



IMPRESSÃO 3D PARA MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS:
O DESIGN DE UM SERVIÇO ACADÊMICO

Anael Silva Alves

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte
Carla Martins Cipolla

Rio de Janeiro
Março de 2014

IMPRESSÃO 3D PARA MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS:
O DESIGN DE UM SERVIÇO ACADÊMICO

Anael Silva Alves

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte, D.Sc.

Prof^a. Carla Martins Cipolla, Ph.D.

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos, Ph.D.

Prof. Roberto dos Santos Bartholo Junior, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2014

Alves, Anael Silva

Impressão 3D para micro, pequenas e médias empresas:
o design de um serviço acadêmico/ Anael Alves – Rio de
Janeiro: UFRJ/ COPPE, 2014.

X, 110 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte
Carla Martins Cipolla

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de
Engenharia de Produção, 2014.

Referencias Bibliográficas: p. 96-102.

1. Impressão 3D. 2. MPME. 3. Design de serviço. I.
Duarte, Francisco José de Castro Moura *et al.*. II. Universidade
Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de
Produção. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Francisco Duarte pela sugestão de estudar um tema tão instigante e atual, pela força e orientação nos momentos mais críticos e por ter se mostrado um grande amigo desde os primeiros contatos.

À minha orientadora Carla Cipolla por me apresentar a novas possibilidades no campo do design.

Aos colegas e estagiários do Pro-PME, especialmente ao Felipe Lopes pela disponibilidade e disposição nas várias interações imprescindíveis ao desenvolvimento do projeto.

Ao colega João Marcos Bittencourt que, solidário e generoso, teve papel fundamental na troca de informações valiosas.

À Maria de Fátima Costa e ao Diego de Sá, que na secretaria do PEP, estiveram disponíveis e solícitos para resolver todas as etapas administrativas deste processo.

À Solange Coelho de Oliveira, e sua presteza no setor de Registro da COPPE.

À Luiz Alberto Roza, grande amigo, sempre disposto a ajudar e a dividir suas experiências de vida e profissionais.

A todos os professores que, desde os meus primeiros passos na escola primária até os dias de hoje, souberam provocar minha curiosidade e sempre me conduzir um passo a frente. "Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes." (Isaac Newton).

Aos colegas Thais Vieira e Beatriz Watanabe pelo apoio ao longo desta jornada.

A Ronaldo Thomaz de Castilho, diretor da empresa onde trabalho, que me permitiu cursar este mestrado flexibilizando os horários sempre que necessário.

À minha família... Não tenho palavras para expressar minha gratidão por tudo o que sou e pelo que posso sonhar em ser.

À minha mulher Andrea, amiga e companheira de todos os momentos, apoiadora e incentivadora incondicional e revisora severa e exigente, por acreditar em mim por vezes mais do que eu mesmo. Sem ela eu não estaria onde estou.

Ao Juca e à Nana por me alegrarem em momentos difíceis durante este processo.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

IMPRESSÃO 3D PARA MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: O DESIGN DE UM SERVIÇO ACADÊMICO

Anael Silva Alves

Março/ 2014

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte

Carla Martins Cipolla

Programa: Engenharia de Produção

Na intenção de colaborar para maior competitividade e qualidade das micro, pequenas e médias empresas – MPME – no projeto de novos produtos, esta dissertação busca demonstrar a importância da impressão 3D na dinamização e na redução geral de custos deste processo. Para isso, buscou caracterizar o Processo de Desenvolvimento de Produtos – PDP – e suas particularidades em MPME, contextualizar o uso de protótipos neste processo e apontar as características e tecnologias da impressão 3D e sua situação no Brasil.

Sua contribuição prática é o projeto conceitual de um serviço de impressão 3D cujo objetivo é divulgar e oferecer acesso a esta tecnologia. O projeto foi desenvolvido para um laboratório da Universidade Federal do Rio de Janeiro, mas pode ser facilmente adaptado a outros laboratórios com características similares. Para este projeto foram utilizadas metodologias e ferramentas do Design de Serviço, cujas características também são exploradas nesta pesquisa.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

RAPID PROTOTYPING FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES: THE
DESIGN OF AN ACADEMIC SERVICE

Anael Silva Alves

March/ 2014

Advisors: Francisco José de Castro Moura Duarte

Carla Martins Cipolla

Department: Production Engineering

Intending to contribute to greater competitiveness and quality of micro, small and medium enterprises – MSMEs – in new product development, this dissertation seeks to demonstrate the importance of rapid prototyping in making this process cheaper and more dynamic. In order to reach that, it sought to characterize the Product Development Process – PDP – and its peculiarities in MSMEs, contextualized the use of prototypes in this process and pointed out the features and technologies of rapid prototyping and its situation in Brazil.

Its practical contribution is the conceptual design of a rapid prototyping service whose purpose is to promote and provide access to this technology. The project was developed for a laboratory of the Federal University of Rio de Janeiro, but can easily be adapted to other laboratories with similar characteristics. For this project we used the methodologies and tools of Service Design, whose characteristics are also explored in this research.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Organização da dissertação.....	2
2. MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	4
2.1. Características das Micro, Pequenas e Médias Empresas.....	4
2.2. O Processo de Desenvolvimento de Produtos	10
2.2.1. Modelo de Processo de Desenvolvimento de Produtos.....	11
2.2.2. Características do Processo de Desenvolvimento de Produtos	15
2.3. Processo de Desenvolvimento de Produtos em Pequenas e Médias Empresas	19
3. MODELOS, PROTÓTIPOS E A IMPRESSÃO 3D NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	21
3.1. Protótipos como objetos intermediários e objetos fronteiriços.....	23
3.1.1. Objetos intermediários.....	24
3.1.2. Objetos fronteiriços	25
3.2. Construção de protótipos	28
3.2.1. Processos automatizados de prototipagem	30
3.2.2. Tecnologias de Impressão 3D.....	32
3.2.3. Impressão 3D no Brasil	36
4. DESIGN DE SERVIÇO.....	39
4.1. Serviços: entidades dinâmicas	39
4.2. Design de Serviço: adicionando valor a partir da experiência do usuário	40
4.3. Ferramentas: encurtando caminhos.....	43
5. METODOLOGIA	45
5.1. Delimitações da pesquisa.....	45
5.2. Compreensão do desafio de design do serviço	46
5.3. Compreensão dos usuários.....	46
5.4. Conceituação do serviço	47
5.5. Validação do conceito do serviço	47

6.	O PROJETO DO SERVIÇO	49
6.1.	O desafio de design.....	49
6.1.1.	O laboratório.....	52
6.1.2.	Capacidade inicial de atendimento	53
6.1.2.1.	Empresa A.....	53
6.1.2.2.	Empresa B	56
6.1.2.3.	Considerações acerca dos testes inicial de atendimento	65
6.2.	Os usuários.....	66
6.3.	O conceito do serviço	73
6.3.1.	Pontos de contato.....	73
6.3.2.	Engajamento	74
6.3.3.	Entrada.....	75
6.3.3.1.	Contato	75
6.3.3.2.	Apresentação e avaliação	76
6.3.4.	Imersão	76
6.3.4.1.	Vínculo	76
6.3.4.2.	Execução e acompanhamento	77
6.3.5.	Saída	77
6.3.6.	Extensão	77
6.3.7.	Representação das jornadas de usuários.....	78
6.3.8.	Mapeamento dos processos do serviço.....	83
6.3.9.	Modelo de negócio do serviço.....	85
6.4.	Validação do serviço.....	87
7.	CONCLUSÃO	92
7.1.	As vantagens da impressão 3D no PDP das MPME.....	92
7.2.	Serviços de impressão 3D para MPME a partir de laboratórios acadêmicos ..	93
7.3.	Considerações finais	95
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	ANEXO I: CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO.....	103
	ANEXO II: GUIA DE ENTREVISTA.	109

SIGLAS

3DP	<i>3 Dimensional Printing</i>
ABS	<i>Acrilonitrila Butadieno Estireno</i>
AM	<i>Aditive Manufacturing</i>
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
B2B	<i>Business-to-business</i>
B2C	<i>Business-to-consumer</i>
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CNC	<i>Computerized Numeric Control</i>
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
COPPETEC	Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
FabLab	<i>Fabrication Laboratory</i>
FAPERJ	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i>
FEA	<i>Finite Element Analysis</i>
FTTH	<i>Fiber-to-the-Home</i>
HCD	<i>Human Centered Design</i>
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
LAPAC	Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção
LOM	<i>Laminated Object Modeling</i>
LPF	<i>Laser Powder Forming</i>
MJP	<i>Multi Jet Printing</i>
MPME	Micro, Pequena e Médias Empresas

OCDE	Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento da União Europeia
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PABX	<i>Private Automatic Branch Exchange</i>
PDM	<i>Product Data Management</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PEP	Programa de Engenharia de Produção
PJP	<i>Plastic Jet Printing</i>
PLM	<i>Product Lifecycle Management</i>
PME	Pequenas e Médias Empresas
Pro-PME	Centro de Pesquisa e Projeto para o Desenvolvimento Gerencial Tecnológico de MPME
PS	Poliestireno
Redetec	Rede de Tecnologia e Inovação
RP	<i>Rapid Prototyping</i>
RT	<i>Rapid Tooling</i>
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
Sebraetec	Serviços em Inovação e Tecnologia
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIMPERJ	Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado do Rio de Janeiro
SLA	<i>Stereolithography</i>
SLS	<i>Selective Laser Sintering</i>
STL	<i>Standard Tessellation Language</i>
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USB	Universal Serial Bus
USP	Universidade de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

Em uma condição de mercado internacionalizado onde ofertas de produtos das mais diferentes regiões do mundo se encontram acessíveis micro, pequenas e médias empresas que formam a quase totalidade do universo empresarial brasileiro¹ (DIEESE, 2012) devem encontrar um caminho para manterem-se competitivas. Cenários como este, não considerando questões como a existência ou não de protecionismo, parecem sempre legitimar incentivos a iniciativas de inovação. Neste escopo a importância das inovações em produtos para bons resultados empresariais é reconhecida e amplamente relatada (ALEGRE e CHIVA, 2008; NAVEIRO e ROMEIRO FILHO, 2010). Reduções de tempo e de custos tornam-se fatores decisivos para a conquista desse objetivo, e a validação de conceitos, eliminando-se os inviáveis o quanto antes, são cruciais nesta empreitada (NAVEIRO e ROMEIRO FILHO, 2010; BAXTER, 2000).

As questões críticas em inovação estão relacionadas ao custo, à qualidade e ao tempo de lançamento de um produto no mercado. A definição do produto é chave para o sucesso no processo de desenvolvimento de produtos e entre suas atividades, a prototipagem é a tarefa que mais consome tempo. Projetar é um processo iterativo no qual duas ou mais iterações podem ser necessárias. Isso torna a tarefa de prototipar ainda mais longa. Passa, então, a ser muito crítica a possibilidade de se reduzir o tempo de prototipagem para se reduzir o tempo total do ciclo de desenvolvimento do produto. (LIOU, 2007, p. 11).

Tecnologias de modelagem virtual bi e tridimensionais CAD, de análises computacionais CAE e de fabricação auxiliada por computador (CAM) têm exercido um papel importante na evolução do desenvolvimento de produtos neste sentido desde seu surgimento na década de 1980, mas nunca conseguiram substituir completamente a utilização de modelos físicos. Os modelos físicos tridimensionais que dentre outras vantagens são capazes de acelerar a curva de aprendizado no processo de desenvolvimento de produtos – PDP – (BARKAN e IANSITI, 1993), tornaram-se mais rápidos e baratos a partir do final da década de 1980 com o surgimento de tecnologias de Impressão 3D.

Embora revolucionárias, tais tecnologias ainda parecem ser vistas como dispendiosas ou distantes, senão completamente desconhecidas para micro, pequenas e

¹ Em 2011, as micro e pequenas empresas sozinhas representavam 99% dos estabelecimentos privados não agrícolas do país.

médias empresas, conforme Petrusch, Silva *et al.* (2007). De que forma, então, seria possível torná-las conhecidas e acessíveis para tais empresas de maneira que pudessem tirar proveito de todas as inúmeras vantagens que elas apresentam?

Aproveitando laboratórios universitários de impressão 3D presentes em diversas instituições de ensino e reconhecendo que a academia e o conhecimento por ela gerado são cada vez mais importantes para a economia e para o desenvolvimento conforme afirmaram Etzkowitz e Webster (1998), esta dissertação propõe a utilização destes laboratórios como pontes de transferência tecnológica dos processos de impressão 3D e sua utilização através do estabelecimento de serviços voltados a MPME observando-se, para tal, a definição de transferência tecnológica como a “troca de conhecimentos relacionados à tecnologia” (SCHMOCH, 1999, p. 52). Estes serviços teriam, então, dupla função: a divulgação das ditas tecnologias, suas vantagens, possibilidades e limitações, e a geração de uma massa de dados que alimentaria pesquisas subsequentes que teriam por objetivo a potencialização dessas tecnologias permitindo que elas se tornem cada vez mais acessíveis e mais eficientes para aumentar da competitividade empresarial.

1.1. Objetivo

Tendo em vista a discussão abordada acima, os objetivos desta dissertação podem ser descritos como: a caracterização, a partir de casos reais, das vantagens da impressão 3D no processo de desenvolvimento de produtos de micro, pequenas e médias empresas; e a proposição de um projeto conceitual de serviço de impressão 3D para MPME, a partir de um laboratório acadêmico, utilizando métodos e ferramentas do recente campo do Design de Serviço.

1.2. Organização da dissertação

Esta dissertação pode ser percebida como dois blocos distintos. O primeiro, que abrange os capítulos 2, 3 e 4, é uma delimitação do quadro teórico que norteia e informa o exercício de projeto, descrito nos capítulos 5 e 6, que pode ser entendido como o segundo bloco.

No capítulo 2 busca-se definir e caracterizar as micro, pequenas e médias empresas, sua importância para o Brasil e sua relação com a inovação abordando diversas pesquisas científicas e estatísticas sobre o assunto. Ele também apresenta o PDP como ferramenta

para a inovação nas empresas e aponta suas características conforme diversos autores as apresentaram em publicações científicas e didáticas. Neste capítulo também se observa as características específicas deste processo particularmente relacionadas a médias e pequenas empresas. O capítulo 3 aborda o uso e a confecção de modelos tridimensionais e protótipos como importantes ferramentas no PDP com atenção especial às novas tecnologias de impressão 3D. O Design de Serviços e sua metodologia são apresentados no capítulo 4 para posteriormente servirem como balizadores do exercício de projeto de um serviço de impressão 3D para MPME. Este exercício de projeto é apresentado junto à sua metodologia no capítulo 5 e desenvolvido no capítulo 6. O capítulo 7 reúne as conclusões acerca do exercício de projeto destacando pontos a serem observados em possíveis adaptações do para realidades semelhantes. Por fim no anexo I está o contrato de prestação de um dos serviços, onde foram suprimidos os dados que pudessem comprometer a confidencialidade e no anexo II está o guia de entrevistas utilizado na busca de informações junto às empresas definidas como alvo do exercício de projeto.

2. MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006) e Back, Ogliari *et al.* (2008) advertem claramente sobre a necessidade de investimentos no Processo de Desenvolvimento de Produtos – PDP – pelas empresas nacionais incluindo as MPME para possibilitar que o país desenvolva produtos de alta tecnologia e valor agregado e assim possa ter mais equilíbrio no comércio exterior. Processos como a impressão 3D, que possibilitam a redução de tempo e custos no PDP podem, então, ser bem-vindos para tornar efetivas as inovações que poderiam não surgir através dos procedimentos clássicos do PDP. Mas, para que a influência da impressão 3D seja melhor compreendida, faz-se necessário esclarecer as características tanto das MPME quanto do PDP e quais as particularidades desse processo em tais empresas.

2.1. Características das Micro, Pequenas e Médias Empresas

Antes de seguirmos com esta pesquisa é importante compreendermos quem são as MPME. Existem diversas classificações de porte de empresas que tomam características distintas como parâmetro. Para o Governo e a Receita Federal são utilizados os parâmetros da Lei Complementar 123/2006 que estabelece a classificação de porte pela renda bruta anual ou anualizada das empresas (BRASIL, 2006). O BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social – utiliza regras próprias da renda operacional bruta anual das empresas em circular interna (BNDES, 2011) para usar em sua classificação. O Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, “entidade privada sem fins lucrativos [que] desde 1972, trabalha para estimular o empreendedorismo e possibilitar a competitividade e a sustentabilidade dos empreendimentos de micro e pequeno porte” (SEBRAE, 2013) – e o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE, “fundado em 1955 para desenvolver pesquisas que fundamentassem as reivindicações dos trabalhadores” (DIEESE, 2013) –, por sua vez, usam o número de pessoas ocupadas como parâmetro de classificação. Essas classificações podem ser observadas na Tabela 1.

Ao consultar a Relação Anual de Informações Sociais – RAIS – de 2011 do Ministério do Trabalho e Emprego, considerando apenas as empresas com menos de 500 vínculos empregatícios ativos (empregos formais), pode-se observar que embora este grupo constituísse apenas 51,6% da massa de remuneração nacional no período, ele

representava 64,9% dos empregos formais naquele ano (MTE, 2013) distribuídos naquilo que contabilizava mais de 99,6% das empresas brasileiras² (IBGE, 2013). Ou seja, esses dados evidenciam que, ao lidar com MPME, deve-se ter a clara noção que se trata de instituições de grande valor nacional tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista social. Essa importância não é exclusivamente brasileira, mas segundo Vitorio, Teles *et al.* (2011), é reconhecida internacionalmente.

