



CENTRO AVANÇADO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (CADEP) - UNESP

Caracterização das demandas e serviços realizados

Em qualquer processo de desenvolvimento de um produto, num determinado momento, é sempre necessário materializar (representar fisicamente e em três dimensões), por meio de modelos e ou protótipos, a ideia que até então só existia no papel, e mais recentemente na tela do computador.

(...)

AMANDA COELHO FIGLIOLIA
ROBERTA DE MOURA SANTOS
FAUSTO ORSI MEDOLA
OSMAR VICENTE RODRIGUES

Até pouco tempo, a única maneira de obter esses modelos e protótipos era por meio das tecnologias convencionais baseadas na remoção (subtração), fusão ou conformação de materiais, incluindo uma carga de trabalho manual altamente qualificada. Entretanto, mais recentemente surgiram tecnologias baseadas na adição de materiais, camada sobre camada, conhecidas, popularmente, por impressão 3D. E assim, tem sido possível construir objetos diretamente a partir de um desenho gerado no computador, o que, obviamente, revolucionou o processo de desenvolvimento de um produto, e consequentemente a obtenção de modelos e protótipos, mas criou um conceito completamente novo de se produzir coisas.

E foi em busca de desenvolver pesquisas e ao mesmo tempo prestar serviços nessa área de Impressão 3D, que surgiu em 2012 o CADEP - Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos. Trata-se de um laboratório multiusuário ligado ao Departamento de Design da FAAC - UNESP - Bauru, que está voltado, fundamentalmente, à pesquisa e à prestação de serviço, e atende não apenas demandas internas da própria Unesp, mas também externa, da indústria local e regional e de outras instituições de ensino. O CADEP, através de suas tecnologias e “expertise”, atende demandas nas áreas de **Impressão 3D, Prototipagem Rápida, Manufatura Rápida, Digitalização 3D, Inspeção Tridimensional e Engenharia Reversa.**

O objetivo maior do CADEP para com a docência, além de, evidentemente, apoiar os alunos de graduação e pós-graduação na produção de seus modelos e protótipos, é poder apresentar, na prática, as vantagens, desvantagens e especificidades das tecnologias de Impressão 3D, além de fortalecer a sua posição como tecnologia complementar, em combinações bem sucedidas com tecnologias tradicionais de fabricação.

Já na pesquisa, além de um natural incremento das investigações no design e na engenharia, um grande ganho tem se apresentado em trabalhos conjuntos com a área da saúde, em especial a Odontologia e a Medicina, na produção de próteses e implantes. Dessa forma, acumulando 376 trabalhos executados desde sua inauguração, a sociedade não só tem sido diretamente beneficiada, como o CADEP tem atuado como formador de opinião entre os alunos (futuros profissionais), alertando-os e instruindo-os quanto aos recursos tecnicamente mais apropriados, projetualmente corretos e comercialmente viáveis.

As tecnologias aditivas de PR existentes no Laboratório são: a impressora Cube X Duo e a Builder Mega 2, baseadas no processo FFF - Fabricação por Filamento Fundido; uma impressora Envisiontec Ultra, baseada no processo SLA - Estereolitografia; uma impressora Zprinter 650, baseada no processo CJP - Impressão por Jato de Cor. Representando as tecnologias subtrativas, o CADEP conta com

máquinas operadas por CNC - Comando Numérico por Computador: Centro de usinagem Roland MDX-540 com 4º eixo rotacional e uma Router. O Laboratório também possui um scanner óptico de digitalização tridimensional GOM ATOS I 2M, que além da digitalização 3D, executa também Inspeção Tridimensional e Engenharia Reversa.

Este trabalho busca apresentar uma síntese dos projetos realizados nos últimos cinco anos, de forma a possibilitar a identificação das áreas nas quais o laboratório tem desenvolvido suas ações a partir dos serviços realizados.

