códigos ou norma inadequados (que não estejam de acordo com o estado-da-arte) e o uso de materiais inadequados.

Conquanto, a aplicação de critérios ergonômicos durante o desenvolvimento de produtos é a consideração de métodos e informações ergonômicas durante o processo de desenvolvimento de produtos. Tais critérios podem ser retirados dos dados de manuais e relatórios técnicos, mas principalmente dos próprios usuários (de forma real e participativa) durante todas as etapas do processo de desenvolvimento e principalmente no processo de avaliação e validação (MERINO, 2011).



Nos estudos ergonômicos e na confecção de modelos para testes é importante a associação de outros saberes que podem vir do Design, do marketing, da análise funcional, da seleção de materiais, dos processos e tecnologias de fabricação e de métodos de embalagem, armazenamento e transporte (PEREIRA, 2015).

Gráfico 5 - Síntese comparativa sobre inserção da ergonomia no projeto



Fonte: As autoras.

Em se tratando de testes com produtos em disciplinas de projeto de produto com a participação de usuários, 48,3% dos estudantes afirmaram que já realizaram; 96,7% dos professores poderiam sugerir aos alunos que façam testes com usuários e 69,8% dos designers/escritórios de Design aplicaram testes com usuários antes da produção final.

Nesse contexto, vale destacar Quaresma (2011) que afirma a intenção do modelo de teste ergonômico para verificar a forma e as dimensões do novo produto em relação aos usuários reais, verificar espaços para manutenção e retirada de subsistemas para reparos e o desempenho da tarefa. Assim, tanto os estudantes quanto os professores e designers encontram-se de acordo ao inserir a participação de usuário nos testes que envolvem a Ergonomia, pois conseguem obter informações da interação dessas pessoas com as representações.

Nos tipos de testes realizados, 35% dos estudantes fazem apenas testes físicos sem o uso de softwares; 63,3% dos professores poderiam sugerir aos alunos o uso de testes tanto físicos



quanto digitais; e 46,5% dos designers/escritórios de Design utilizam os testes tanto físicos quanto digitais.

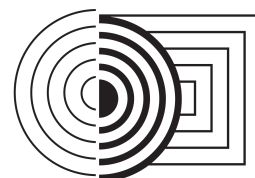
Santos (2005) ressalta que na pesquisa de usabilidade, os modelos físicos / representações tridimensionais podem determinar a validação da proposta, sua alteração, conclusão ou abandono. Um modelo físico tridimensional auxilia na maioria dos usuários a assimilar melhor as informações e atributos de um produto, pois, vários sentidos do ser humano são estimulados através dos objetos físicos, podendo interferir em sua percepção.

Da mesma forma, no Design ergonômico de instrumentos manuais, por exemplo, a confecção de protótipos e *mock-ups* possibilitam simular situações de usabilidade com um produto, e aspectos físicos similares àqueles determinados em projeto, com rapidez e sem grandes custos, permitindo a avaliação cognitiva do produto e a realização de análises ergonômicas (SILVA *et al.*, 2002).

Por outro lado, os autores supracitados destacam que somente após a otimização do projeto, quando se valida a usabilidade do produto por meio de testes com protótipos / *mock-ups* convencionais é que deveriam ser confeccionados protótipos ditos “*Hi-fi*” por meio de modelagem virtual, os quais permitem maior precisão dimensional e, conseqüentemente, testar a funcionalidade e/ou outros aspectos inerentes à produção, descarte e reutilização de peças e componentes (SILVA *et al.*, 2002).

Finalmente, quanto ao nível de importância da representação tridimensional para se obter informações ergonômicas de produtos, 86,7% dos estudantes; 86,7% dos professores e 86% dos designers/escritórios de Design foram unânimes em acharem muitíssimo importante o uso da representação 3D para se obter informações ergonômicas de produtos.

Estudos confirmam o uso das representações tridimensionais e dos gabaritos da figura humana quando se fala em usabilidade e estudos ergonômicos (BARKAN; IANSITI, 1993; ULRICH; EPPINGER, 1995; EHN, 1992; ULLMAN, 2010; GUIMARÃES, 2004). Confirmando assim, a sua importância no processo do desenvolvimento de produtos.



## 5.2 Entrevistas abertas

a) Com relação ao perfil dos designers:

Quadro 1 - Perfil dos designers

DESIGNER A	DESIGNER B	DESIGNER C
Atualmente é designer em um escritório de Design e professor. Possui graduação em Desenho Industrial e mestrado em Engenharia da Produção e têm experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em Desenho de Produto, atuando principalmente nos seguintes temas: Design de produtos, prototipagem rápida e gestão do Design e etc.	É mestre e especialista em Ergonomia, graduado em Design e professor. Possui um escritório de Design e Ergonomia e têm experiência em projetos de segmentos do mercado, tais como: Infraestrutura e Construção civil, Transportes Ferroviário e Metroviário, Mineração, Petróleo e Gás e etc.	É designer em um escritório de Design, pós-graduado e graduado em Design, atuou como professor e têm experiência como shape designer, Interior Design e modelamento, na criação e desenvolvimento de novos produtos, gestão e acompanhamento dos projetos de Design gráfico e embalagens, mobiliário e transportes e etc.