Tabela 1: Classificação dos estabelecimentos segundo porte.

Fonte: adaptado a partir de DIEESE (2012), BNDES (2011) e BRASIL (2006).

Porte	DIEESE/SEBRAE Pessoas ocupadas		Governo Federal Receita Bruta anual	BNDES Receita Operacional Bruta anual
	Indústria ³	Comércio e Serviços ⁴		
Microempresa	< 19	< 9	≤ R\$ 360.000,00	≤ R\$ 2.400.000,00
Pequena empresa	> 20 < 99	> 10 < 49	> R\$ 360.000,00 ≤ R\$ 3.600.000,00	> R\$ 2.400.000,00 ≤ R\$ 16.000.000,00
Média empresa	> 100 < 499	> 50 < 99	–	> R\$ 16.000.000,00 ≤ R\$ 90.000.000,00
Média-grande empresa	–	–	–	> R\$ 90.000.000,00 ≤ R\$ 300.000.000,00
Grande empresa	> 500	> 100	–	> R\$ 300.000.000,00

Voltando a atenção para as MPME do setor industrial conclui-se, pelo Anuário Estatístico da RAIS, que estas representam 10,8%⁵ das empresas brasileiras (MTE, 2013b). Entretanto, Vitorio, Teles *et al.* (2011) relatam que tais empresas não são inovadoras por natureza, tendendo a copiar ou importar tecnologias de grandes empresas estrangeiras. Assim, instituições como o Sebrae, o BNDES e políticas de governo tais como a Lei Complementar 123/2006 – também chamada de Lei Geral das

² Este percentual se refere apenas às empresas com menos de 250 pessoas ocupadas.

³ As mesmas delimitações de porte foram utilizadas para o setor da construção

⁴ O setor serviços não inclui administração pública e serviço doméstico

⁵ Baseado nos estabelecimentos com vínculos empregatícios em 31/12 por área geográfica, subsetor e faixa de tamanho do estabelecimento.

Micro e Pequenas Empresas, que “estabelece normas gerais relativas ao tratamento diferenciado e favorecido a ser dispensado às microempresas e empresas de pequeno porte no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios” (BRASIL, 2006) –, procuram assumir o papel de amparar e incentivar o desenvolvimento das micro e pequenas empresas. Entretanto Vitorio, Teles *et al.* (2011) apontam diversas definições de inovação, e Alegre e Chiva afirmam que:

[...] a inovação é um processo individual e coletivo de aprendizagem que visa encontrar novas formas de resolver problemas. Na empresa, o resultado da inovação depende da capacidade da empresa para aprender através dos novos conhecimentos que são desenvolvidos, distribuídos e utilizados. (ALEGRE e CHIVA, 2008, p. 315).

No Brasil, a Agência Brasileira da Inovação – FINEP, empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – que tem como missão “Promover o desenvolvimento econômico e social do Brasil por meio do fomento público à Ciência, Tecnologia e Inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas” (FINEP, 2013), utiliza a definição de inovação desenvolvida pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento da União Europeia – OCDE – no chamado Manual de Oslo. Neste manual as inovações são definidas como:

Inovações Tecnológicas em Produtos e Processos (TPP) compreendem as implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos. Uma inovação TPP é considerada **implantada** se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou usada no processo de produção (inovação de processo). Uma inovação TPP envolve uma série de **atividades** científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. Uma **empresa inovadora em TPP** é uma empresa que tenha implantado produtos ou processos tecnologicamente novos ou com substancial melhoria tecnológica durante o período em análise.

A exigência mínima é que o produto ou processo deve ser novo (ou substancialmente melhorado) para a empresa (não precisa ser novo no mundo).

Estão incluídas inovações relacionadas com atividades primárias e secundárias, bem como inovações de processos em atividades ancilares. (OCDE, 2004, PP. 54-55).

Os dados apresentados pela Pesquisa de Inovação Tecnológica de 2008 – PINTEC revelaram que apenas entre 35,2% e 48,8% das MPME do setor industrial

implementaram inovações entre 2006 e 2008 (IBGE, 2010). Tanto na taxa geral de inovação quanto nas inovações de produtos ou processos, as MPME estão abaixo ou muito abaixo de 50% na implementação de inovações e relativamente inferiores às das grandes empresas, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2: Participação percentual do número de indústrias que implementaram inovações, segundo as faixas de pessoal ocupado. Brasil - período 2006-2008

Fonte: adaptado a de IBGE (2010)

Porte	Faixa de pessoal ocupado	Taxa de inovação	Produto	Produto novo para o mercado nacional	Processo	Processo novo para o Brasil
MPME	De 10 a 29	36,9	21,7	3,3	30,7	2,0
	De 30 a 49	35,2	20,9	3,2	30,6	1,6
	De 50 a 99	40,1	24,0	4,6	33,7	2,2
	De 100 a 249	43,0	26,7	6,4	36,9	3,1
	De 250 a 499	48,8	31,8	9,0	40,1	4,5
GE⁶	500 ou mais	71,9	54,9	26,9	64,0	18,1
total		38,1	22,9	4,1	32,1	2,3

Vários obstáculos têm sido usados como justificativa para as baixas taxas de inovação nas MPME. Friedman (apud MILLWARD e LEWIS, 2005) salienta a versatilidade que permite as PME mudarem de setor em busca de uma nova oportunidade, mas observa que elas carecem de orçamento e recursos humanos para arriscar em um novo PDP, o que o autor denominou “paradoxo das PME”. Escassez de recursos financeiros e falta de recursos humanos qualificados, também são causas apontadas por Lira, Lourenço *et al.* (1998).

Um estudo realizado por March-Chordà, Gunasekaran *et al.* (2002) com 65 PME industriais de diversos setores em Valencia, região desenvolvida da Espanha, apontou como principais obstáculos à inovação os altos custos de manutenção de um processo inovativo e acrescentou que as incertezas relacionadas à aceitação de produtos recém desenvolvidos pelo mercado se configurariam em um problema. Os autores

⁶ Grandes empresas.

complementam afirmando que os próprios gestores sugerem que a incerteza sobre o tempo de desenvolvimento da inovação também seja um problema.

A PINTEC (IBGE, 2010) corrobora os estudos acima revelando que os elevados custos da inovação são o principal motivo que as impede de inovar (73,2%), seguidos pelos riscos econômicos excessivos (65,9%), pela falta de pessoal qualificado (57,8%) dentre outros fatores que podem ser verificados no Gráfico 1.

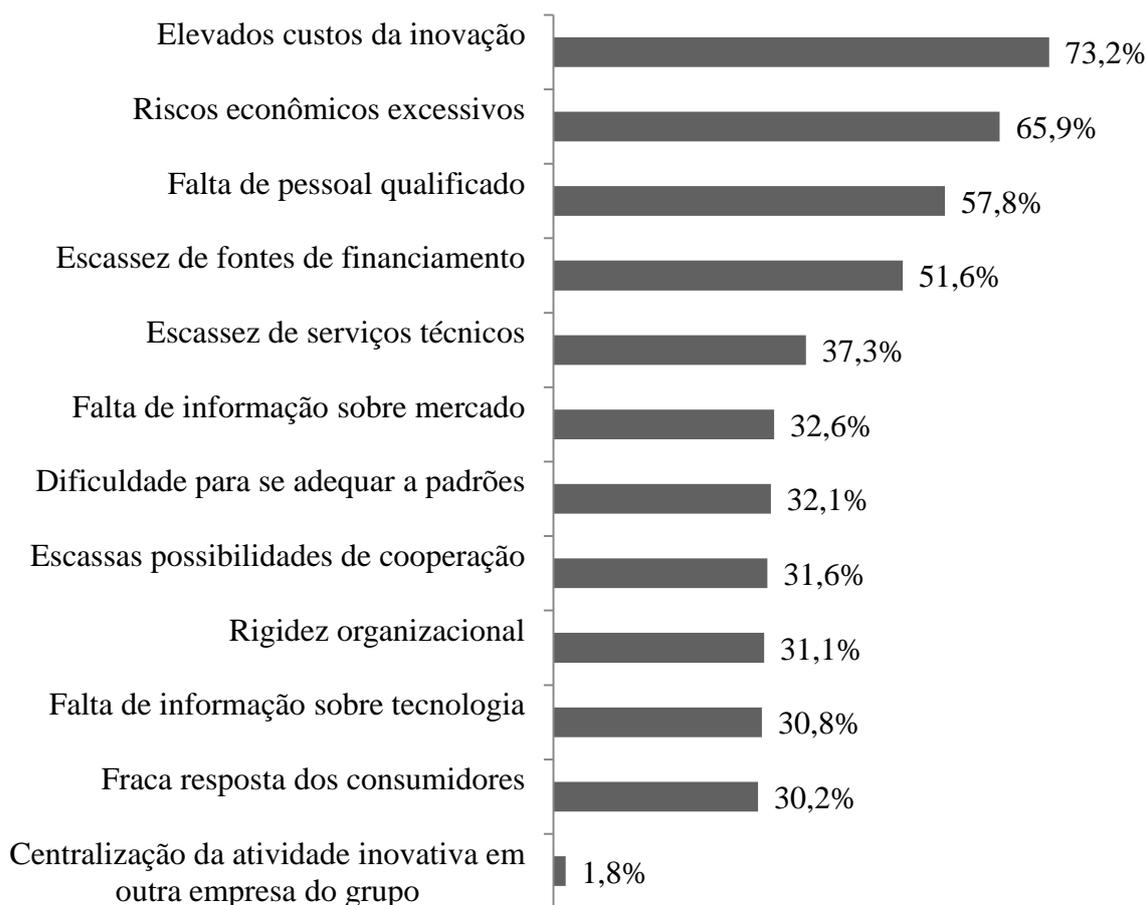


Gráfico 1: Problemas e obstáculos apontados pelas empresas que implementaram inovações, por atividades da indústria - Brasil - período 2006-2008.

Fonte: adaptado a de IBGE (2010).

Kaminski, Oliveira *et al.* (2008) observaram que, em um estudo realizado em 32 PME do setor metal-mecânico da Grande São Paulo, Sorocaba e arredores, algumas causas responsáveis por engessar ações de desenvolvimento de projetos e produtos ficaram evidentes tais como a subestimação do setor de PDP como um setor estratégico para a empresa, e a não adoção de tecnologias mais sofisticadas de CAD, de CAE – engenharia auxiliada por computador –, PDM – gerenciamento de dados de produtos –,

de PLM – gerenciamento de ciclo de vida de produtos – e de FEA – análise de elementos finitos. Os autores salientaram ainda que se as empresas pesquisadas encontram-se localizadas em uma das áreas mais desenvolvidas do Brasil, dificilmente esses recursos tecnológicos seriam utilizados em outras regiões do país.

Por outro lado, Lindman, Scozzi *et al.* (2008) observam que, embora Pavitt (apud LINDMAN, SCOZZI *et al.*, 2008) afirme que as inovações em novos produtos baseados em tecnologia sejam criadas em grandes empresas, as inovações menos dependentes de tecnologia independem do porte da empresa quando lidamos com indústrias de design. No entanto, os autores ressaltam que a cultura de inovação está relacionada ao grau de envolvimento dos proprietários e/ou gerentes com design, seja por formação ou por interesse.

Em sua pesquisa por evidências teóricas de inovação e difusão em pequenas empresas, Nooteboom (1993) afirma que:

Uma vantagem das pequenas empresas é a maior flexibilidade potencial e a proximidade do consumidor. Uma desvantagem é a falta de economia de escala, escopo e experiência. Isto cria uma inclinação à personalização (mercados de nicho de baixo volume) e à inovação (monopólios temporários de baixo volume), onde as vantagens contam e as desvantagens não.

[...]

Em P&D, pequenas empresas tendem a participar menos, mas quando o fazem, aparentemente gastam mais, por unidade de tamanho da empresa, e a ser mais produtivas. Embora isto aparentemente seja dependente do tipo de indústria, a evidência é que isto se aplique à maioria das indústrias. (NOOTEBOOM, 1994, p. 344).

Mas, por outro lado, podemos observar através dos dados da PINTEC (IBGE, 2010) que o investimento em inovação nas indústrias inovadoras é de apenas 2,5% do seu faturamento sendo metade disso em aquisição de máquinas e equipamentos, enquanto a introdução das inovações tecnológicas no mercado somam um investimento de apenas 0,15% do faturamento.

Embora na pesquisa de Ferreira e Zuim (1997) pequenas empresas de base tecnológica do estado de Minas Gerais tenham mencionado a relação com clientes, fornecedores, centros técnicos, centros de P&D e universidades entre as estratégias para obter vantagens sobre a concorrência e acesso à tecnologia, a PINTEC (IBGE, 2010) aponta um baixo índice de cooperação entre as empresas brasileiras e organizações

externas para implementar inovações, como pode ser visto na Tabela 3. Ainda na PINTEC (IBGE, 2010), pode-se observar que apenas 2,6% das empresas cooperam com universidades ou institutos de pesquisa.

Tabela 3: Participação das empresas com relações de cooperação com outras organizações no total das indústrias que implementaram inovações, por atividades, segundo as faixas de pessoal ocupado - Brasil - período 2006-2008

Fonte: adaptado a de IBGE (2010)

Porte	Faixa de pessoal ocupado	Participação das indústrias com relações de cooperação com outras organizações no total das empresas que implementaram inovações, por atividades (%)
MPME	De 10 a 49	8,4
	De 50 a 99	11,3
	De 100 a 249	14,2
	De 250 a 499	15,4
GE	500 ou mais	35,3
Total		10,1

No entanto, na literatura pode-se perceber o reconhecimento da importância dada aos centros de apoio à pesquisa e ao desenvolvimento de novas tecnologias, como universidades, centros de P&D, etc. para a inovação em empresas, especialmente nas MPME (LIRA, LOURENÇO *et al.*, 1998; LIEFNER, HENNEMANN *et al.*, apud KAMINSKI, OLIVEIRA *et al.*, 2008; IBGE, 2010).

2.2. O Processo de Desenvolvimento de Produtos

A inovação trata com incertezas e requer decisões baseadas em variáveis de previsão difícil ou até impossível. Devido a isso, o desenvolvimento de produto geralmente é mal feito ou, muitas vezes, objeto de improvisações. Como as novas tecnologias encorajam e facilitam um ritmo mais rápido de inovações, as empresas são colocadas diante do dilema – inovar ou perecer. Elas, devem então, dominar o processo de inovação, por uma questão de sobrevivência. (BAXTER, 2000, p. ix).

Em sua tese de doutorado Caron (2003) verificou que 47,9% das PME optam por sempre inovar através da introdução de novos produtos enquanto 35,1% o fazem eventualmente. Apenas 4,3% das empresas por ele pesquisadas nunca optam por esta

modalidade de inovação. Esses dados demonstram a importância que as atividades relacionadas ao planejamento, desenvolvimento e acompanhamento de produtos têm dentro das empresas e em torno da qual, segundo Duarte, Lima *et al.* (2003, p. 64), “se aglutinam outras funções da empresa, em especial a função produção.”

Segundo Otto e Wood (2001, p. 5) PDP é “o conjunto de atividades necessárias para transformar um novo conceito em um produto pronto para o mercado”, enquanto Ulrich e Eppinger (2008, p. 2) dizem que o desenvolvimento de produtos “é o conjunto de atividades que começa com a percepção de uma oportunidade de mercado e termina com a produção, venda e entrega de um produto”. Para Back, Ogliari *et al.* (2008, p. 4), o desenvolvimento de produto é “todo o processo de transformação de informações necessárias para a identificação da demanda, a produção e o uso do produto”. Segundo Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006):

De modo geral, desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades de mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo. O desenvolvimento de produto também envolve as atividades de acompanhamento do produto após o lançamento para, assim, serem realizadas as eventuais mudanças necessárias nessas especificações, planejada a descontinuidade do produto no mercado e incorporadas, no processo de desenvolvimento, as lições aprendidas ao longo do ciclo de vida do produto. (ROZENFELD, FORCELLINI *et al.*, 2006, p. 3-4).

2.2.1. Modelo de Processo de Desenvolvimento de Produtos

Apresentado geralmente como uma sequência de fases, o desenvolvimento de produtos tem sido incluído em um ciclo maior que envolve um pré e um pós-desenvolvimento na modelagem esquemática do PDP. O pré-desenvolvimento é o momento no qual a empresa define sua estratégia com relação ao portfólio de produtos que deseja desenvolver, priorizando, ordenando e planejando as execuções que acontecem dentro do desenvolvimento de produto propriamente dito. O pós-desenvolvimento ocorre após esses produtos serem lançados no mercado. É o acompanhamento desses produtos até o fim de seu ciclo de vida, quando eles são descontinuados pela empresa. Nesse ínterim verificam-se e executam-se mudanças para aperfeiçoá-los e lições que servirão para projetos subsequentes são aprendidas.