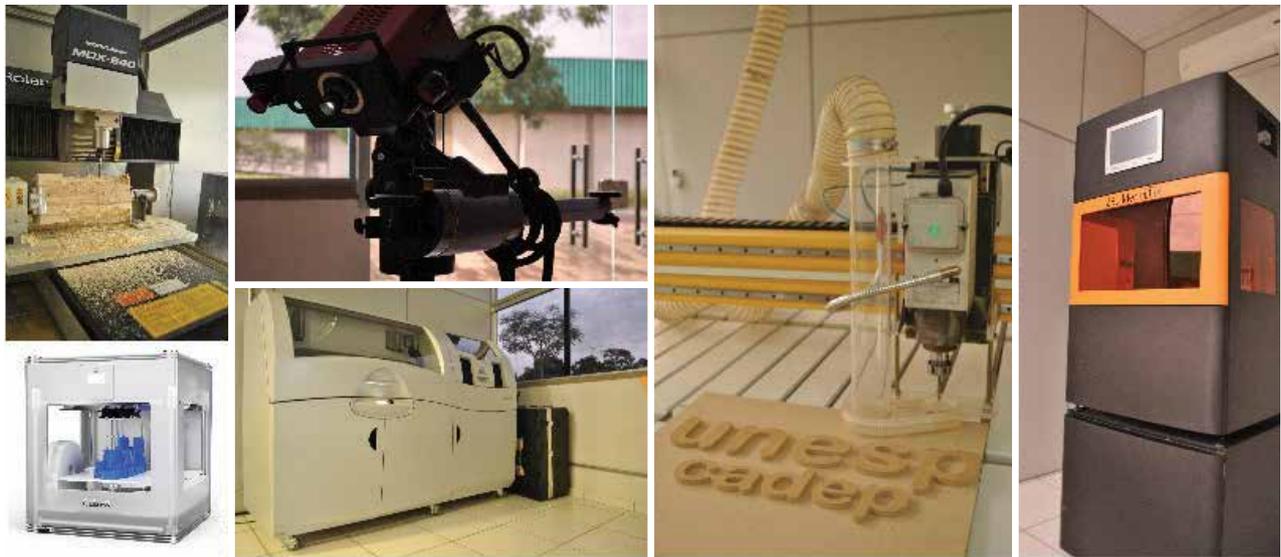


Figura 1: Tecnologias disponíveis no CADEP - UNESP. Fonte: CADEP

ANÁLISE DOS SERVIÇOS REALIZADOS NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS (2013-2018)

Com o objetivo de caracterizar o CADEP a partir dos serviços e projetos realizados, foi realizado um levantamento nos registros do laboratório, no período entre os anos de 2013 a 2018, de todos os serviços realizados no laboratório.

Um total de 376 serviços foram realizados pelo CADEP no referido período. Quando analisados apenas serviços por meio das tecnologias esse número cai para 287, dos quais 153 foram destinados a comunidade interna da Unesp, 94 caracterizados como serviços externos, e outros (40) (workshops, treinamentos, visitas técnicas), conforme apresentado na Figura 2.