Fonte: As autoras.

a) Sobre a contribuição da representação tridimensional no processo do desenvolvimento de produtos e o passo-a passo da "materialização" de uma ideia utilizando os tipos de representações tridimensionais até a construção do produto:

Quadro 2 - Contribuição da representação tridimensional

DESIGNER A	DESIGNER B	DESIGNER C
Diz que primeiro vêm os esboços à mão e depois a realização em meio digital com representação 3D.	Menciona o <i>sketch</i> manual ou direto no computador, dizendo que existe uma variação de projeto para projeto.	Aponta que tudo começa com o momento de ideação, vários desenhos e dependendo da complexidade do projeto parte-se para a representação física, refinamentos e com a ideia refinando começa-se a usar as representações 3D em software.

Fonte: As autoras.

b) Sobre a inserção da Ergonomia no projeto e o uso de metodologias:

Quadro 3 - Inserção da Ergonomia no projeto e o uso de metodologias

DESIGNER A	DESIGNER B	DESIGNER C
Disse que os dados acadêmicos não são suficientes para se projetar um produto, segundo ele, desenvolveram a própria forma de se desenvolver produtos e inserir a Ergonomia com base nas suas vivências.	Relatou utilizar a metodologia ergonômica da Intervenção Ergonomizadora de Moraes e Mont'Alvão (2009) e alguns pontos da Análise Macroergonômica do Trabalho (AET).	Afirmou que insere a Ergonomia a partir da busca das informações bibliográficas e materiais disponíveis, para extrair as informações sobre a interação humano-objeto.





Fonte: As autoras.

- c) Sobre critérios ergonômicos específicos para testar e avaliar representações tridimensionais:

**Quadro 4 – Critérios ergonômicos específicos para testar e avaliar**

DESIGNER A	DESIGNER B	DESIGNER C
Afirma que para cada etapa há uma finalidade de representação como as produzidas por impressoras 3D, usinagem CNC e trabalhos manuais. As oriundas de impressoras 3D são boas para testar a funcionalidade, aspectos de montagem, encaixe, etc., enquanto que as produzidas por trabalhos manuais, segundo ele mock-up são utilizados no teste de ideia, conceitos de primeiros momentos ergonômicos. E as obtidas por usinagem CNC geram “modelos usuais”, estéticos, fidedignos e funcionais..	Falou sobre os blocos de percentis dimensionados e desenvolvidos em software e a partir deles começa-se a desenvolver o produto. Primeiro, as soluções são trabalhadas de maneira estática e a mais adequada é desenvolvida. Com auxílio da sua imagem é apresentada ao cliente que dará o aval. Segundo ele, eles não têm tempo para desenvolver protótipos virtuais funcionais, pois, demanda tempo e recursos, principalmente financeiros.	Respondeu que usam parâmetros bibliográficos e com base no software para as primeiras formas, observando questões como conforto, posições e etc. E disse que parâmetro é um critério subjetivo.

Fonte: As autoras.

- d) Sobre representações tridimensionais e uso de testes com o produto:

**Quadro 5 – Representações tridimensionais e uso de testes**

DESIGNER A	DESIGNER B	DESIGNER C
Aponta o protótipo físico como o ponto chave para validar todos os aspectos do projeto, tanto do ponto de vista de negócio, quanto do cliente e da questão da Ergonomia. Sendo que uma parte do estudo, durante o desenvolvimento do produto por ele, é feito de forma digital para simular movimentos com bonecos ergonômicos digitais, medir o esforço, fazer análise de fluidos, análise físicas e etc. E só depois se desenvolve um protótipo físico e se faz uma validação real física.	Relatou que o projeto é gerado a partir da consulta as normas dos produtos e da empresa (cliente), então, a partir disso são produzidos os modelos 3D digital com todas as especificações de materiais, dimensionamentos, soluções factíveis, custo, etc. que serão apresentadas ao cliente.	Informou mesclar realidade virtual com física para fazer testes e da dificuldade de se aplicar algumas tecnologias no processo devido nível de investimento a ser aplicado, entretanto, ele enfatiza que no campo virtual, os protótipos são utilizados para uma avaliação muito mais estética e visual – o que denomina “ergonomia visual” para entender a proporção das coisas. Agora na realidade física, segundo o designer C os protótipos são utilizados quando a ideia está amadurecida e podem auxiliar na representação das primeiras avaliações de comportamentos e <i>feedbacks</i> do produto com a interação humana.