O pré e o pós-desenvolvimento são, por vários autores, representados como um funil onde no pré-desenvolvimento existem várias possibilidades de projeto das quais apenas algumas efetivam-se no desenvolvimento e um número menor delas é lançado como produto ao final do processo. A Figura 1 representa este funil, conforme apresentado por Baxter (2000).

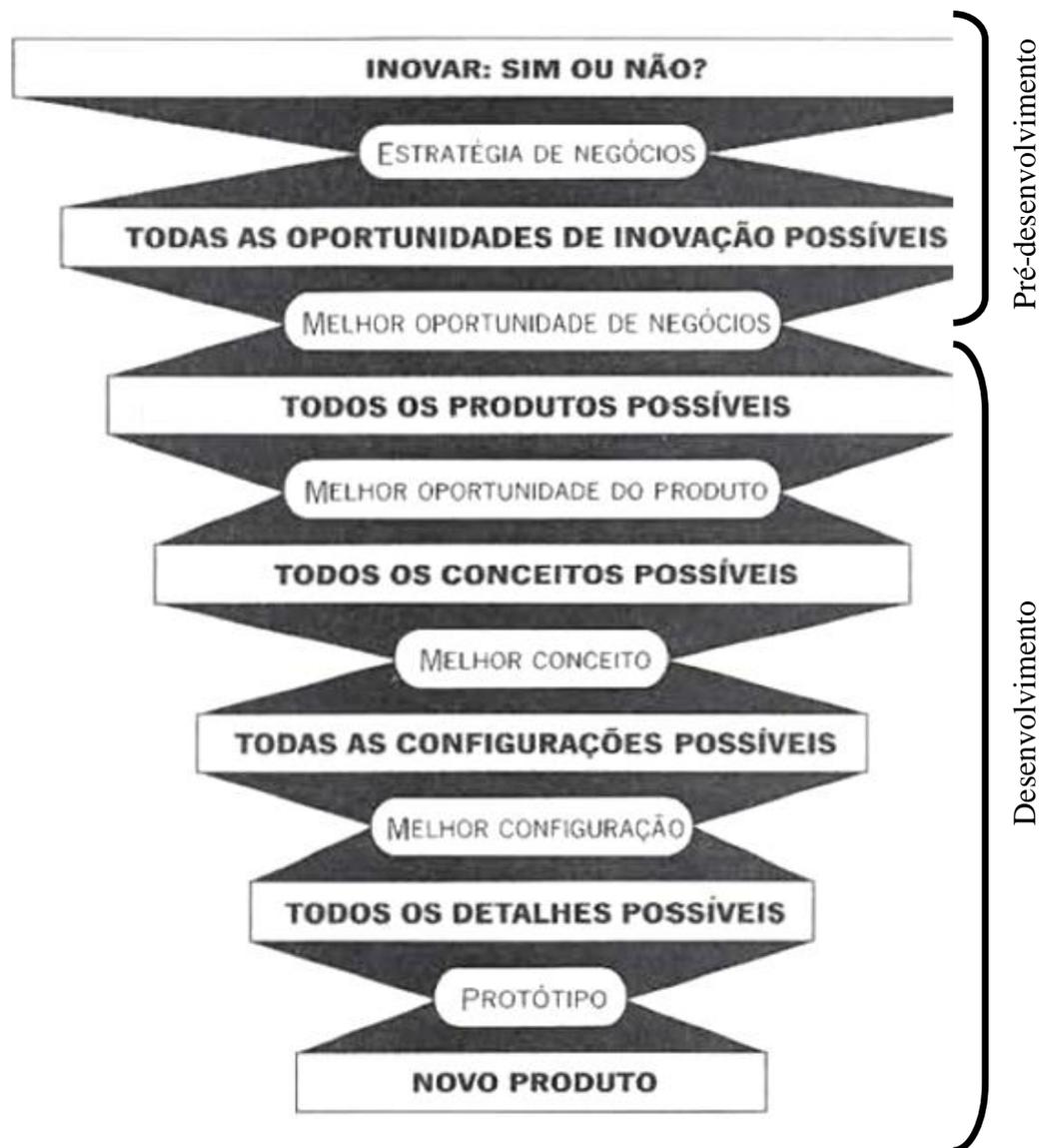


Figura 1: Funil de decisões

Fonte: Adaptado de Baxter (2000)

No centro do funil está o desenvolvimento de produto cujas fases buscam racionalizar e orientar o projeto de forma que todas as informações necessárias sejam levantadas, organizadas e interpretadas em uma síntese que minimize as incertezas e os

riscos do projeto. A primeira destas fases é a de Especificação do Projeto, também chamada de Projeto Informacional, onde são definidos os requisitos e informações qualitativas a respeito do produto. Em seguida, o Projeto Conceitual resulta da seleção de um conceito de produto que, selecionado entre um número de alternativas geradas, atenda, da melhor forma possível, às especificações geradas na fase anterior. Nesse ponto, alguns autores como Back, Ogliari *et al.* (2008) inserem uma fase de Projeto Preliminar onde estabelecem a organização final do produto e determinam sua viabilidade técnica e econômica. Entretanto Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006) consideram essa fase dispensável partindo da premissa de que é possível flexibilizar as fases adjacentes, seja estrategicamente ou com novas tecnologias como CAD, para suprir essa demanda sem a necessidade da criação de uma fase extra. Seguindo para a fase de Projeto Detalhado, os componentes e seus meios de produção são especificados, constrói-se um protótipo funcional que deve ser aprovado e gera-se um plano de fim de vida do produto, indicando sua destinação após o fim de sua vida útil. Na fase de Preparação de Produção, a produção deve ser homologada e liberada através da aprovação de lotes piloto, da liberação da aquisição e/ou preparação de máquinas, dispositivos e ferramental, da certificação de conformidade, do treinamento de pessoal de montagem, e de outras atividades relacionadas. Encerra-se o desenvolvimento com a fase de Lançamento do Produto em que as datas de início de produção são definidas e implementa-se o planejamento de marketing.

Os resultados das fases – denominadas *stages* em inglês –, revisadas em reuniões formais, representam marcos de projeto que uma vez ultrapassados não permitem que se retroceda sem um procedimento controlado que informe a todos os utilizadores daquele marco o impacto do retrocesso e seus resultados. Esses marcos são como “portões” que separam uma fase da outra e são denominados *gates* em inglês. Devido à intercalação entre fases e “portões”, este modelo de PDP é conhecido como *stage-gates*. A Figura 2 representa as fases do PDP e seus principais resultados de acordo com Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006).

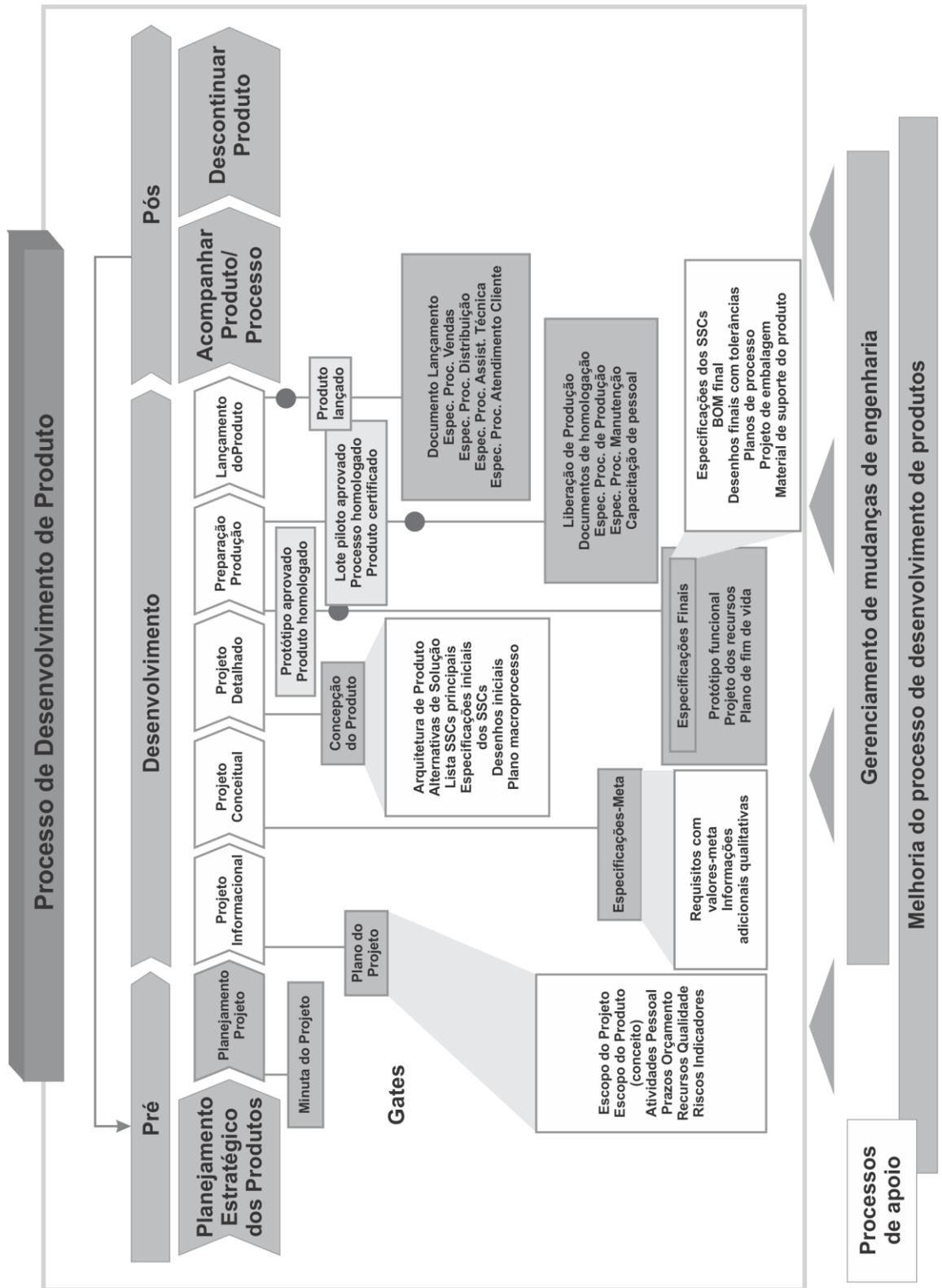


Figura 2: Modelo Unificado do PDP.

Fonte: Adaptado de Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006).

2.2.2. Características do Processo de Desenvolvimento de Produtos

Embora no modelo do PDP as fases sejam postas em sequência, isto não implica em um processo rígido. Pelo contrário, muitas vezes as fases contêm atividades que se sobrepõem, conforme representado por Rozenfeld, Forcellini *et al* (2006) na Figura 3. De acordo com Baxter (2000), algumas fases podem ser omitidas e outras repetidas várias vezes como mostra Figura 4. “O processo decisório é estruturado e ordenado, mas nada indica que as atividades geradoras dessas decisões também devam seguir a mesma estrutura.” (BAXTER, 2000, p. 16). Este processo iterativo envolvendo diversas idas e vindas em um ciclo “Projetar (gerar alternativas)-Construir-Testar-Otimizar” é uma característica típica do PDP.

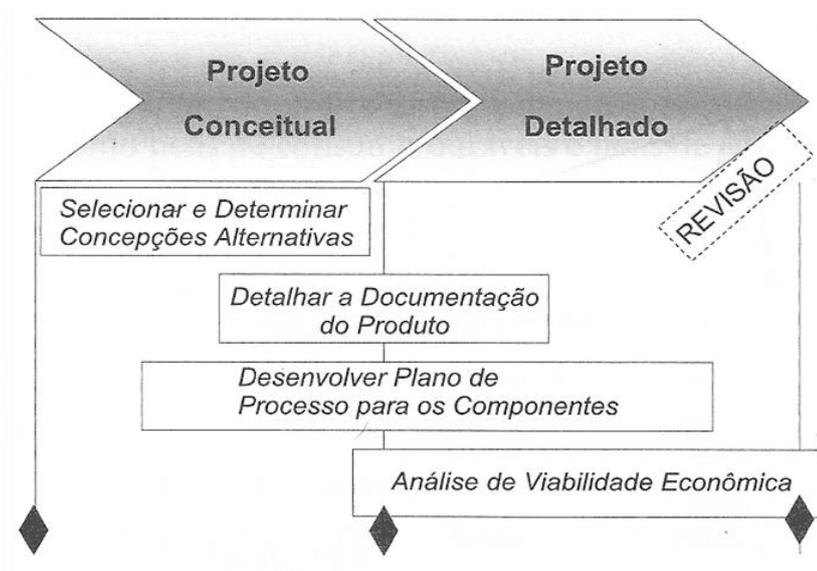


Figura 3: Exemplo de sobreposição de atividades nas fases.

Fonte: ROZENFELD, FORCELLINI *et al* (2006).

A ausência de rotina nesta atividade, em que a cada projeto apresenta especificidades que lhe conferem características e dificuldades sempre novas, é outra característica que o diferencia de processos como o da produção. Autores como Baxter (2000), Rozenfeld, Forcellini *et al* (2006) destacam outras particularidades do PDP dentro dos processos empresariais, tais como o alto grau de incertezas e riscos, a importância das decisões iniciais tomadas quando os riscos são maiores e a quantidade e variedade de informações vindas de diversas fontes, internas e externas à empresa.

Back, Ogliari *et al* (2008) e Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006) afirmam que o PDP é responsável por mais de 70% do custo final do produto, enquanto seus próprios custos são baixos em relação a fatores como material, mão de obra e instalações (Gráfico 2).

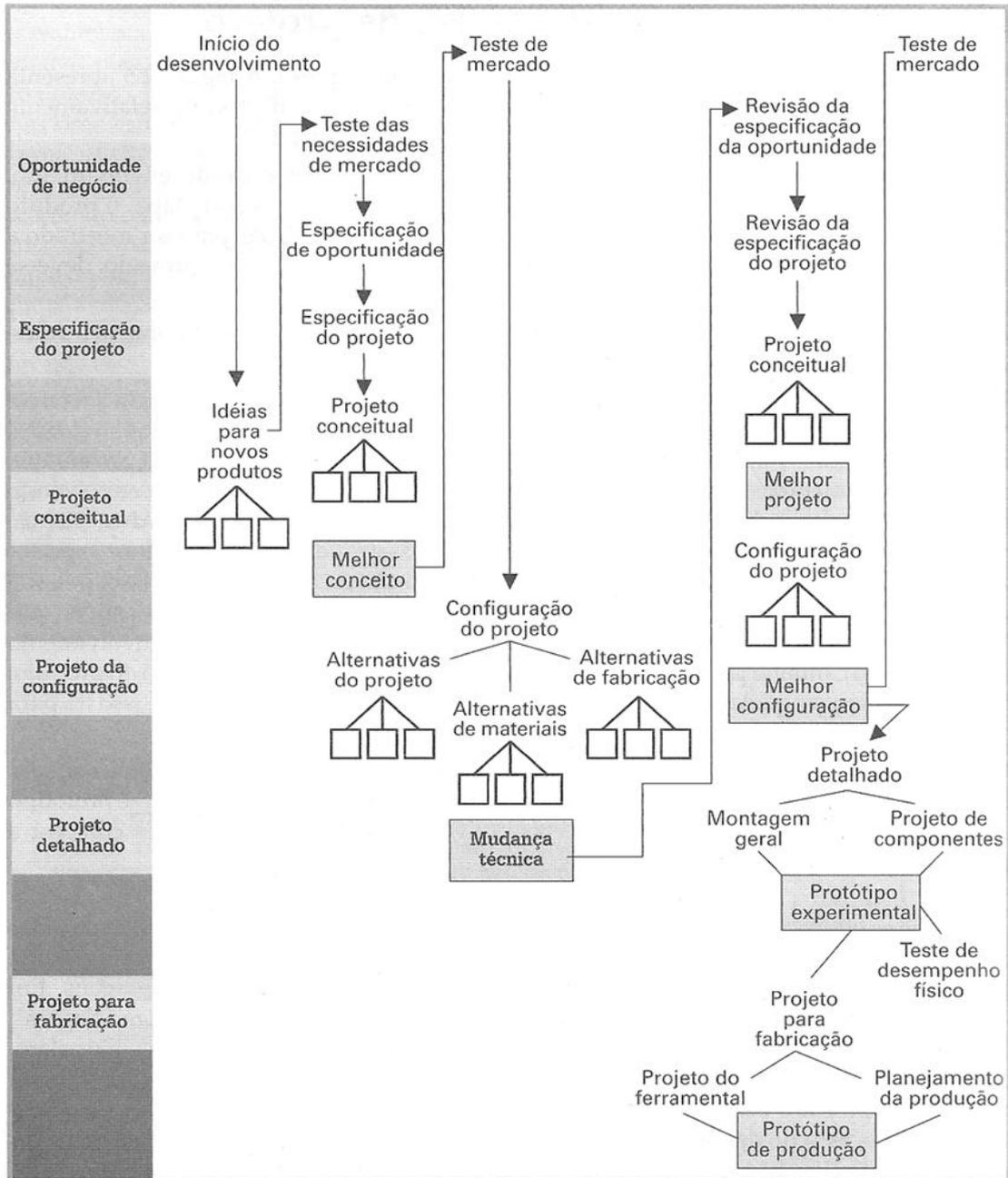


Figura 4: Atividades de projeto nas diferentes etapas do desenvolvimento do produto.