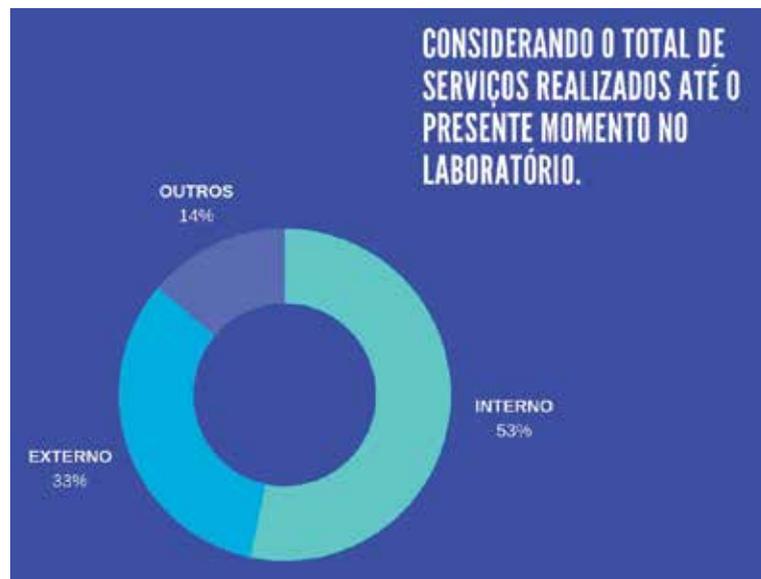
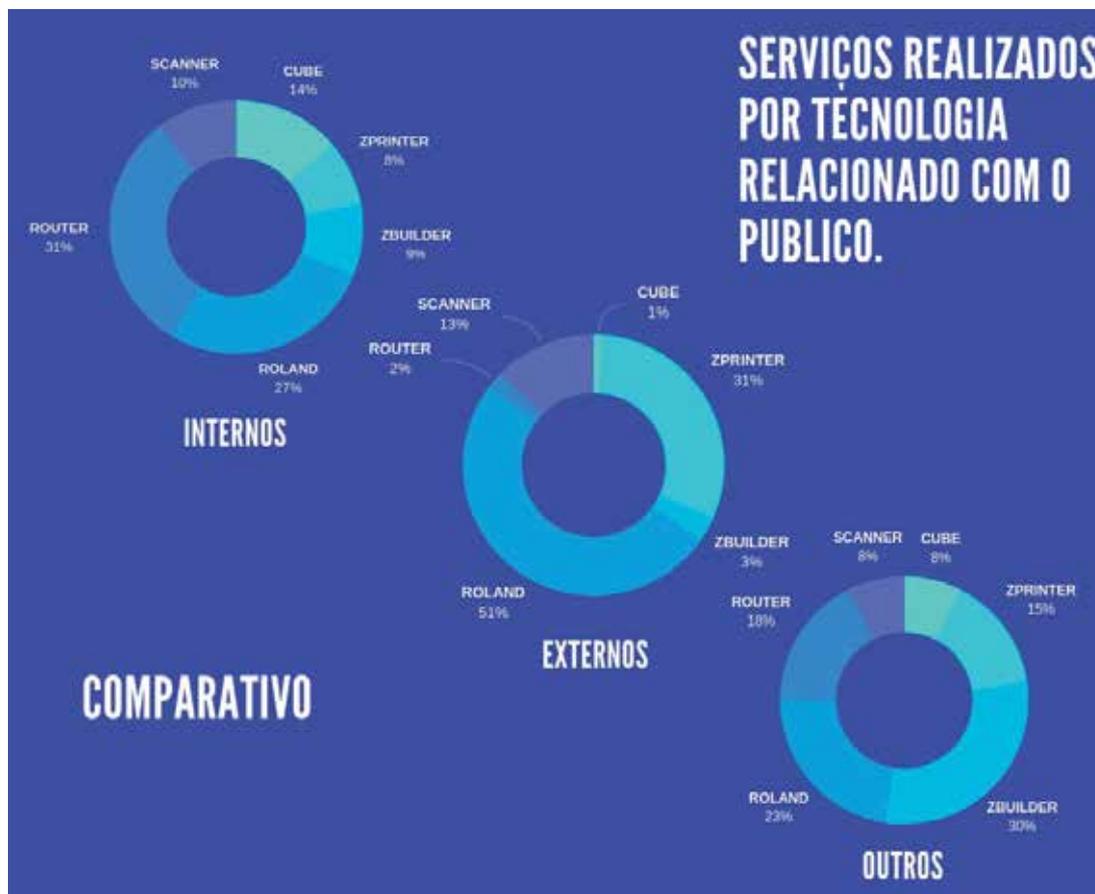


Figura 2: Atendimentos realizados no CADEP considerando suas demandas.
Fonte: CADEP

Os serviços realizados para a comunidade interna apresentam predominância da utilização das tecnologias de usinagem CNC, com equilíbrio entre as máquinas Rolland e Router. Por sua vez, as tecnologias menos utilizadas para serviços destinados a comunidade interna foram a Zprinter e Zbuilder. No atendimento a clientes externos a universidade, os resultados da análise mostram características distintas da comunidade interna, com a Rolland



Figuras 3: Caracterização dos Serviços realizados considerando as diferentes tecnologias. Fonte: CADEP