Fonte: As autoras.

Em síntese, no discurso dos designers A, B e C podemos perceber que ambos defendem a importância da materialização, apesar das peculiaridades e dificuldades de cada especialista, e concordam que a representação 3D apresenta-se logo nos desenhos





tridimensionais via computador, cuja contribuição está principalmente na concepção do produto, como conceitos e funcionalidades.

## 6. Considerações finais

O problema levantado nessa pesquisa foi descobrir qual a contribuição da representação tridimensional física no projeto de produtos e sua importância para a Ergonomia, a partir da experiência de estudantes, professores e profissionais de mercado, atuantes no Design. Os resultados encontrados sugerem que existem algumas diferenças quanto ao uso da representação tridimensional no desenvolvimento do projeto de produtos e sua importância para a Ergonomia, na Academia e no Mercado. Sendo que os fatores como o assunto do projeto, o custo e o tempo de execução foram os que mais se destacaram, demonstrando assim, certa contribuição na compreensão do uso da representação tridimensional física e da Ergonomia no projeto de produtos.

Observou-se que para ambos os contextos, a utilização da representação 3D física foi considerada essencial e fundamental na análise da veracidade dos dados de natureza ergonômica, principalmente no envolvimento de usuários em testes e avaliações da usabilidade. Desse modo, os resultados e as interpretações realizadas nessa pesquisa concordam com os trabalhos previamente publicados. Com base nos resultados obtidos propõem-se alguns critérios para uma possível metodologia que se utilize da representação tridimensional, na interação da Ergonomia com o Design:

**Quadro 6 – Critérios para uma possível metodologia**

CRITÉRIOS PARA UMA POSSÍVEL METODOLOGIA	
✓	Consultar referências bibliográficas, normas e materiais disponíveis para confeccionar qualquer tipo de representação tridimensional física de produtos.
✓	Levando em consideração o assunto do projeto, optar por utilizar representações 3D físicas de finalidades específicas, desde o momento da ideação até a produção do protótipo, sendo que a cada construção fazer avaliação do ponto de vista do usuário.
✓	No projeto de produto, após o uso das representações 3D físicas e validar os aspectos ergonômicos físicos, é possível modelar representações 3D digitais para averiguar a estética e outras análises, seu uso restrito, deve ser amplamente investigado.

Fonte: As autoras.

Por fim recomendam-se, a fim de complementar as limitações deste estudo, os seguintes estudos futuros: - Replicar os objetivos desta pesquisa com uma amostra mais representativa de



participantes; - Realizar entrevistas abertas também com os estudantes e professores da graduação em Design e - Direcionar um novo estudo para descobrir a contribuição das representações tridimensionais digitais no Design e na Ergonomia.

### **Agradecimentos**

Ao Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDg/UFMA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante todo o mestrado.

### **7. Referências bibliográficas**

BARBOSA, R.T. **Design e Prototipagem: Conhecimento e Uso da Prototipagem Rápida no Design Brasileiro**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 198f. 2009.

BARKAN, P.; IANSITI, M. Prototyping: a tool for Rapid Learning in Product Development. **Concurrent Engineering**, 1(2), 25-134, 1993.

BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. 2000.

BEZERRA, Mariana P. **Avaliação de projetos de produto sob a ótica do usuário: protótipos físicos X virtuais e sua validade de uso**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAC. Design. 135 p.: il. Recife, 2014.

BLOMKVIST, Johan. **Conceptualising Prototypes in Service Design**. Submitted to the Faculty of Arts and Sciences at Linköping University in partial fulfilment of the requirements for the degree of Licentiate of Philosophy, Linköping, 2011.

BUENO, Francisco da S. **Minidicionário da língua portuguesa (revisado conforme a nova ortografia)**. FDT. São Paulo, 2007.

BURGELMAN, Robert A.; CHRISTENSEN, Clayton M.; WHEELWRIGTH, Steven C. **Gestão estratégica da tecnologia e da inovação: conceitos e soluções**. AMGH Editora, 2013.

COSTA, Fernando José de M. **Do modelo geométrico ao modelo físico: o tridimensional na educação do arquiteto e urbanista**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Arquitetura. Natal, RN, 182 f. 2013.

DESIGN, Centro Brasil. **Diagnóstico do design brasileiro**. Brasília, DF: ApexBrasil/MDIC, 2014.



## 18<sup>o</sup> ERGODESIGN & USIHC 2022

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. Tradução de Itiro Iida. 2. ed. São Paulo. Editora Edgard Blücher, 2012.