Fonte: BAXTER (2000).

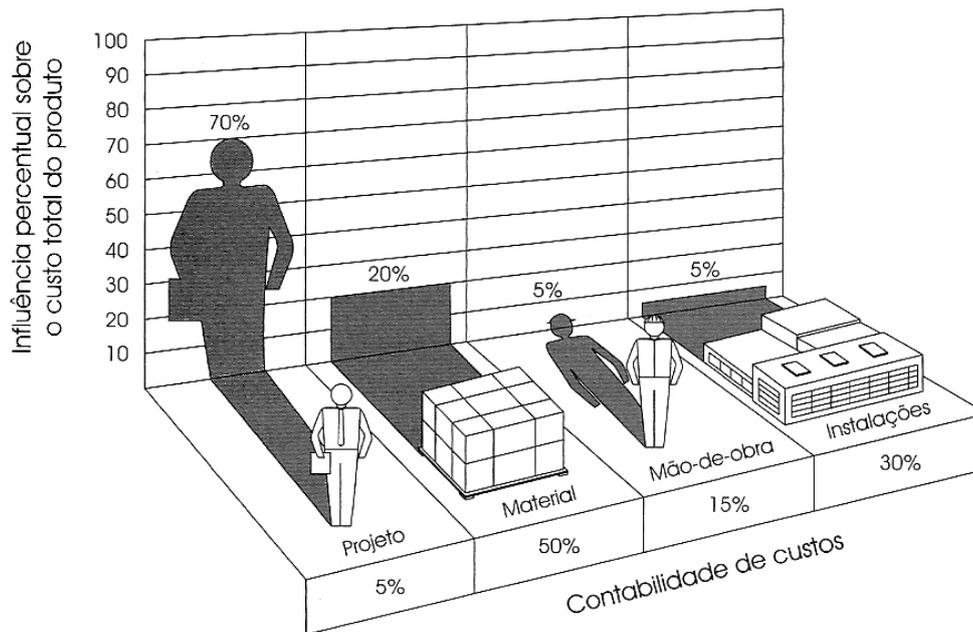


Gráfico 2: Influências sobre o custo do produto, devido às decisões tomadas referentes ao projeto, ao material, à mão de obra e às instalações.

Fonte: SMITH e REINERTSEN (apud BACK, OGLIARI *et al.*, 2008).

Ao longo do processo os riscos e as incertezas vão diminuindo à medida que os custos de modificações do projeto, que são baixos no início, crescem a cada decisão hierarquizada tomada em cada fase. Baxter (2000) demonstra a importância da execução cuidadosa do PDP devido ao crescimento vertiginoso dos custos relacionados a modificações que possam ser necessárias quando o projeto avança para processos posteriores (Gráfico 3). O autor é corroborado por Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006) que apontam o “efeito escala”, no qual há uma progressão geométrica de razão dez no aumento dos custos de modificação ou correção de problemas a cada estágio de desenvolvimento do produto.

Observando, então, a consequente necessidade da tomada de decisões importantes no início do processo, podemos considerar bom aquele PDP que gerencia bem seus riscos e incertezas, tomando decisões baseadas em informações de boa qualidade advindas de diferentes áreas internas à empresa – como as áreas de produção e marketing –, de sua cadeia de suprimentos – como seus fornecedores e distribuidores – e as geradas dentro do próprio processo – dentre elas os modelos e protótipos.

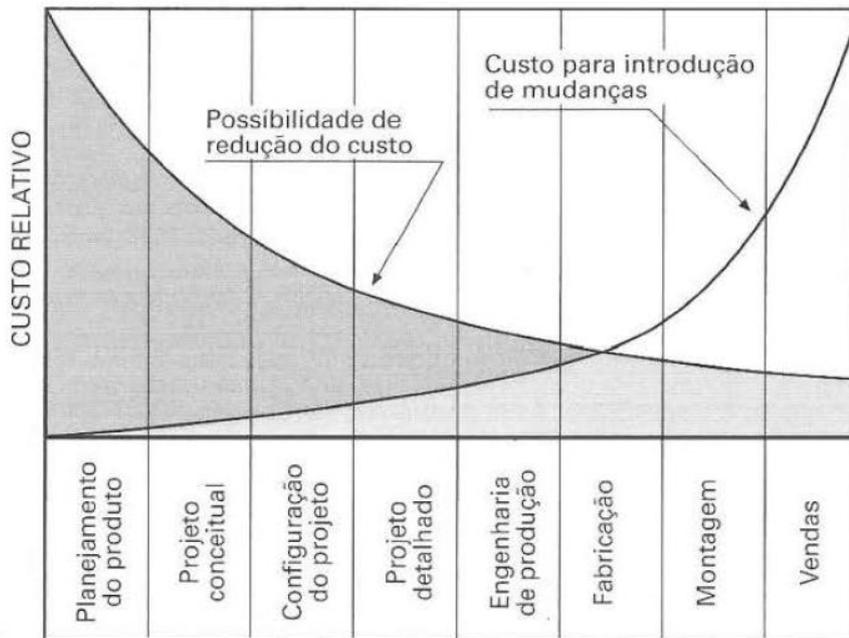


Gráfico 3: Custo para introdução de mudanças no projeto e possibilidades de redução do custo entre o planejamento do produto e sua venda.

Fonte: BAXTER (2000).

Por outro lado, um PDP mal estruturado pode causar diversos prejuízos a uma empresa como, por exemplo, o atraso no desenvolvimento de produtos que pode acarretar perdas da ordem de 33% nos lucros conforme demonstrado por Baxter (2000). Essas perdas são conhecidas como Custo de Oportunidade, isto é, o que se deixa de lucrar quando se perde a oportunidade de lançamento de um produto. Embora esta seja a maior perda, outras também são resultantes de um PDP ineficiente, conforme reproduzido no Gráfico 4.

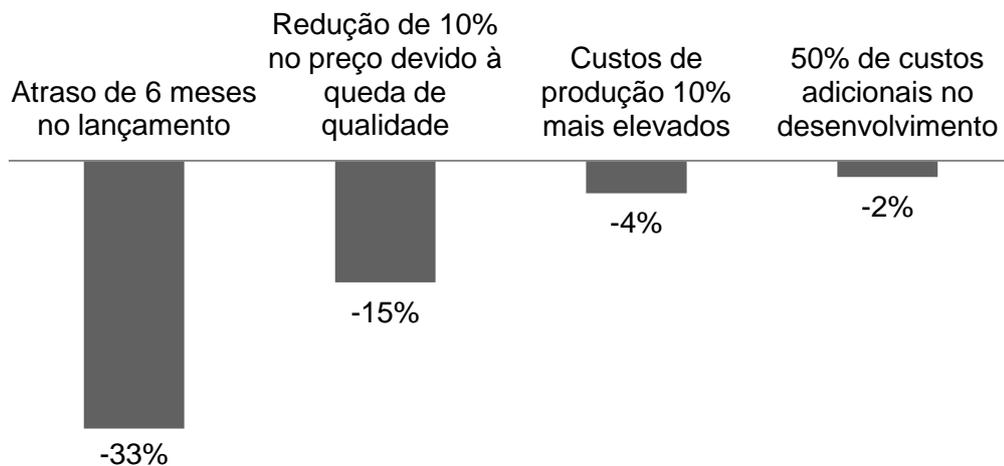


Gráfico 4: Perdas nos lucros provocadas pelo atraso e aumento dos custos do desenvolvimento.

Fonte: BAXTER (2000).

Por sua vez, um PDP bem sucedido, conforme apontado por Ulrich e Eppinger, apresenta bom desempenho nas seguintes características que resultam em bons resultados financeiros para seus envolvidos:

Qualidade do produto: [...] reflete-se na fatia de mercado e no preço que os clientes se dispõem a pagar.

Custo do produto: [...] determina qual o lucro da empresa em um volume de venda específico a um determinado preço.

Tempo de desenvolvimento: [...] determina quão ágil a empresa pode responder a forças competitivas e a desenvolvimentos tecnológicos, assim como quão rápido a empresa recebe retorno econômico a partir do esforço da equipe.

Capacidade de desenvolvimento: [...] normalmente uma fração significativa do investimento necessário para alcançar o lucro.

Custo de desenvolvimento: [...] recurso que a empresa pode usar para desenvolver produtos com maior eficiência e economia. (ULRICH e EPPINGER, 2008, pp. 2-3).

2.3. Processo de Desenvolvimento de Produtos em Pequenas e Médias

Empresas

Berliner e Brimson (apud MILLWARD e LEWIS, 2005) afirmam que estudos revelam os maiores retornos auferidos pelo desenvolvimento de novos produtos em relação a qualquer outro tipo de investimento similar e Millward e Lewis (2005) acrescentam que projeto e desenvolvimento internos às empresas são opções atraentes para pequenas empresas melhorarem sua competitividade e lucratividade quando comparados a rotas manufatureiras de menor valor agregado. No entanto, diferentemente do que é encontrado na literatura sobre PDP e que foi apresentado anteriormente, as MPME não parecem seguir um modelo tão organizado. Millward e Lewis (2005) também revelam em seu estudo que, embora PDPs em grandes empresas usem abordagens como as descritas anteriormente, em PME o PDP é conduzido de maneira *ad hoc* onde planejamento insuficiente, recursos inadequados e desatenção a requisitos de projeto e resistência a mudanças são características comuns. Os mesmos autores ainda apontam um estudo de Woodcock, Mosey *et al.* (apud MILLWARD e Lewis, 2005) onde é relatado que PME costumam evitar procedimentos formais documentados, falham em executar análises eficientes da concorrência, não coletam

dados adequados para o monitoramento de desempenho de seu desenvolvimento e abordam tardiamente o pessoal de produção no PDP.

Outra característica que aparece em grande parte dos estudos sobre PME é a influência de seus proprietários sobre seus PDPs. Se por vezes, o envolvimento direto de um proprietários pode ser vantajoso no desenvolvimento de novos produtos, seja por sua formação ou por seu interesse em design (LINDMAN, SCOZZI *et al.*, 2008), seja pela possibilidade de simplificar do processo decisório, em outras situações sua personalidade dominadora pode reprimir o processo projetual (MILLWARD e LEWIS, 2005). Porém, segundo Mosey (2005) são as ações de altas gerências, independente do título de propriedade, que de fato exercem influencia nos PDPs. Entretanto, no caso de empresas autogestionárias “a falta de um processo decisório formalizado e coordenado reintroduz as dificuldades das grandes empresas” (DUARTE, LIMA *et al.*, 2003, p. 75).

3. MODELOS, PROTÓTIPOS E A IMPRESSÃO 3D NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Modelos são versões simplificadas de algo real, segundo Schichl (apud BACK, OGLIARI *et al.* 2008). Podem ser utilizados, dentre outras funções, para explicar fenômenos, realizar previsões, auxiliar a tomada de decisão e comunicar, com as vantagens de serem menos custosos, mais disponíveis, poderem utilizar escalas de tempo alteradas e não colocarem em risco os sistemas originais (BACK, OGLIARI *et al.* 2008).

Protótipos são modelos e conforme Wall, Ulrich *et al.* (1992, p. 163) “tecnicamente, um protótipo é o primeiro de seu tipo”. Ulrich e Eppinger (2008, p. 277) definem protótipo como “uma aproximação do produto ao longo de uma ou mais dimensões de interesse”. Segundo Back, Ogliari *et al.* (2008, p.446,447), “protótipo representa o objeto a ser projetado com todas as características funcionais e dimensionais do produto[...]”, enquanto Santos (1999) caracteriza protótipos como:

[...] qualquer modelo físico ou não de uma peça, componente, mecanismo ou produto que se realiza antes da sua industrialização, com a finalidade de validar todas ou algumas de suas características e funções teóricas. Os requisitos impostos aos protótipos com relação à estabilidade mecânica (resistência, elasticidade, dureza, etc.), térmica e química do componente estão limitadas àquelas necessárias para o propósito de teste funcional. (SANTOS, 1999, p. 34)

Naveiro e Romeiro Filho (2010) vão além, afirmando em sua definição que os protótipos servem também para analisar a viabilidade do negócio e algumas características relacionadas ao ciclo de vida do produto.

Wall, Ulrich *et al.* (1992) levam em consideração os diversos usos dados aos protótipos e que os diferentes aspectos abordados nestes usos podem gerar denominações distintas. Com base nesta consideração e nos trabalhos de Barkan e Iansiti, (1993), de Santos (1999) e de Naveiro e Romeiro Filho (2010) elaborou-se o Quadro 1 que apresenta as classificações dos protótipos de acordo com o seu uso no PDP e seu custo de obtenção, comparativamente às outras classes.

Quadro 1: Classificações dos protótipos de acordo com o seu uso e seu custo.

Fonte: Elaborado a partir de Barkan e Iansiti, (1993), Santos (1999) e Naveiro e Romeiro Filho (2010).

Classe		Uso	Custo
Modelos preliminares	Protótipo virtual	Visualização, simulação de funcionamento, detecção de interferências entre componentes, análises CAE de partes ou do conjunto, geração de geometrias para CAM	_ ⁷
	Maquete	Visualização em escala, avaliação geral de proporções e soluções estético-formais.	\$
	Modelo volumétrico	Verificação de volume e formas gerais.	\$
	Mockup	Adequação ergonômica e avaliação estética.	\$\$
	Modelo de apresentação	Avaliação estética final do produto em suas medidas exatas e reação de clientes, de potenciais usuários ou da mídia.	\$\$\$
Protótipos funcionais de subsistemas	Protótipo alfa	Seleção/ confirmação de processos, avaliação de funcionamento, de exequibilidade de componentes ou subsistemas, e de robustez ambiental.	\$\$\$\$
Protótipos de sistemas completos	Protótipo beta	Avaliação de qualidade e confiabilidade, e identificação de eventuais problemas remanescentes.	\$\$\$\$\$

Estas classificações podem ser cruzadas com a proposta biaxial de Ulrich e Eppinger (2008) que também é seguida por Liou (2008). Estes autores apresentam uma classificação quanto à tangibilidade e quanto ao escopo dos protótipos na forma gráfica de dois eixos. No eixo da tangibilidade o protótipo pode ser físico – artefato fabricado que guarda alguma similaridade com o produto final – ou analítico – modelos matemáticos geralmente computacionais utilizados para simular aspectos ou o conjunto

⁷ Embora não seja possível ignorar gastos com mão de obra, aquisição e manutenção de software e hardware para a prototipagem virtual, pode-se considerar esses gastos como indiretos. O quadro, no entanto, se refere apenas aos gastos diretos com a prototipagem.

do produto. Quanto ao escopo, o protótipo pode ser integral – representando a maioria ou todos os atributos do produto assemelhando-se ao produto final – ou focado – representando e funcionando como alguma parte específica do produto final.

As classes definidas anteriormente foram então encaixadas no gráfico biaxial proposto pelos autores. O Gráfico 5 apresenta o resultado deste cruzamento.

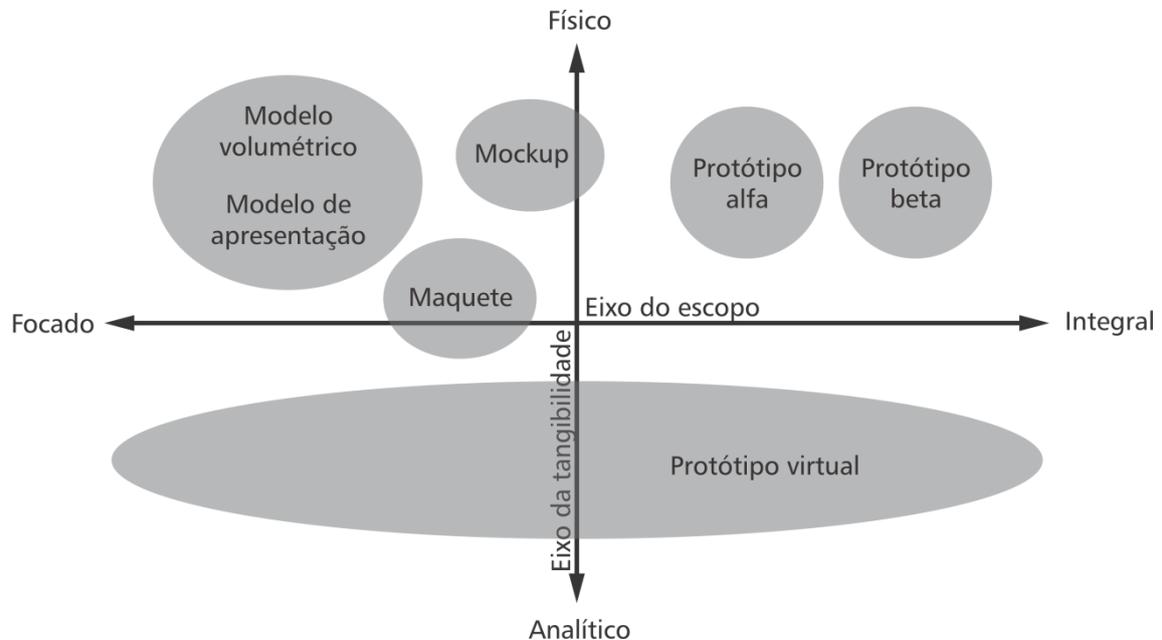


Gráfico 5: Cruzamento entre as classificações por uso/custo e por tangibilidade/escopo.