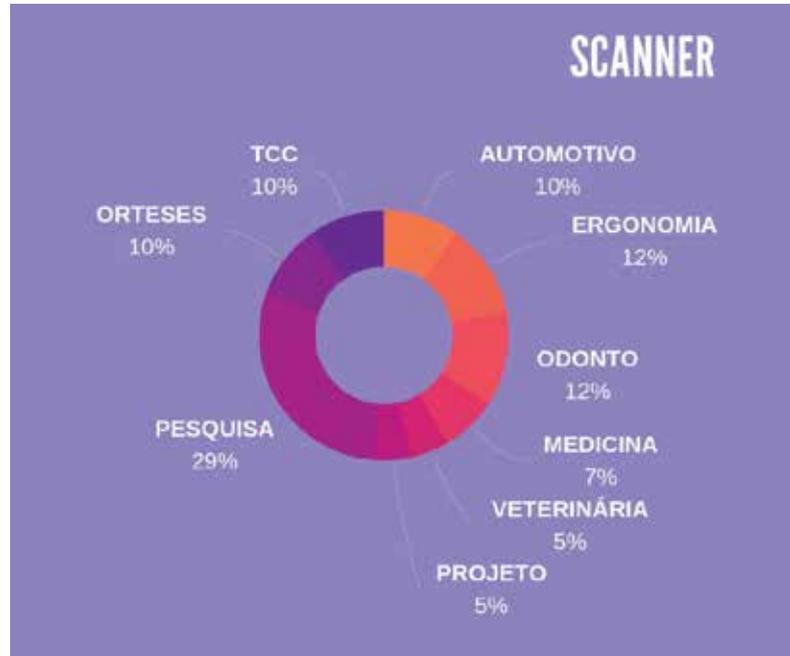


Figura 4. Serviços realizados com a tecnologia de escaneamento digital.
Fonte: CADEP

sendo utilizada em mais da metade dos serviços, seguido da Zprinter. Destaca-se ainda a baixa frequência de uso da Router em serviços externos, quando comparado aos serviços internos da Unesp (Figura 3).

Os registros do laboratório nos últimos cinco anos permitem ainda a análise específica de cada tecnologia. A Figura 4 permite visualizar as principais áreas de aplicação envolvendo a digitalização 3d (scanner) disponível no CADEP. Foram 30 serviços realizados entre 2015 e 2018, e 42 serviços entre 2013 e 2018. Dentre todos os serviços, 15 foram relacionados à área

da saúde. Destaca-se sua aplicação pra fins de pesquisa, verificação volumétrica, assim como a multidisciplinaridade nos projetos que envolveram o uso do escaneamento 3d, como da área da saúde, tecnologia Assistiva, automotivo, ergonomia, veterinária, entre outros.

Alguns exemplos de projetos desenvolvidos utilizando a tecnologia de escaneamento 3D são: digitalização de dentes e arcada dentária/ correção de arquivos para posterior impressão; desenvolvimento de prótese e bico para ave (tucano); escaneamento de vértebras caninas; estudos ergonômicos

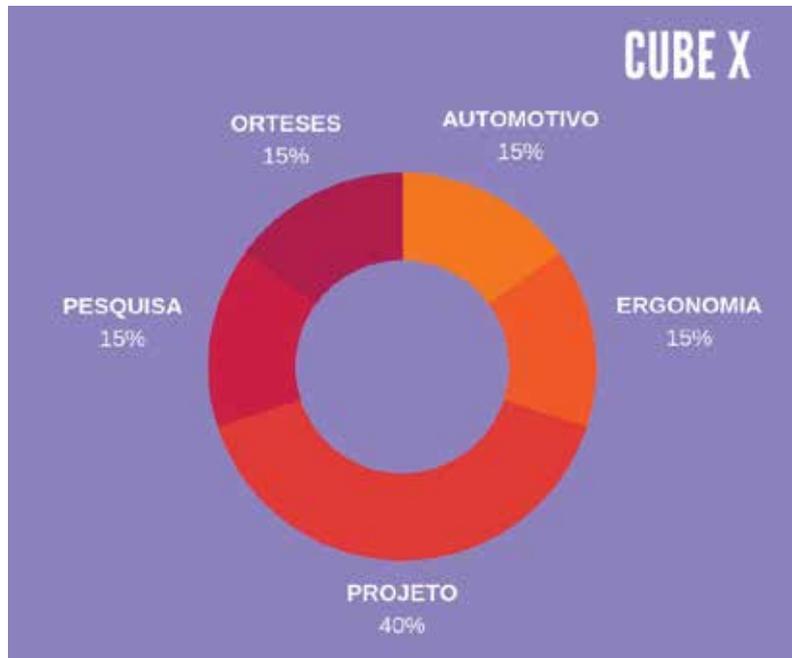
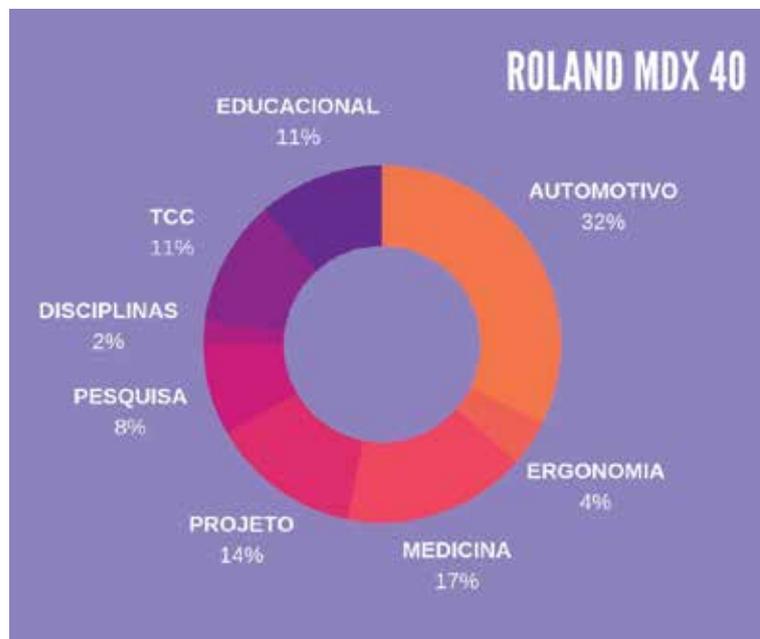