EHN, P. Scandinavian design: on participation and skill. In **Usability: Turning Technologies into Tools**, edited by J.S. Brown and P. Duguid, pp. 96–132. New York: Oxford University Press, 1992.

FERREIRA, Aurélio B. de H. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Editora Positivo, 2010.

FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I. **Uso de modelos e protótipos para auxílio na análise da sustentabilidade no Design de Produtos**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Ano 7, nº 3, jul-set/2012, p. 107-125.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Rankings de Cursos de Design**. 2016. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2016/ranking-de-cursos/design/> Acesso em: 21/11/2017

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUIMARÃES, Lia B. de M. (Ed.). **Ergonomia de produto: Antropometria; Fisiologia; Biomecânica**. 5ª Edição-Porto Alegre, FEENG, 2004.

KNIGHT, T. Interaction in Visual Design Computing. **Massachussetts Institute of Technology, Cambridge**, Massachussetts, EUA, p.1-31; 2004.

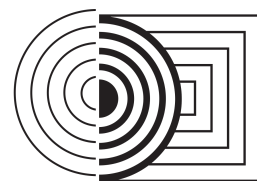
LIMA, Pedro D. R. C. R. **Estratégias de modelação 3D de contextos arquitectónicos, a partir de varrimento laser 3D**. Tese de Mestrado. Faculdade de Arquitectura Universidade Técnica de Lisboa – FAUTL. Lisboa: FA, 2011.

LÖBACH, B. **Design industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MARTINS, Albano F. P. **Da maquete para o desenho: meios de representação tridimensional no design de artefactos**. Departamento de Comunicação e Arte. Dissertação de Mestrado - Universidade de Aveiro, Portugal, 149p. 2010.

MAIA, Paula dos S.; OBREGON, Rosane de F. A., CAMPOS, Livia F. de A. **A impressão 3D e a Ergonomia: Um estudo exploratório sobre a ótica do Design**. In: Perspectivas de pesquisa em Design: Estudos com base na Revisão Sistemática de Literatura. Pág. 131-145. Editora Deviant LTDA, Erechim - RS, 2017.

NISHIMURA, P. L. G.; KICK, P. G. S.; RODRIGUES, O. V. BOTURA JUNIOR, G.; PASCHOARELLI, L. C. **A Prototipagem Rápida aplicada à avaliação ergonômica: estudo comparativo entre um mock-up produzido manualmente e outro obtido por uma fresadora CNC**. In: V Congresso Ergotrip Design, Natal. 2016.



## 18<sup>o</sup> ERGODESIGN & USIHC 2022

PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, J. C. P. **Design ergonômico: uma revisão dos seus aspectos metodológicos.** Conexão. 05 (10): 198-213, 2006.

PEREIRA, Douglas D. **O uso da modelagem aplicada à ergonomia no desenvolvimento de produtos.** [Dissertação de mestrado] Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru – SP, 176 f., 2015.

PONTE, Raquel; NIEMEYER, Lucy. **Criatividade no processo de design: do projeto ao uso de produtos.** Arcos Design, v. 7, n. 1, p. 102-114, 2013.

QUARESMA, Manuela. **Antropometria Aplicada.** In: BITENCOURT, Fábio. Ergonomia e Conforto Humano. Rio de Janeiro: Rio Book's, pág. 129-188, 2011.

ROMEIRO FILHO, E.; FERREIRA, C. V.; GOUVINHA, R. P.; NAVEIRO, R. M.; CAUCHIK, P. A. **Projeto do produto.** Rio de Janeiro. Elsevier Brasil, 2011.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SANTOS, L. U. dos. **Modelo e processo de desenvolvimento integrado de moldes para injeção de termoplásticos.** Dissertação de Mestrado Profissional em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. 167f. 2015. São José dos Campos-São Paulo.

SILVA, E. A.; HEIDRICH, R.; JÚNIOR, W. K. **Reflexões sobre técnicas e materiais para agilizar a representação de design de produto: Concepção x Exeqüibilidade.** In: Anais do I Congresso Internacional de Pesquisa em Design – Brasil / V Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, AEnD-Br, 2002.

SOARES, Marcelo Márcio. **Ergonomia e Design: Uma interação a ser intensificada.** In: VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design – CIPED. Lisboa - Portugal, 2011.

ULLMAN, D G. **The mechanical design process.** McGraw-Hill Companies, Inc. The New York, NY, 2010.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D. **Product Design and Development.** McCraw-Hill. Inc., New York, 1995.

VOLPATO, Neri. (organizador). **Prototipagem Rápida: tecnologias e aplicações.** São Paulo: Blucher, 2007.

WOLFGANG, Knoll; MARTIN, Hechinger. **Maquetes arquitetônicas.** Tradução, Alexandre Krug. São Paulo: Martins Fontes, pp. 11-15, 2003.