Fonte: Elaborado a partir de Ulrich e Eppinger (2008) e Liou (2008).

Sejam representações físicas ou analíticas de uma parte ou de um produto inteiro, protótipos existem para que perguntas a respeito do projeto sejam respondidas testando conceitos, funcionamento, usabilidade, estética, demarcando a conclusão de alguma fase do projeto, além de servirem como facilitadores na comunicação entre os diferentes atores do PDP como descrito a seguir.

3.1. Protótipos como objetos intermediários e objetos fronteiros

A formação de uma equipe de projeto para que o PDP em suas múltiplas etapas seja realizado de forma eficiente, envolve a participação direta de profissionais de áreas e formações diversas. Conforme colocado por Boujut e Blanco (2003), em operações que dependem intensamente de conhecimento como o PDP e onde os intercâmbios desses conhecimentos são primordiais, as interfaces que possibilitam o compartilhamento de informações sobre o produto, sobre os trabalhos de cada membro da equipe e sobre o processo projetual exerce um papel muito importante. As

representações do produto através de objetos como protótipos tornam-se, então, muito influentes no processo.

3.1.1. Objetos intermediários

Em uma nota de rodapé que escreveram sobre objetos de mediação e de comissionamento nos processos sociotécnicos do projeto de produtos, Vink e Jeantet (1995) usaram o termo “intermediário” para expressar “um objeto que está entre vários elementos, vários atores ou sucessivos estágios de um processo de trabalho (resultado intermediário)” (p. 118). Assim, os autores seguem esclarecendo que usariam o termo objetos intermediários “como uma forma geral de designar desenhos, arquivos, protótipos que marcam a transição de um estágio para outro, circulam de um grupo para outro ou ao redor do qual vários atores e instrumentos orbitam.” (p. 118).

Objetos intermediários existem para serem comunicados e intercambiados entre os diversos atores do PDP. Eles são facilitadores dos processos de projeto ao permitirem as trocas de conhecimentos e de pontos de vista possibilitando entendimentos, acordos e, conseqüentemente, a construção coletiva. É interessante perceber, como o fizeram Vink, Jeantet *et al.* (1996, p. 303), que “inevitavelmente objetos intermediários sempre transformam a intenção que governa seu projeto”, e uma vez criados, embora possam carregar a intenção de seu criador, eles escapam ao seu controle, ficando sujeitos a manipulações, modificações e interpretações que vão enriquecendo o projeto a medida que incorporam as diferentes visões e conhecimentos dos membros da equipe. Por outro lado, eles também impõem limites a essas ações excluindo algumas possibilidades de futuro. Para cada aspecto ou etapa do projeto pode ser criado um objeto intermediário de acordo com as necessidades e estes objetos serão sempre retratos do produto futuro.

Mas os objetos intermediários podem ser mais ou menos ativos e permitir maior ou menor atividade dos usuários. A partir desta observação, Vink e Jeantet (1995) os classificam como objetos comissionados – representando, de forma estática e sem permitir modificações, as interações que aconteceram até determinado momento – ou objetos mediadores – quando o próprio ato de sua criação transforma a intenção de seu criador e permite a tradução e interpretação de ideias e conceitos – e como objetos fechados – impondo ao usuário uma determinada interpretação – ou objetos abertos – quando permitem liberdade de uso. Entretanto, os autores observam que estas classificações não são intrínsecas, mas que seu papel é definido pela situação em que

são solicitados. Assim, em maior ou menor grau, os objetos intermediários assumem as seguintes funções apresentadas por Vink, Jeantet *et al.*:

Representação retrospectiva: objetos como porta-vozes daqueles que os produziram e os moldaram. [...]

Representação prospectiva: porta-vozes de um objeto que está apenas em sua fase de criação. [...]

Comissionamento: portadores das intenções de seus autores. [...]

Mediação: traem e transformam as intenções dos mesmos autores. [...]

Prescrição: tendem a impor escolhas e decisões aos seus usuários.

Facilitação de interações, confrontos e interpretações: auxiliam na criação de compromissos, mas também em ajustes locais quando a prescrição não é muito restritiva. (VINK, JEANTET *et al.* 1996, p. 316-317).

Uma vantagem que Boujut e Blanco (2003) observaram no seu trabalho de campo em uma fábrica de caminhões é a de que os objetos intermediários “têm a capacidade de cristalizar convenções e regras, levando os participantes a delinear uma estrutura compartilhada para a cooperação” (p. 216), o que leva a inferência, a partir de VINK (2009), que neste momento o objeto intermediário passa a atuar também como objeto fronteiro. É interessante observar que neste ponto a interpretação de Papadimitriou e Pellegrin (2007), que afirmaram que os objetos intermediários são um caso especial de objeto fronteiro, diverge da interpretação de Vink (2009) que afirmou que nem todo objeto intermediário é objeto fronteiro, podendo tornar-se apenas quando possuir determinados “equipamentos” (como legendas, etiquetas, códigos, etc.) que estabeleçam equivalências entre dois mundos que buscam se compreender.

3.1.2. Objetos fronteiros

Uma característica das áreas profissionais é a formação de suas comunidades de prática particulares que por sua própria natureza criam fronteiras, como afirmou Wenger (2000). Sobre estas fronteiras o autor faz a seguinte observação:

Diferentemente das fronteiras entre unidades organizacionais, que são geralmente bem definidas devido a afiliação oficial, as fronteiras entre comunidades de prática são geralmente um tanto fluidas. Elas surgem

de diferentes atividades, diferentes formas de abordagem mútua, diferentes histórias, repertórios formas de comunicação e capacidades. O fato destas fronteiras serem frequentemente omitidas, não quer dizer que sejam menos significantes. (WENGER, 2000, p. 232).

Manter a coordenação de uma equipe de projeto em um cenário como esse requer uma comunicação eficiente. Como observado por Star e Griesemer (1989), Vink e Jeantet (1995) e Carlile (2002), os conhecimentos específicos de profissionais com formações diversas, por mais imprescindíveis que sejam provocam tensões e conflitos de pontos de vista em sua comunicação gerando dificuldades de entendimento e barreiras cognitivas.

Em sua pesquisa sobre a maneira como cientistas e naturalistas amadores resolveram estas tensões na formação do Museu de Zoologia de Vertebrados de Berkeley, na Califórnia, Star e Griesemer (1989) estudaram o uso de objetos que eram utilizados para superar as barreiras originadas de suas diferentes formações e criaram, assim, o conceito de objetos fronteiraços. Segundo os autores, objetos fronteiraços:

[...] são objetos científicos que tanto habitam vários mundos sociais que se interceptam quanto satisfazem os requisitos informacionais de cada um. Objetos fronteiraços são objetos que são tanto plásticos o suficiente para se adaptar às necessidades locais e às restrições dos vários grupos que os empregam, quanto robustos o suficiente para manter uma identidade comum entre os locais. Sua estrutura é fraca no uso comum e se torna forte no uso em locais individuais. Estes objetos podem ser abstratos ou concretos. Eles têm diferentes significados em mundos sociais distintos, mas sua estrutura é suficientemente comum para que mais de um mundo os faça reconhecíveis, um meio de tradução. (STAR e GRIESEMER, 1989, p. 393).

Carlile (2002), em um estudo sobre o conhecimento e suas fronteiras no desenvolvimento de novos produtos e baseando-se no conceito estabelecido por Star e Griesemer (1989), adaptou os quatro tipos de objetos fronteiraços constatados por eles aos objetos que encontrou em sua pesquisa etnográfica realizada nas áreas que considerou estarem diretamente envolvidas no PDP (vendas/ marketing, engenharia de projetos, engenharia de produção, e produção) em uma empresa com alto volume de produção. A correlação de Carlile (2002) pode ser vista no Quadro 2.

Quadro 2: Correlação entre classificações e exemplos de objetos fronteiraços de STAR e GRIESEMER (1989) e CARLILE (2002)

Star e Griesemer (1989)	Carlile (2002)
Repositórios	Repositórios
Bibliotecas, museus.	Bancos de dados de custos, de CAD/CAM, bibliotecas de componentes.
Tipo ideal	Objetos ou modelos
Diagramas, atlas, descrições de espécies.	Esboços, desenhos de montagem, componentes, montagens-protótipo, <i>mock-ups</i> , simulações computacionais.
Fronteiras coincidentes	Mapas de fronteiras
Mapas de fronteiras geográficas	Gráficos de Gantt, mapas de processo, matrizes de fluxo de trabalho, simulações computacionais.
Formulários padronizados	Formulários e métodos padronizados
Formulários para descrição de espécimes coletados.	Relatórios padrão para descobertas, métodos de solução de problemas (Formulários 8D, D-FEMEA, P-FEMEA), formulário para modificações de engenharia.

O importante papel que os protótipos representam neste contexto ao permitir uma comunicação bastante clara nas negociações entre os diferentes atores no PDP, foi demonstrado de forma bastante ilustrativa no estudo de Carlile (2002).

No entanto, o autor deixou claro que nem todos os objetos podem ser objetos fronteiriços efetivos e que para sê-lo deveriam estabelecer “uma sintaxe ou língua para indivíduos representarem seu conhecimento” (p. 451), sob o risco de resultar em uma piora na qualidade da comunicação entre os atores do PDP. Observou ainda que em determinada situação um objeto pode funcionar bem, mas em outra pode ter o efeito oposto ao desejado corroborando, assim, Wenger (2000), que fez esta análise ao notar que os objetos poderiam ser mal interpretados ou interpretados cegamente.

Assim, com os estudos mencionados acima e conforme apresentado abaixo no Gráfico 6 – com base em Barkan e Iansiti (1993) que apontam a aceleração do padrão de aprendizagem devido à frequente prototipagem – demonstra-se que, utilizados como

objetos intermediários ou fronteiraços eficientemente, os protótipos podem ser cruciais para a aceleração do PDP ao sanar inseguranças que talvez surjam entre os envolvidos, reduzindo drasticamente a necessidade de retrabalhos ao antecipar possíveis erros. Como afirmou Liou (2007, p. 7) “[...] a solução para um produto bem sucedido é prototipar cedo e com frequência”. Por sua vez, quando a impressão 3D é utilizada esse processo permitiria reduções de tempo e custo entre 50% e 90% (ROZENFELD, FORCELLINI *et al.*, 2006; CHUA, LEONG *et al.*, 2003), o que possibilitaria uma empresa inúmeras vantagens que vão desde a venda a preços mais altos no início do ciclo de vida por ser a primeira a lançar o produto no mercado, passando por um ponto de equilíbrio alcançado mais rapidamente, até um maior retorno do investimento, conforme demonstrado por Liou (2007).

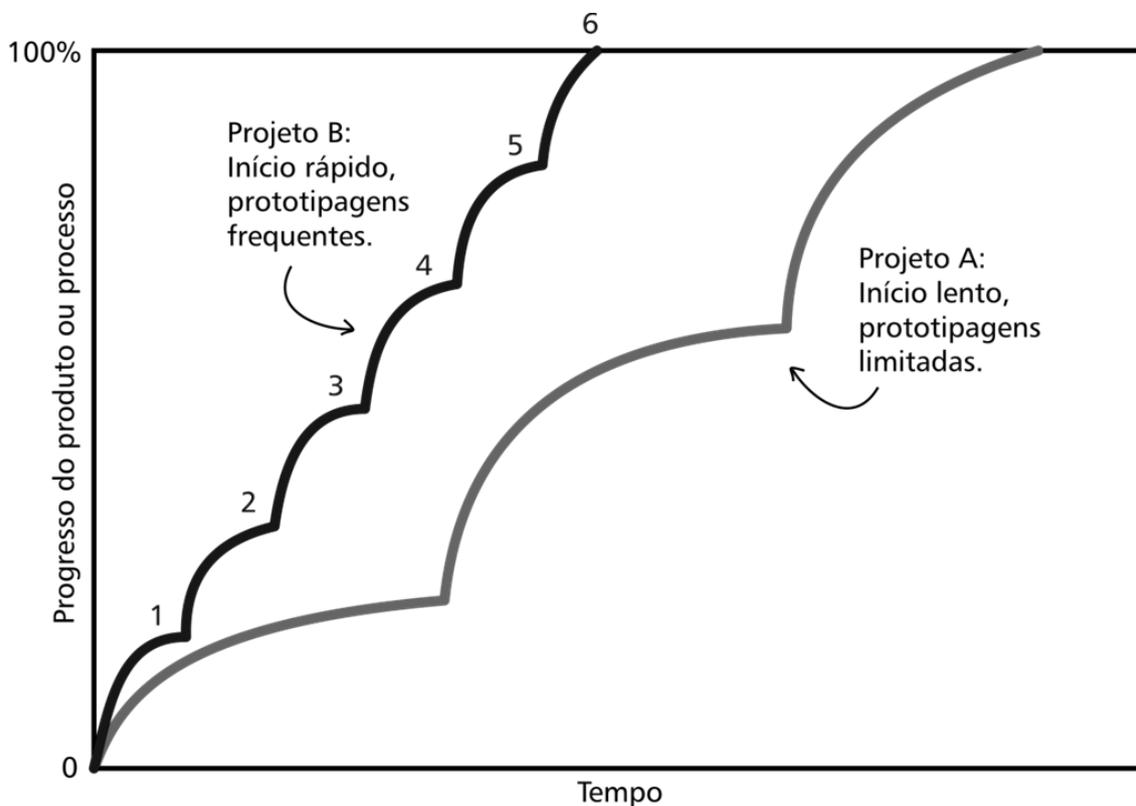


Gráfico 6: Aceleração do padrão de aprendizagem devido a frequente prototipagem.

Fonte: Adaptado de Barkan e Iansiti, 1993.

3.2. Construção de protótipos

Tradicionalmente, os métodos de construção de protótipos estavam mais relacionados à escultura, à modelagem artesanal e à montagem de peças fabricadas de forma manual ou com auxílio de máquinas-ferramentas como tornos e fresadoras. A partir de 1980, com o advento de tecnologias 3D de projeto auxiliado por computador –

CAD – e de fabricação auxiliada por computador – CAM, tal qual máquinas-ferramentas automatizadas por comando numérico computadorizado ou CNC – utilizadas na manufatura de protótipos, houve uma drástica redução no tempo deste processo, conforme percebido por Chua, Leong *et al.* (2003) e apresentado no Gráfico 7. Mas, até esse momento, a maioria das tecnologias para a geração de protótipos eram subtrativas – esculpindo blocos brutos de matéria-prima em modelos através da subtração do excesso de material –, conformativas – formando plasticamente um determinado material através de força, pressão e/ou calor – ou aditivas – unindo partes através de soldagem, adesivamento e uniões mecânicas de diversos tipos. No entanto, o mesmo gráfico demonstra a revolução causada a partir de 1987 com o surgimento das tecnologias de manufatura aditiva por camadas – AM – e controlada por computador iniciada com a tecnologia chamada estereolitografia, na qual uma resina líquida tem sua superfície polimerizada por um feixe de laser, em seguida é recoberta por nova camada de resina e o processo se repete até que o objeto se forme.

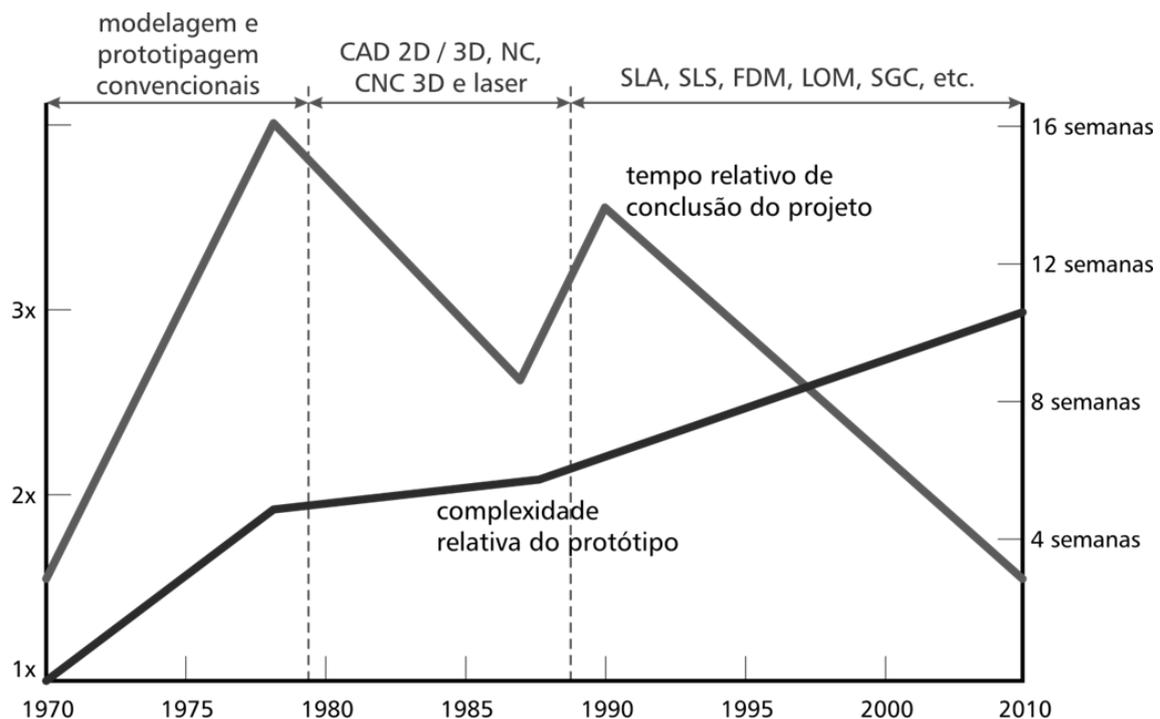


Gráfico 7: Tempo de projeto e complexidade do produto em 25 anos.