Figura 5. Principais aplicações da tecnologia de impressão 3D (Cube X).
Fonte: CADEP

para desenvolvimento de mouse, digitalização de coto de membro superior para desenvolvimento de prótese, digitalização de pés para desenvolvimento de calçados; digitalização de peças para comparação de modelo físico e o virtual com o intuito de analisar a precisão do processo de prototipagem; e digitalização de modelo em escala para concurso automotivo.

A impressora 3D por filamento CUBE X foi utilizada também de forma multidisciplinar. Suas aplicações no CADEP, no período de tempo analisado, foram relacionadas à produção de órteses de membro superior, projetos ergonômicos de utensílios de cozinha (descascadores de legumes, abridores de lata), desenvolvimento de peças automotivas, além de a realização de workshops para treinamento e difusão do conhecimento e aplicação desta tecnologia na área do Design (Figura 5).

Figura 6. Tecnologia subtrativa: trabalhos realizados pela máquina Roland MDX 40.
Fonte: CADEP



Em relação às tecnologias subtrativas, a Roland MDX-540 executou 88 serviços entre 2015 e 2018, e 100 serviços desde 2013, tendo 11 relacionados à área da saúde. A Router realizou 51 serviços entre 2015 e 2018, e ao todo 70 serviços desde 2012, sendo 2 voltados à área da saúde e 19 voltados à pesquisa.

Em consonância com as demais tecnologias do laboratório, a máquina de usinagem CNC Roland MDX 40 tem sido utilizada em uma ampla diversidade de projetos relacionados à área de saúde (implantes cranianos, suporte para guia cirúrgico), ergonomia, embalagens, joalheria, design automotivo, aviação, transporte urbano, bem como em pesquisas e trabalhos de conclusão de curso em Design (Figura 6).

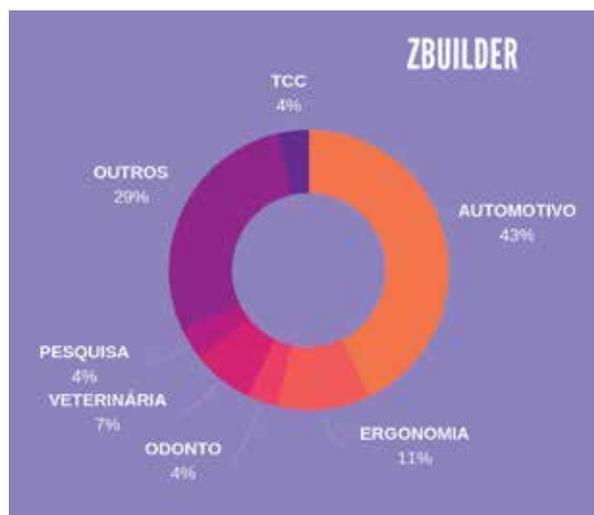
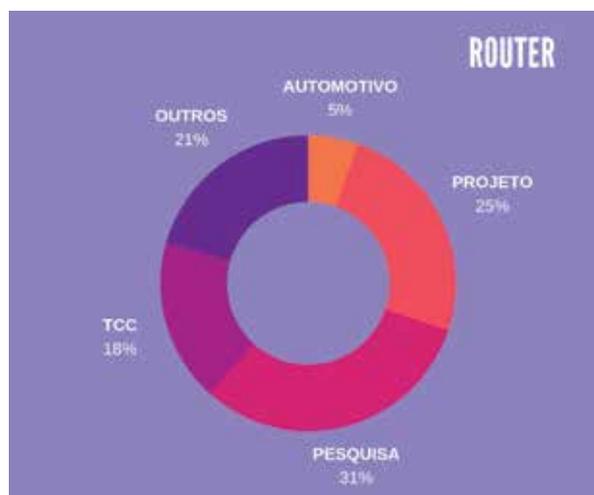
Entre 2012 a 2018, a tecnologia de usinagem Router foi utilizada em 70 serviços concentrados principalmente entre projetos e