Fonte: Adaptado de Chua, Leong *et al.*, 2003.

Utilizando como base o ano de 1970, Chua, Leong *et al.* (2003) observaram que em 1980 o tempo de conclusão de projetos quadruplicou devido ao nível de complexidade dos protótipos ter dobrado. Porém, com a chegada das tecnologias CAD e CAM/CNC esse tempo foi decrescendo rapidamente chegando ao dobro do que era em

1970, a pesar da complexidade dos protótipos continuar crescendo. A partir do início da década de 1990 a complexidade dos protótipos cresceu até o triplo do que era em 1970, enquanto o tempo de conclusão dos projetos voltava a valores similares aos daquele ano, devido às tecnologias de AM. Esses dados expressam um ganho de velocidade relevante que pode resultar em vantagens competitivas para as empresas ao reduzir o tempo dedicado ao PDP.

3.2.1. Processos automatizados de prototipagem

Máquinas-ferramentas tais como as fresadoras CNC funcionam de forma análoga às suas similares manuais com a diferença de que, nas primeiras, um *software* utiliza um modelo virtual 3D para programar o trabalho de usinagem que a máquina executa com pouca ou nenhuma intervenção do operador.

Comumente conhecidas como impressão 3D, prototipagem rápida ou manufatura rápida, as tecnologias de AM funcionam através do fatiamento virtual de um modelo 3D digital em camadas finas (Figura 5:) que, tais como curvas de nível, guiarão o equipamento de impressão 3D na adição de um determinado material da camada inferior para a superior quando, então, obtém-se um protótipo perfeito em virtualmente qualquer grau de complexidade. As fases do processo de AM estão demonstradas na Figura 6.

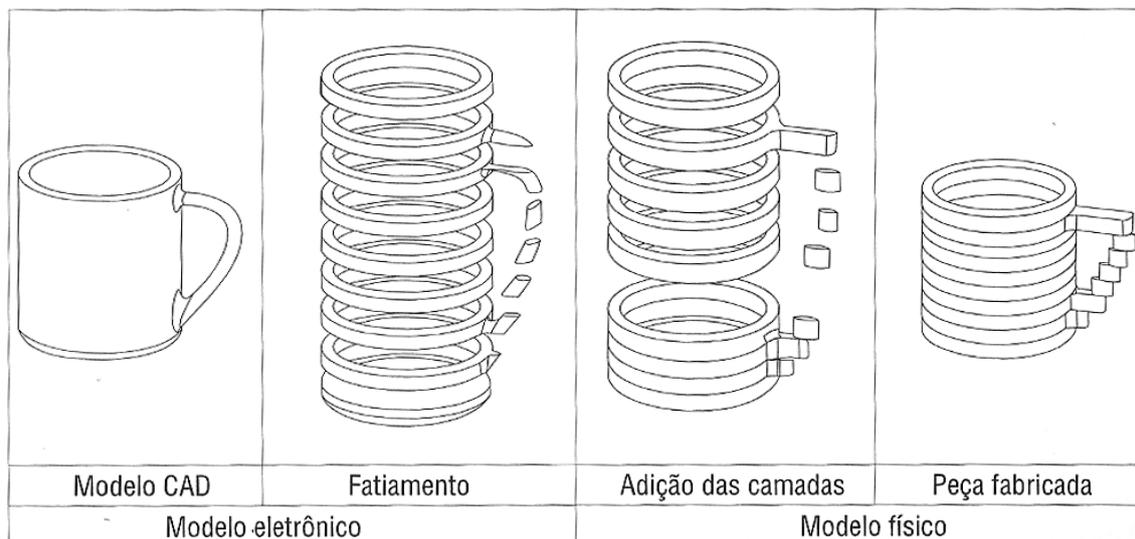


Figura 5: representação das principais etapas do processo de manufatura por camada.

Fonte: Carvalho e Volpato (2007).

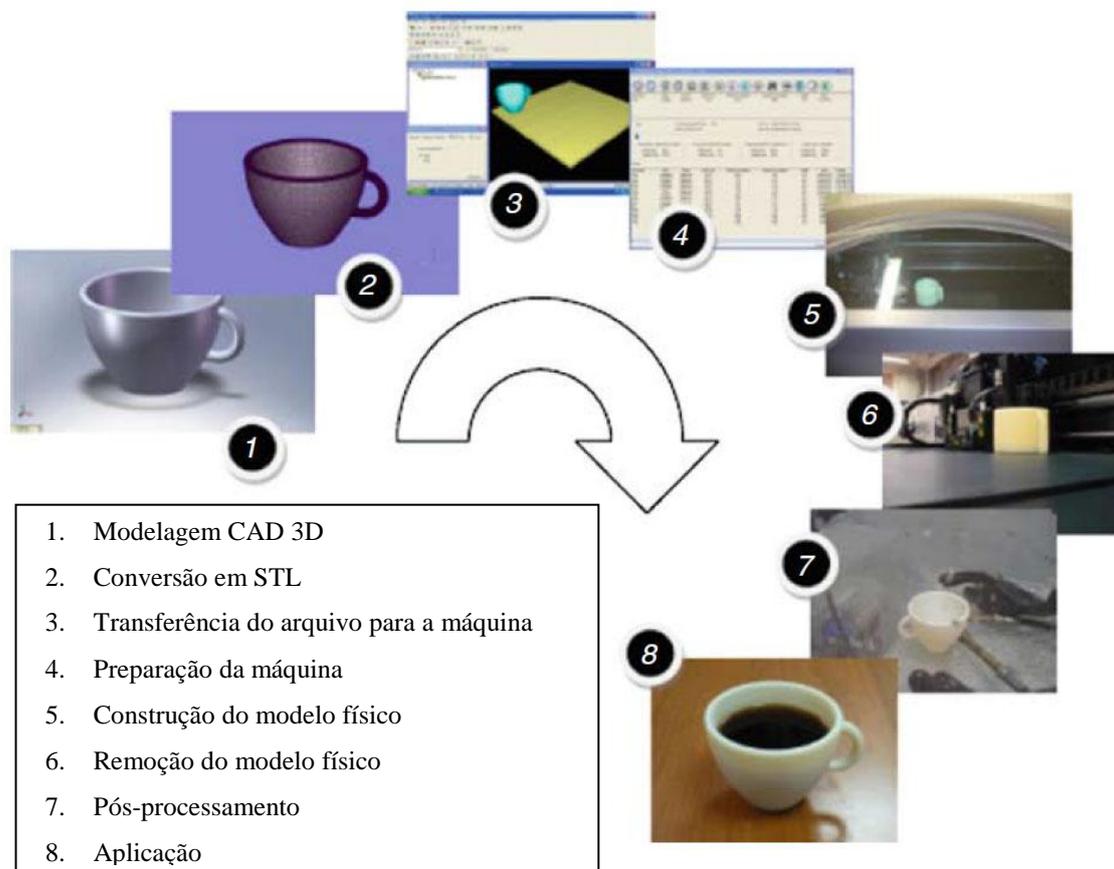


Figura 6: Cadeia de processos no processo de impressão 3D.

Fonte: Adaptado de Gibson, Rosen *et al.*(2010).

As vantagens da aplicação de tecnologias de impressão 3D são descritas por diversos autores. Alves, Bittencourt *et al.* (2012) apontam algumas destas vantagens ao relatarem um caso na indústria de plástico com destaque para a redução de custo em aproximadamente 250 vezes devido a utilização de um protótipo rápido em substituição à confecção de um molde piloto para o teste de um produto.

Conforme observado por Duarte, Lima *et al.*(2003), a demonstração da viabilidade técnica de um novo produto se resolve através da construção de protótipos. Porém, quando isso exige consumo de tempo ou de recursos maior do que os disponíveis pode emperrar o PDP. Nesses casos, quando tempo e recursos são determinantes, a impressão 3D se torna ainda mais importante para as MPME.

3.2.2. Tecnologias de Impressão 3D

Embora o mercado de impressão 3D tenha crescido nos últimos anos com inúmeras ofertas de novos equipamentos, as tecnologias mais expressivas de construção por camadas ainda se enquadram nas três classificações baseadas no estado inicial da matéria-prima, apontadas por Carvalho e Volpato (2007): baseadas em líquidos, em sólidos e em pó.

Nas tecnologias baseadas em líquidos a resina neste estado é polimerizada por feixes de laser ultravioleta em sua camada mais superficial enquanto contida em um recipiente, como demonstrado na Figura 7 (ex. *Stereolithography*, SLA, da 3D Systems) ou por luzes ultravioleta após ser depositada em uma bandeja por cabeças de impressão como nas impressoras a jato de tinta, conforme a Figura 8 (ex. *Multi Jet Printing*, MJP, da 3D Systems, e *PolyJet*, da Objet/ Stratasys).

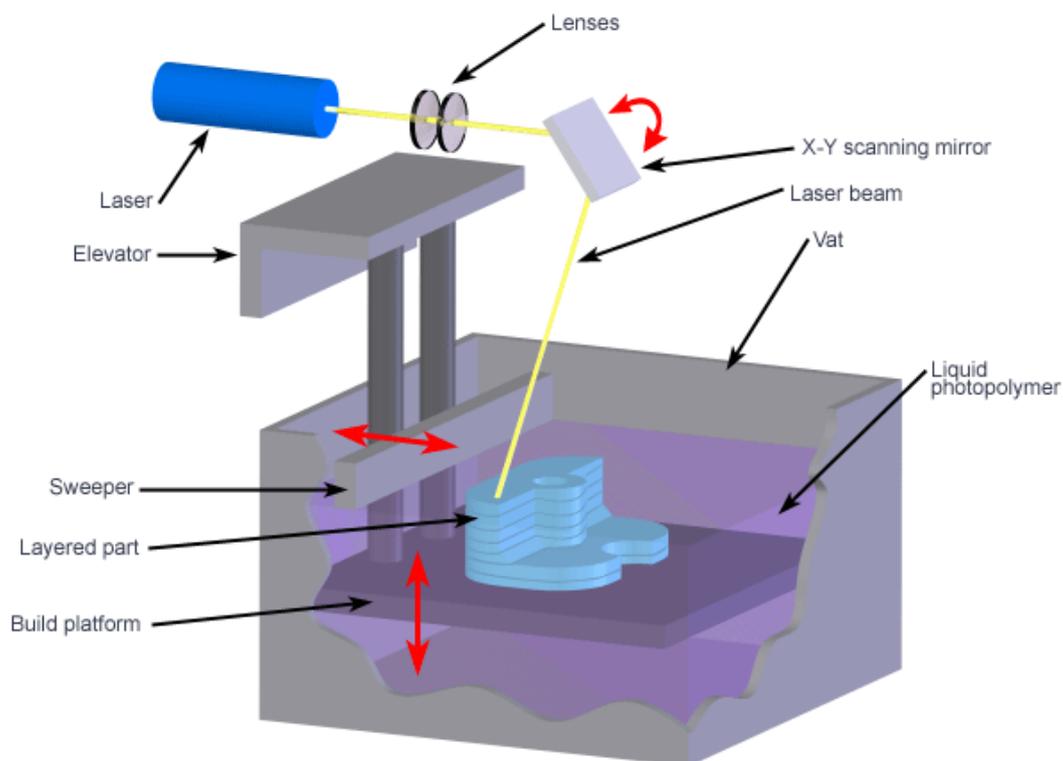
Nas tecnologias baseadas em sólidos filamentos poliméricos são plastificados por bicos extrusores quentes, como mostra a Figura 9 (ex. *Fused Deposit Modeling*, FDM, da Stratasys, e *Plastic Jet Printing*, PJP, da 3D Systems). Nesta categoria também se inseriam tecnologias como a já em desuso LOM (*Laminated Object Modeling* da Helisys/ Cubic Technologies), onde camadas de filme polimérico eram recortadas e coladas umas sobre as outras.

Nas tecnologias baseadas em pó o material é pré-aquecido e um feixe de laser focalizado acrescenta temperatura suficiente para sinterizá-lo, como demonstra a Figura 10 (ex. *Selective Laser Sintering*, SLS, da University of Texas System/ DTM/ 3D Systems e *Laser Powder Forming*, LPF, da Sandia/ Optomec). Também pode ser aglutinado por uma resina aplicada através de uma cabeça de impressão como as de jato de tinta, conforme ilustrado na Figura 11 (ex. *3 Dimensional Printing*, 3DP, do Massachusetts Institute of Technology/ Z Corporation/ 3D Systems).

Com a expiração, em 2009, da patente da tecnologia FDM, registrada em 1992 por Scott Crump fundador da Stratasys Inc. (CASTLE ISLAND, 2013), começou a surgir uma infinidade de equipamentos de custo e tamanho reduzidos para uso doméstico – muitos financiados pelo sistema de *crowdfunding*⁸ –, inclusive kits e

⁸ *Crowdfunding*, (financiamento coletivo) consiste na divulgação dos projetos em *web sites* que e concentram financiamentos de múltiplas fontes, principalmente de pessoas físicas interessadas no projeto e que podem contribuir com valores pré-estipuladas em troca de retornos que vão desde

instruções para construção de equipamentos *open-source*⁹ por amadores. Segundo Wohlers (apud THE ECONOMIST, 2012) as vendas de tais equipamentos vêm crescendo rapidamente nos EUA. É provável que a tecnologia SLS também tenha este destino, visto que a patente registrada em 1989 por Carl Deckard pela University of Texas System (CASTLE ISLAND, 2013) expirará em 2014. Entretanto, é interessante observar que mesmo a uma fração do custo de suas semelhantes industriais as máquinas menores ditas “de uso doméstico” parecem não estar entrando na indústria para a confecção de protótipos. Isso talvez se explique devido à baixa qualidade de seus resultados quando comparada a dos equipamentos ditos “de nível industrial”.



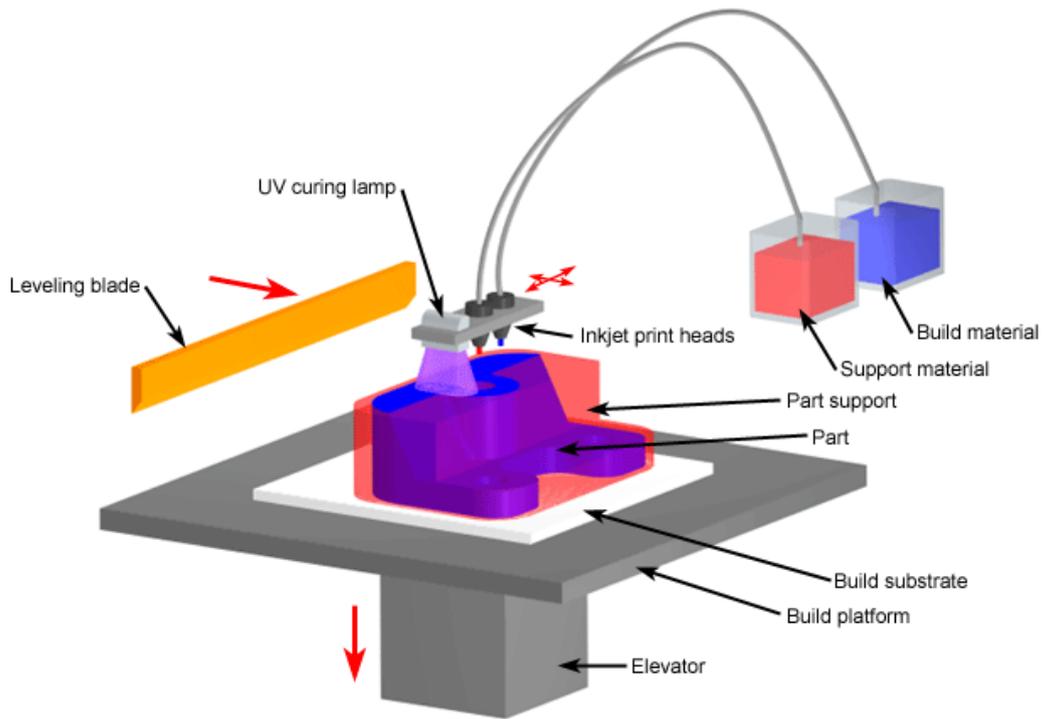
Copyright © 2008 CustomPartNet

Figura 7: Configuração geral da tecnologia SLA.

Fonte: CustomPartNet Inc. (CUSTOMPART.NET, 2013).

agradecimentos até edições especiais dos produtos em seu pré-lançamento, dependendo do tamanho da contribuição.