pesquisa, com destaque para a área de mobiliário, trabalhos de disciplinas do curso de design envolvendo madeira, desenvolvimento de molde para bloco de concreto para aplicação em construção civil, trabalhos de conclusão de alunos de Design, Engenharia e Arquitetura (Figura 7). É importante salientar que as peças produzidas por meio da técnica em questão muitas vezes requerem pós-processamento para acabamento a mão (lixamento, pintura, verniz e polimento), de acordo com a necessidade do projeto.

Sobre as tecnologias aditivas, a Cube X teve um total de 29 serviços, sendo 3 voltados à área da saúde. Por sua vez, a ZBuilder teve 17 serviços realizados entre os anos de 2015 e 2018, e 36 serviços desde 2013, tendo um projeto relacionado à área da saúde e 12 voltados ao setor automotivo.

Os resultados referentes aos serviços com a tecnologia ZBuilder refletem sua capacidade em termos de precisão e acabamento final da peça (Figura 8). O número de serviços realizados (36 no total) no período é inferior às demais tecnologias, o que pode ser resultado dos períodos em que a máquina permaneceu inoperante por necessidade de manutenção e/ou reposição de peças.

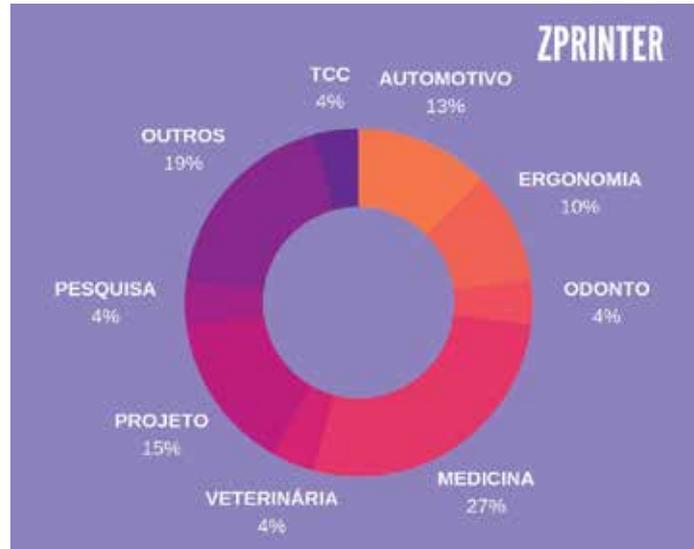
Por sua vez, a tecnologia de impressão com base em pó (ZPrinter 650) foi utilizada em 36 serviços entre 2015 e 2018 e 51 serviços desde 2012, sendo 17 diretamente relacionados à área da saúde (Figura 9). Nos projetos que envolvem o desenvolvimento de implan-



Figuras 7 e 8: Máquina de Usinagem Router: principais aplicações no CADEP. ZBuilder: principais áreas de aplicação. Fonte: CADEP

tes cranianos, esta tecnologia desempenha papel fundamental no estudo e preparação da estratégia de cirurgia, pois tem sido utilizada para produção, a partir de exames de imagem de crânio (Tomografia Computadorizada), de modelos de alta precisão e em

Figura 9. Tecnologia ZPrinter: principais aplicações.
Fonte: CADEP



tamanho real do crânio do paciente e da peça projetada de forma específica para ser utilizada como implante, para análise pré-cirúrgica da equipe médica.

DISCUSSÃO

Entre os anos de 2015 a 2018, a tecnologia mais utilizada no laboratório foi a tecnologia subtrativa, com o equipamento Roland MDX-540, tendo realizado um total de 88 serviços. E em relação à tecnologia que executou o menor número de serviços foi a tecnologia aditiva de impressão 3D, a ZBuilder, que utiliza uma resina fotopolimerizável. Esses valores podem ser explicados

pela diferença de custo dos equipamentos, materiais que são utilizados e por problemas de manutenção do equipamento. A Roland, consegue realizar a prototipagem com alto nível de detalhamento, sendo que esse nível de detalhamento é controlável, ou seja, o cliente define qual o nível que ele quer para o seu protótipo, sendo que o nível de acabamento interfere no tempo de prototipagem e no custo. Além dessa tecnologia permitir o uso de diferentes materiais, como acrílico, diversos tipos de madeira, incluindo até mesmo bambu e alguns tipos de metais, entre outros. O que não ocorre com a ZBuilder, pois apesar de seu nível de detalhamento e qualidade serem altos, essa tecnologia utiliza apenas um tipo de material. Devido a esse material ser uma resina específica e patenteada, seu valor é um pouco elevado, o que acaba influenciando no valor final do serviço, o que torna essa tecnologia um pouco menos acessível do que a Roland.

Somando todos os serviços realizados durante o período de funcionamento do CADEP, foram realizados cerca de 376 serviços, podendo ser classificados em serviços interno (serviços para o laboratório e peças do kit exposição), externo (empresas), estudantes (design ou demais cursos). Dentre todos os serviços, 50 estão relacionados à área da saúde. Considerável parcela (53,3%) de serviços foi realizada para a comunidade interna da UNESP, ou seja, estudantes (projetos de disciplinas, projetos de conclusão de curso, projeto

de mestrado e doutorado, projetos de iniciação científica e pesquisa, e também projetos voltados a projetos de extensão da UNESP). Dentre os serviços, houve duas importantes parcerias, uma na área de aeronáutica, e outra com a FMB - Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP, para o desenvolvimento e produção de implantes. Ainda, destaca-se a parceria junto na área de Tecnologia Assistiva junto à SORRI BAURU para o desenvolvimento de próteses e outros produtos assistivos. Somado a todos esses serviços, existem os chamados "serviços gerais", que representam atividades como participação em eventos, palestras e workshops ministrados pelo CADEP e visitas técnicas ao laboratório. Já foram realizados ao todo 5 workshops com desenvolvimento de protótipos e 3 workshops teóricos (palestras). Esses serviços são muito importantes pois além de gerar renda (no caso dos workshops, em que é cobrado um valor a suprir os materiais utilizados durante o workshop), transmitem principalmente conhecimento adquirido pela equipe para os participantes. Dessa forma o laboratório atua tanto para suprir as necessidades de prototipagem de produtos, mas também na divulgação de conhecimento.

CONCLUSÃO

O CADEP consiste em um centro multidisciplinar avançado de desenvolvimento de produtos, integrando diferentes tecnologias

de prototipagem e digitalização tridimensional, de forma a extrair ao máximo cada tecnologia, combinando-as para desenvolver os produtos do melhor modo possível (envolvendo tanto variáveis relacionadas aos materiais, quanto à forma de prototipagem mais adequada e melhor acabamento ou pós processamento).

Algumas importantes contribuições do CADEP, que foram comprovadas através da análise dos serviços realizados ao longo dos seis anos de atuação do laboratório, desde sua inauguração no fim de 2012, são a significativa atuação na área acadêmica e transmitindo conhecimento para o público em geral e sociedade acadêmica e na prestação de serviços, em que o laboratório atende diversos clientes (tanto locais, quanto grandes indústrias) e executando serviços para estudantes tanto de graduação quanto de pós-graduação. A crescente demanda por parcerias e desenvolvimento de projetos voltados à área da saúde mostram que a relação entre a prototipagem rápida e os estudos realizados no CADEP contribuem de forma efetiva, positiva e significativa nessa área.

O levantamento apresentado neste trabalho permite identificar as aplicações, potencialidades e dificuldades do CADEP em suas atividades acadêmico científicas e tecnológicas. Igualmente, aponta as vocações do laboratório enquanto centro de produção de conhecimento científico e prestação de serviço. Destaca-se a integração entre pesquisa, ensino e extensão, bem como a interdiscipli-

naridade na diversidade temática de atuação e inserção social em projetos na área da saúde contribuição a comunidade.

O CADEP também tem atuado em projeto de colaboração internacional com a Oslo Metropolitan University (Oslo, Noruega) com o desenvolvimento de ações de ensino e pesquisa na área de design colaborativo, prototipagem rápida e tecnologia assistiva, as quais resultaram na publicação dos trabalhos de Silva et al. (2019), Sandnes et al. (2017). Esta parceria internacional irá reforçar a atuação do CADEP em projetos relacionados à área da saúde, especialmente no desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva.

REFERÊNCIAS

CADEP-UNESP. Disponível em: <http://www.cadepunesp.com.br/>. Acesso em: 09. nov. 2018.