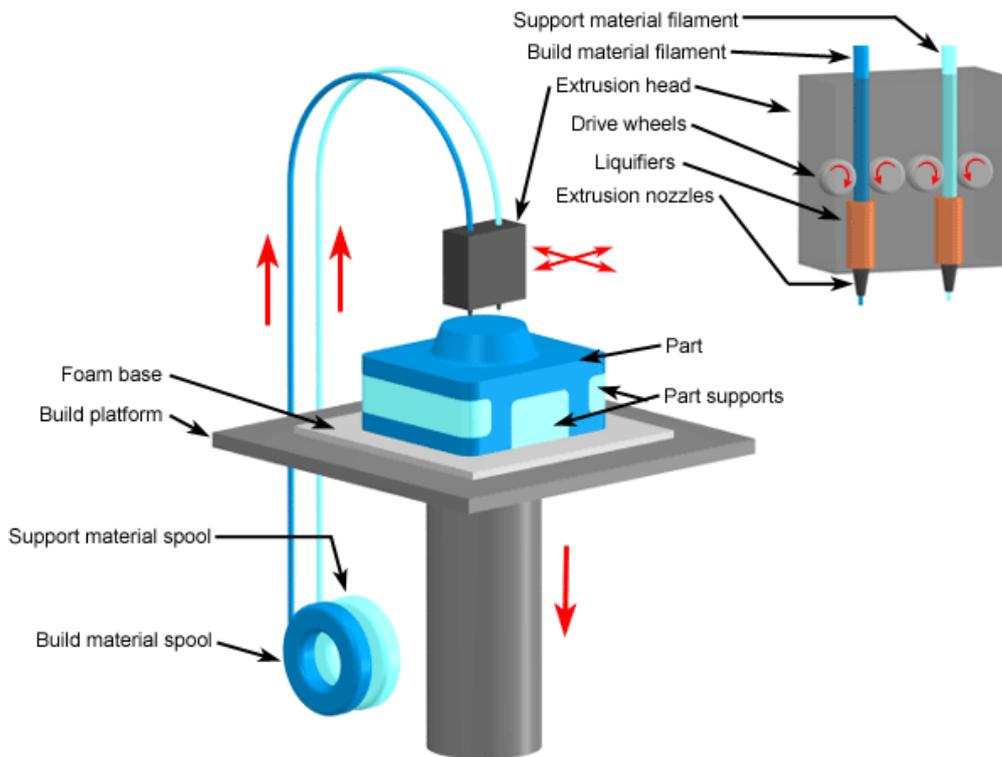
⁹ *Open-source* ou código aberto é um termo forjado na programação de *softwares* cujos códigos-fonte devem ser livres para utilização e modificação por qualquer pessoa, sem necessidade de pagamento de *royalties* ou direitos de qualquer natureza. O termo aqui é usado com o mesmo sentido, porém não só para códigos de *softwares*, mas também para projetos de equipamentos.



Copyright © 2008 CustomPartNet

Figura 8: Configuração geral das tecnologias MJP e PolyJet.

Fonte: CustomPartNet Inc. (CUSTOMPART.NET, 2013).



Copyright © 2008 CustomPartNet

Figura 9: Configuração geral das tecnologias FDM e PJP.

Fonte: CustomPartNet Inc. (CUSTOMPART.NET, 2013).

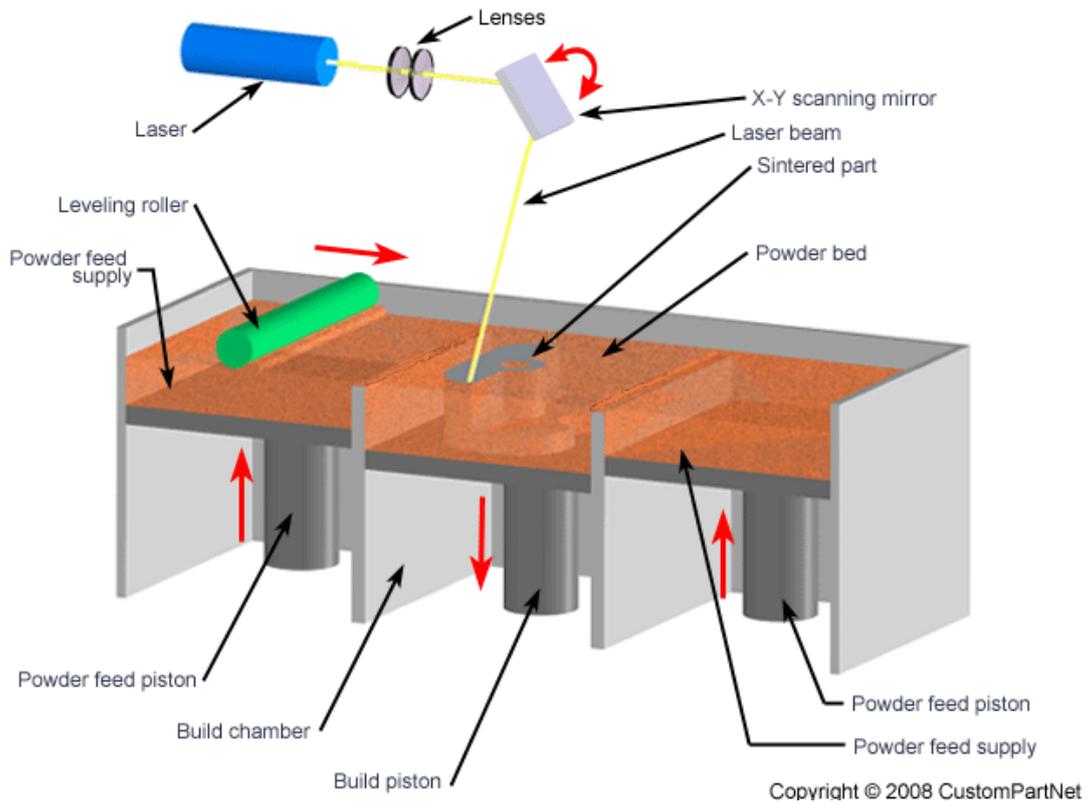


Figura 10: Configuração geral da tecnologia SLS.

Fonte: CustomPartNet Inc. (CUSTOMPART.NET, 2013).

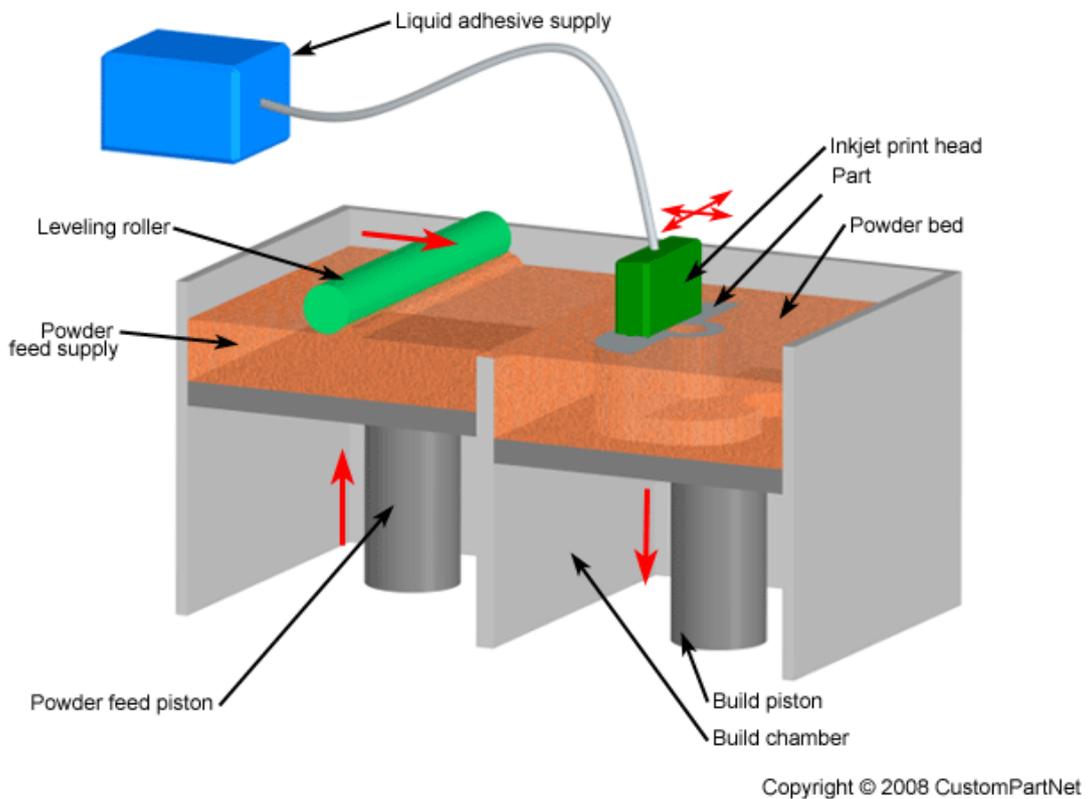


Figura 11: Configuração geral da tecnologia 3DP.

Fonte: CustomPartNet Inc. (CUSTOMPART.NET, 2013).

3.2.3. Impressão 3D no Brasil

Da Silva, Ahrens *et al.* (2005) mencionaram os altos custos da importação dos equipamentos de impressão 3D no Brasil que chegavam a 70% entre taxas, impostos, transporte e seguro. Esta situação, somada aos altos custos dos equipamentos e matérias primas, resultava, então, em um parque instalado de 51 máquinas contra outro 114 vezes maior nos EUA, 44 vezes maior no Japão, 20 vezes maior na China e sete vezes maior na França (PETRUSCH, SILVA *et al.*, 2007). Tendo em vista os quadros dos anos de 2000 e 2003 com 15 e 25 equipamentos respectivamente (CADESIGN, 2003), o crescimento foi bastante rápido, mas ainda está aquém dos países líderes citados acima. É possível que a cultura local que prioriza a importação de tecnologia em detrimento do desenvolvimento de produtos próprios (DA SILVA, AHRENS *et al.*, 2005) – com exceções como a Cliever Tecnologia, do Rio Grande do Sul, e a Metamáquina, iniciada por *crowdfunding* em São Paulo, ambas fabricando equipamentos domésticos de pequeno porte – seja a responsável por este crescimento insuficiente. A queda dos preços de US\$50.000 para US\$15.000 no caso dos equipamentos industriais mais baratos nos EUA, está mudando este quadro, mas ainda não o suficiente para que estes equipamentos estejam disponíveis para MPME, que frequentemente têm outras prioridades em sua lista de investimentos. Por outro lado, os equipamentos domésticos mencionados anteriormente parecem ainda não ter chegado ao conhecimento das empresas brasileiras ou, se chegaram, sua qualidade inferior, falta de assistência técnica e de representantes locais podem ser fatores relevantes para sua não disseminação neste mercado.

Se por um lado investimentos diretos na compra de equipamentos de impressão 3D ainda estão fora dos planos das empresas, por outro a contratação de serviços de impressão 3D também não é uma prática comum. Uma possível razão para esta situação seria a dos custos que, embora frequentemente inferiores aos da produção tradicional de protótipos, ainda representam valores que podem intimidar empresas de menor porte. A falta de conhecimento também pode ser uma razão para a pouca penetração da tecnologia entre as MPME. Quanto a isso, Wholers e Grimm (apud PETRUSCH, SILVA *et al.*, 2007, p. 228) afirmam que “A maioria das pequenas e médias empresas não tem feito esforço ou não tem tido acesso suficiente para entender como poderão ser beneficiadas pela tecnologia de prototipagem rápida e onde esta pode ser implementada”.

Dentre os prestadores deste serviço existentes no país encontramos uma boa parcela localizada em universidades públicas e centros ligados a esferas governamentais como o Instituto Nacional de Tecnologia – INT –, inaugurado em 1998 e pioneiro da impressão 3D no Brasil em um serviço deste tipo (INT, 2012). No entanto, a maioria destes serviços é destinada ao uso exclusivo de alunos e pesquisadores, como o Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção – LAPAC – da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp – (LAPAC, 2012) ou restringe seu acesso a projetos internos ou de interesse específico a certas pesquisas, como vem ocorrendo no INT. Mais adiante nesta pesquisa, serão apresentados dados que indicam a carência de ofertas deste tipo de serviço no estado do Rio de Janeiro.

As tecnologias de impressão 3D têm se mostrado dinâmicas ao possibilitarem o surgimento de novas formas de abordagem aproveitando o barateamento dos equipamentos domésticos por um lado e a crescente cultura das redes e do compartilhamento por outro. Os Fab Labs – *Fabrication Laboratories* – e os *3D Print Hubs* – centros de impressão 3D – surgiram há pouco tempo, mas já começam a despontar no Brasil. Embora não tenham o mundo empresarial como público-alvo, ambos merecem destaque.

Um Fab Lab é uma plataforma de prototipagem técnica para inovação e invenção, oferecendo estímulos para o empreendedorismo local. Um Fab Lab é também uma plataforma para aprendizagem e inovação: um lugar para brincar, criar, aprender, mentorear e inventar. (FAB FOUNDATION, 2014)

Os Fab Labs são pequenos centros de fabricação digital equipados com máquinas-ferramentas CNC e AM, originados em uma pesquisa do Center for Bits and Atoms – CBA – do Massachusetts Institute of Technology – MIT –, espalhados em rede pelo mundo e abertos ao uso de quaisquer interessados, sejam estudantes, pesquisadores, inventores, empreendedores ou outros (FAB FOUNDATION, 2014). O Fab Lab SP, vinculado a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU/ USP –, é o primeiro desse tipo no país. Já os 3D Print Hubs, ainda mais recentes que os Fab Labs, são comunidades constituídas por pessoas que possuem impressoras 3D domésticas e disponibilizam as horas livres de suas máquinas para que terceiros as utilizem pagando valores baseados em um cálculo gerado pelo centro local da comunidade. Estas comunidades estão vinculadas a uma rede colaborativa que surgiu

com a criação da plataforma 3D Hubs fundada por uma empresa holandesa iniciante em abril de 2013 (3D HUBS, 2013), e já conta com seis *hubs* (membros com impressoras) e 28 *makers* (membros que utilizam as impressoras dos *hubs*) somente na comunidade do Rio de Janeiro. Este cenário de impressoras 3D domésticas confirma um dos prognósticos de Santos (1999, p. 83) que previa “impressoras baratas e simples o suficiente para serem instaladas e usadas em casa”.

4. DESIGN DE SERVIÇO

Moritz (2005) afirma que o Design de Serviço é um novo campo holístico, multidisciplinar e integrativo capaz de conectar os desejos do cliente com os desejos da organização. Mager (2008) acrescenta em sua definição que o Design de Serviço “pretende assegurar que as interfaces dos serviços são úteis, usáveis e desejáveis do ponto de vista do cliente, e efetivas, eficientes e diferenciadas do ponto de vista do provedor” (p. 355).

4.1. Serviços: entidades dinâmicas

Quando tratamos de serviços não estamos tratando de produtos estáticos que uma vez fabricados podem se tornar propriedade de um usuário passivo. Tratamos, sim, de entidades das quais não é possível apropriar-se, uma vez que existem apenas e unicamente no tempo em que a atividade de prestação do serviço acontece e cujo valor é coproduzido por seus envolvidos, incluindo os próprios usuários, sendo justamente esta interação a chave para seu sucesso ou fracasso (MIETTINEN, 2009b e MAGER, 2009).

Para Grönroos (2009), um modelo de estrutura de serviço é separado em duas partes cujas existências são totalmente dependentes do usuário: o processo de entrega do serviço e o seu resultado, que vem a ser a resposta à necessidade do usuário e, conseqüentemente, aquilo que gera o valor que impulsiona o consumo do serviço. Ele apresenta como “pacote básico de serviços” a soma de três componentes que afirma determinarem “o quê” os clientes recebem:

- I. “Serviço central” – razão de ser da empresa
- II. “Serviços (e bens) facilitadores” – essenciais para a existência do serviço central
- III. “Serviços (e bens) de suporte” – agregam valor ao primeiro

Para representar a forma como o processo é percebido Grönroos (2009) introduz o modelo da “oferta ampliada de serviços” onde, ao pacote básico, são adicionados “acessibilidade do serviço”, “interação com organização prestadora dos serviços” e “participação do cliente”, além de incluir o “conceito do serviço” que determina as intenções da organização. A inclusão da participação do cliente indica sua influência sob sua própria percepção do serviço. A Figura 12 ilustra o conceito da oferta ampliada de serviço.