SANDNES, F.E.; MEDOLA, F.O.; BERG, A.; RODRIGUES, O.V.; MIRTAHERI, P; GJØVAAG, T. Solving the grand challenges together: a Brazil-Norway approach to teaching collaborative design and prototyping of assistive technologies and products for independent living. INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION. 7 & 8 SEPTEMBER 2017, OSLO AND AKERSHUS UNIVERSITY COLLEGE OF APPLIED SCIENCES, NORWAY.

SILVA, L.A.; MEDOLA, F.O., RODRIGUES, O.V., RODRIGUES, A.C.T., SANDNES, F.E. (2019) Interdisciplinary-Based Development of User-Friendly Customized 3D Printed Upper Limb Prosthesis. In: AHRAM T., FALCÃO C. (eds) *Advances in Usability, User Experience and Assistive Technology. AHFE 2018*. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 794. Springer, Cham.

VOLPATO, N. *Prototipagem Rápida: tecnologias e aplicações*. São Paulo: Editora Blücher, 2007.



AMANDA COELHO FIGLIOLIA

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Design (PPG Design), pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), onde atua em pesquisas com Tecnologias Assistivas e Ergonomia. Possui graduação em Design, com habilitação em Design de Produto, pela UNESP em 2018. Foi bolsista (PIBIC/CNPq 2017/2018), desenvolvendo pesquisa de Iniciação Científica no Laboratório de Ergonomia e Interfaces (LEI) que faz parte do projeto 'Collaborative Design and Prototyping of Assistive Technologies and Products for Independent Living', um projeto de colaboração internacional entre a UNESP-Bauru e a Oslo Metropolitan University (OsloMet - Noruega). Membro integrante do grupo de pesquisa 'Design e Tecnologia Assistiva'. Participou do projeto de extensão Veículo Off Road de Baixo Custo (BAJA) e do laboratório de pesquisa e extensão CADEP - Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos da UNESP entre junho de 2014 e agosto de 2017. Atua principalmente nos seguintes temas: design, design inclusivo, tecnologias assistivas, usabilidade, prototipagem rápida, impressão 3D e escaneamento 3D.



ROBERTA DE MOURA SANTOS

Graduanda em design com habilitação em projeto de produto, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), atualmente é membro do laboratório de pesquisa e extensão CADEP - Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos da UNESP, atuando no desenvolvimento de projetos utilizando tecnologias de prototipagem rápida. Também é pesquisadora bolsista (PIBIC/CNPq) estudando Tecnologias Assistivas e Mobilidade. Membro integrante do projeto de extensão Bambu Taquara e Feb Racing. Atua principalmente nos seguintes temas: Design, prototipagem rápida, usinagem, estudo de materiais e compósitos.

FAUSTO ORSI MEDOLA

Professor Doutor, lotado no Departamento de Design, e vice-coordenador do Programa de Pós-graduação em Design - FAAC/UNESP, Bauru. Doutor em Ciências (área de concentração: Bioengenharia) pelo Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia - EESC/FMRP/IOSC - USP (2013), com doutorado sanduíche na Georgia Institute of Technology, Atlanta, EUA. Mestrado em Bioengenharia pelo mesmo programa (USP), e graduação em Fisioterapia pela Universidade Estadual de Londrina (2003). É líder do Grupo de Pesquisa Design e Tecnologia Assistiva, e membro pesquisador no Grupo de Pesquisa Desenho Industrial: Projeto e Interfaces. Realiza pesquisas na área de Desenho Industrial, Design de Produto e Ergonomia, atuando principalmente nos temas: pesquisa e desenvolvimento de equipamentos de tecnologia assistiva, design ergonômico, biomecânica, cadeira de rodas, acessibilidade e design inclusivo.



OSMAR VICENTE RODRIGUES

PhD em Design de Veículos pelo Royal College of Arts - Londres. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis. Bacharel em Design Industrial pela Unesp - Bauru. Premiado 17 vezes, tanto no Brasil quanto no exterior, é professor do Curso de Design da Unesp Bauru, desde 1988, tendo sua especialidade e pesquisa voltadas para as áreas de Design Automotivo, Prototipagem Rápida e Gestão de Design. É Coordenador do CADEP - Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos, além de Coordenador de Acordos de Cooperação entre a Unesp e a HMC - Hyundai Motor Company - Coréia do Sul, Embraer - Brasil, e HiOA - Oslo and Akershus University College of Applied Sciences - Noruega.