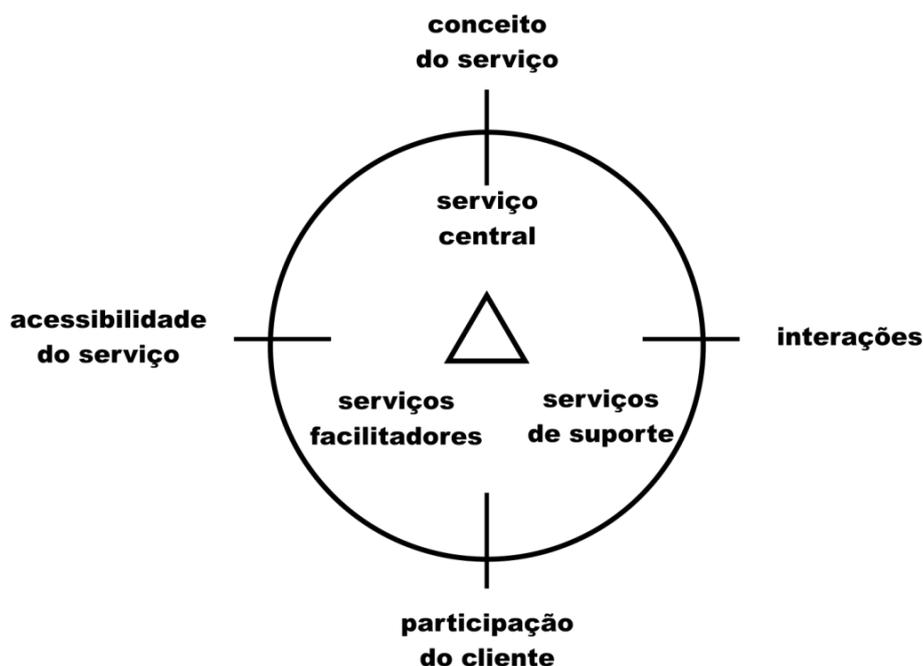


Figura 12: Oferta ampliada de serviço.

Fonte: Grönroos (2009).

4.2. Design de Serviço: adicionando valor a partir da experiência do usuário

Baseada nos métodos de design centrado no usuário e *design thinking* – cuja missão, segundo Brown e Katz (2011, p. 382), é a de “converter observações em *insights* e *insights* em produtos e serviços que melhorarão vidas” –, o Design de Serviço busca a inovação através de uma visão holística e empática que realmente compreenda os envolvidos – usuários e provedores –, seus comportamentos e aspirações, trazendo-os para a atividade do projeto como cocriadores. O pensamento visual, inclusive as representações tangíveis, são também aspectos importantes conforme apontado por Miettinen (2009) e por Mager (2009) quando enfatizam que ideias ganham nova dimensão tão logo se tornam visuais.

Maffei, Mager *et al.* afirmam:

Desde o começo o Design de Serviço, inserido na cultura do design, tem voltado seu foco para a dimensão interativa dos serviços propondo como principal área de intervenção o projeto da experiência, interface e identidade do serviço (a parte visível pela qual o usuário pode interagir e orientar seus comportamentos e escolhas). (MAFFEI, MAGER *et al.*, 2005, p. 5).

A Figura 13 demonstra graficamente esta área de atuação.

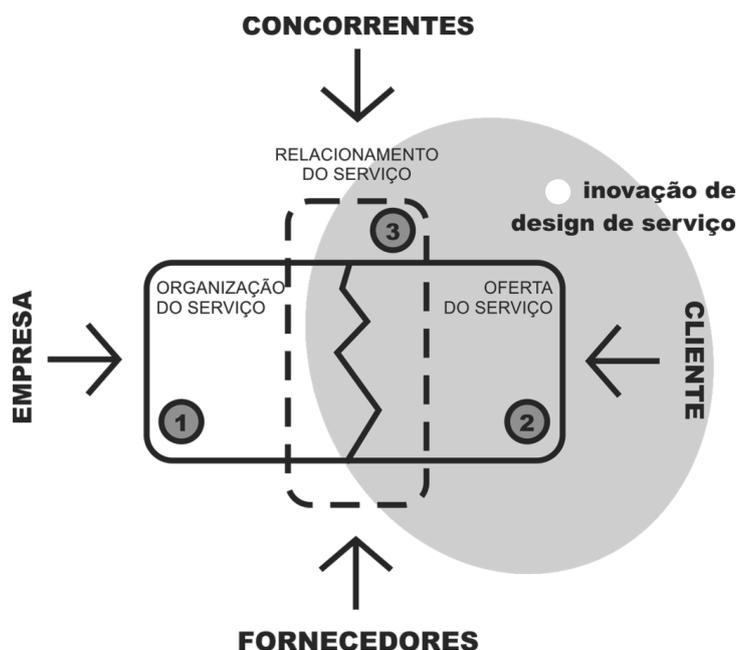


Figura 13: Âmbito principal das mudanças induzidas pelo design.

Fonte: Adaptado de Maffei, Mager *et al.*, 2005.

Miettinen (2009) faz uma comparação entre os processos de design de serviço apontados por Oosterom (2009), Engine (2012), Mager (2009) e Moritz (2005) e identifica o que considera os cinco fatores importantes para o desenvolvimento ou aplicação de processos de design de serviço (Quadro 3). Os quatro passos iterativos de Stickdorn (2011) – exploração, criação, reflexão e implementação – também podem ser relacionados a estes fatores apontados por Miettinen (2009).

Quadro 3: Fatores importantes ao desenvolver ou aplicar processos de design de serviço

Fonte: Adaptado de Miettinen (2009).

Compreender o desafio do design de serviço: os usuários, o ambiente de negócios e as tecnologias aplicáveis.

Observar, traçar perfis, criar empatia pelos usuários, participar com os usuários e ser visual durante todo o processo.

Criar ideias, fazer simulações¹⁰, avaliar e melhorar incluindo os clientes (provedores) e os usuários (clientes) no processo.

Implementar, manter e desenvolver os serviços.

Operar com realidades de negócio

¹⁰ O termo “protótipo” relacionado ao design de serviços será, em toda esta dissertação, substituído por “simulação” para que não seja confundido com os protótipos de produtos, tema central deste trabalho.

A compreensão do desafio do design é abordada por Fulton Suri (2008) que classificou os métodos de pesquisa do design como generativos, avaliativos ou formativos, e preditivos. O primeiro trata da obtenção de *insights* e oportunidades através do HCD – *human-centered design* – (IDEO, 2012). O segundo trata da aprendizagem e refinamento para determinar questões que envolvem “o quê”, “como” e “para quem” da oferta e o terceiro estima o potencial de uma oportunidade, independente de a maior parte das variáveis ser desconhecida.

A observação e o traçamento de perfis estão inseridos no método generativo de Fulton Suri (2008) e utilizam técnicas basicamente etnográficas. Segundo Samalionis (2009, p. 126) “através da observação detalhada de como as pessoas realmente se comportam, podemos compreender tanto como elas pensam e se sentem quanto o que dizem e fazem”.

A cocriação é parte importante do desenvolvimento do projeto, pois, ao trabalharem juntos na criação do serviço, tanto prestadores quanto usuários sentem-se mais envolvidos, podendo, inclusive, sentirem-se coproprietários, o que garante satisfação duradoura e aumenta a fidelidade do usuário (STICKDORN, 2011b).

Fulton Suri (2008) classifica a etapa de simulações como parte da pesquisa avaliativa e é corroborada por Stickdorn (2011) quanto a ser a etapa de maior iteração. A palavra ‘etapa’ talvez não seja a mais apropriada para descrever o momento de uso das simulações, visto que Fulton Suri (2008) indica seu uso mesmo em momentos precoces como na aquisição de *insights*. Samalionis (2009) também menciona as simulações em serviços, observando a facilidade de comunicação que elas proporcionam. De forma análoga aos protótipos de produtos as simulações de serviços também agem como objetos intermediários e objetos fronteirizos, todavia, na maioria das vezes, desprovidos de materialidade, o que para Stickdorn (2011) torna-se um grande desafio. Segundo o autor, embora seja possível simular as partes tangíveis dos pontos de contato dos usuários com o serviço, estes usuários ainda precisam de uma boa imagem mental do conceito do futuro serviço.

As ferramentas de simulação aplicadas aos serviços estão muito mais ligadas às artes cênicas do que à geração de objetos materiais (STICKDORN, 2011 e ARVOLA e ARTMAN, 2006). A simulação de serviços geralmente acontece com a interpretação das interações interpessoais onde preferencialmente serão envolvidos funcionários do prestador de serviço, assim como usuários ou especialistas. A construção e utilização de

cenários que simulam o ambiente do serviço quando o ambiente real não pode ser utilizado, também pode estar envolvida nestas simulações tal qual objetos cenográficos que simulam equipamentos. Neste ponto as técnicas de prototipagem mencionadas anteriormente podem ser amplamente utilizadas conforme a necessidade.

O sucesso da implementação de um serviço depende de fatores como a consistência de seu conceito assim como de seus testes nas etapas anteriores, além de sua comunicação que inclui aspectos emocionais do serviço relativos à experiência do usuário (STICKDORN, 2011 e SAMALIONIS, 2009). Sendo inevitável a participação dos empregados do prestador neste momento, é crucial que eles entendam e apoiem o conceito, o que acontecerá naturalmente se incluídos nas etapas anteriores. Ferramentas de visualização e representação de ideias são muito importantes nesta comunicação.

Stickdorn (2011) considera fundamental a alternância de foco entre projeto de detalhe e projeto holístico para que haja harmonia entre as duas esferas evitando-se discrepâncias e também para que a tomada de decisão esteja de acordo com orçamentos, recursos e visões dos prestadores do serviço, uma vez que será impossível atender a todos os aspectos da pesquisa prévia. Oosterom (2009), na consultoria onde atua, prefere considerar os clientes como ponto de partida para o design do serviço, pois não acredita que a abordagem inicial pelo usuário final seja suficientemente realista. Percebe-se, assim, um alinhamento entre Stickdorn (2011), Oosterom (2009) e Miettinen (2009) com relação à projeção, tendo em vista as realidades de negócio.

Todos os aspectos abordados têm o objetivo comum de entregar ao cliente o projeto de um serviço que seja eficiente e diferenciado para ele, assim como oferecer a melhor jornada possível para o usuário de forma que o leve ao resultado desejado.

4.3. Ferramentas: encurtando caminhos

Buscando facilitar e agilizar os processos de coleta de dados, criação, teste e implementação de serviços, vários designers e empresas de design vêm criando e adaptando ferramentas de outras áreas para uso no design de serviços. Além da própria área do design, outras áreas tão distintas quanto administração, sociologia e artes cênicas são usadas como referências para tal.

Em sua dissertação, onde relata um estudo da relação entre design de serviço e comunicação, Tassi (2008) traça a genealogia das ferramentas no design, na ciência

social, nos negócios e na tecnologia. A autora também gera uma taxonomia que classifica as ferramentas nos seguintes tipos: textos e matrizes; narrativas e descrições; gráficos e diagramas; eventos de jogos e modelos; e artefatos e estruturas. Além disso, ela as organizou conforme seu uso nas fases de projeto, de implementação e de prestação do serviço e disponibilizou suas descrições e classificações em um *web site* que criou como resultado de sua tese. Lawrence, Acar *et al.* (2011) também fizeram um trabalho de curadoria com a colaboração de sessenta pessoas apresentando ótimas coleções de ferramentas que facilitam e orientam o Design de Serviço.

As diversas ferramentas podem ser combinadas da forma mais conveniente para determinado projeto (VAN DIJK, RAIJMAKERS *et al.*, 2011) mas, embora as coleções sejam bastante completas com as descrições, dicas de uso e alguns exemplos, não apresentam instruções detalhadas. Segundo Lawrence, Acar *et al.* (2011) a rigidez de um manual de instruções ou de um guia detalhado iria contra o próprio *ethos* do design de serviço, voltado para a liberdade e a criatividade.

5. METODOLOGIA

O exercício de projeto apresentado no capítulo seguinte usa como base os três primeiros dos cinco processos para o design de serviço, apontados por Miettinen (2009) e descritos no capítulo anterior, não sendo realizados os processos de implementação ou de operação. Aos três iniciais acrescentou-se a validação do conceito do serviço junto ao seu prestador. Assim, as etapas deste projeto são definidas da seguinte forma:

- I. Compreensão do desafio do design do serviço
- II. Compreensão dos usuários
- III. Conceituação do serviço
- IV. Validação do conceito do serviço

As fases de implementação e operação do serviço não serão abordadas devido a restrições temporais às quais estão sujeitos projetos de pesquisa de mestrado. Assim, o projeto do serviço se encerra com um conceito do serviço de impressão 3D a ser oferecido por um laboratório acadêmico, mas que pode ser adaptado a outros laboratórios similares.

5.1. Delimitações da pesquisa

O Centro de Pesquisa e Projeto para o Desenvolvimento Gerencial Tecnológico de MPME – Pro-PME –, laboratório do Programa de Engenharia de Produção – PEP – do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – COPPE – da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ –, foi escolhido como parceiro do projeto devido ao seu interesse, sua proximidade e a disponibilidade de acesso durante o exercício de projeto, além do fato de ter adquirido recentemente um equipamento de impressão 3D de tecnologia FDM.

O critério para classificação de porte das MPME utilizado neste trabalho, foi o número de funcionários, também utilizado pelo Sebrae que, separando as empresas pelos setores industrial e de comércio/serviços, as classifica conforme a Tabela 1 apresentada no capítulo 2.

Esleveu-se inicialmente a indústria de transformação de plástico como público ao qual o serviço pretenderia atender. Esse setor da indústria no Rio de Janeiro conta, em sua maioria, com empresas de pequeno e médio porte, de acordo com o Sindicato da

Indústria de Material Plástico do Estado do Rio de Janeiro que possui 76 associados (SIMPERJ, 2012). Fechando um pouco mais o foco foram escolhidas as indústrias que possuíssem a injeção de termoplásticos como processo produtivo, pois os produtos desse processo possibilitam formas de difícil reprodução através de técnicas convencionais de prototipagem. Esta delimitação foi estipulada para viabilizar o estudo de forma objetiva dentro do prazo estabelecido para este trabalho.

É importante observar que, embora Maffei, Mager *et al.* (2005) sugiram a necessidade de uma convergência entre as atuações do design e de outras disciplinas que abordem diferentes áreas do projeto de serviços (como a economia) em uma “nova teoria de inovação em serviços”, o presente projeto não se propõe a seguir este caminho. Este exercício de projeto abrangeu, então, apenas a conceituação das interações entre o prestador do serviço e os usuários.

5.2. Compreensão do desafio de design do serviço

Para compreender o cenário no qual seria inserido o serviço foi conduzida uma pesquisa *desk* que, segundo Viana, Viana *et al.* (2012), trata-se de uma pesquisa baseada em fontes secundárias como livros, revistas e fontes seguras da internet. Esta pesquisa foi utilizada para levantar quais serviços de impressão 3D, similares ao que seria proposto, estariam disponíveis para empresas do Rio de Janeiro.

Para testar a capacidade de atendimento de demandas do laboratório e perceber as restrições e os gargalos que se apresentavam naquele momento inicial, realizou-se estudos exploratórios nos quais foram executados protótipos em FDM para duas médias empresas pertencentes ao grupo delimitado, conforme mencionado anteriormente, e selecionadas devido à sua proximidade com os pesquisadores do laboratório.

5.3. Compreensão dos usuários

Para obter informações sobre os usuários apontados na delimitação do trabalho, realizou-se nova pesquisa *desk* para identificar empresas com perfis de potenciais usuárias do serviço e para aquisição de informações básicas a respeito delas. Em seguida, os responsáveis pelos PDPs das empresas foram contatados e, quando concordaram, submetidos a uma entrevista semi-estruturada baseada na metodologia HCD da consultoria norte-americana IDEO (2012), para que fossem obtidas maiores informações sobre tais PDPs.

5.4. Conceituação do serviço

Baseados na etapa anterior foram criados perfis de usuários fictícios que representavam grupos de potenciais usuários com características comuns e que poderiam possuir, portanto, os mesmos interesses e expectativas com relação ao serviço. Estes perfis são utilizados para facilitar o projeto ao simplificar a identificação das características dos grupos de usuários, sintetizando insights e observações ou mesmo massas de dados estatísticos em perfis digeríveis. Esta ferramenta é conhecida como *personas* (Tassi, 2008; Lawrence, Acar *et al.*, 2011)

É importante mencionar que os usuários do serviço referido neste projeto foram pessoas jurídicas. Mager (2009) mencionou a falta de pesquisas sistemáticas sobre o design de serviços orientados a clientes corporativos – serviços B2B ou *business-to-business* – e através da revisão bibliográfica feita para esta dissertação, verificou-se que não houve mudança neste quadro. Assim, a solução encontrada para o projeto foi a de adaptar as ferramentas considerando as empresas como indivíduos na tentativa de compreender suas características como as de uma pessoa física usuária do serviço, que aqui serão denominados “*personas corporativas*”.

Para delinear as interações entre usuários e prestadores de serviço usou-se as ferramentas *customer journey maps* – mapa da jornada do usuário, que representam o fluxo do serviço através do ponto de vista do usuário enfatizando as interações e os pontos de contato entre usuário e serviço – e *service blueprints* – visualizações esquemáticas, similares a fluxogramas, que detalham o decorrer do serviço através da perspectiva do usuário demonstrando o encadeamento dos processos que compõem o serviço.

Nessa fase também buscou-se representar o modelo de negócios do laboratório através da ferramenta *business model canvas* que é um quadro dinâmico onde pode-se ver com clareza as diferentes partes envolvidas, tais como o valor principal a ser entregue ao usuário, as atividades, os recursos, as entradas e saídas financeiras, dentre outras. Esta ferramenta é baseada no trabalho de Osterwalder e Yves (2010).

5.5. Validação do conceito do serviço

Nesta etapa algumas incertezas puderam ser testadas utilizando-se a ferramenta *service roleplay* – encenação do serviço que simula sua execução no todo ou nas partes

(TASSI, 2012 e LAWRENCE, ACAR *et al.*, 2011) – com a participação de membros da equipe de prestadores do serviço. Foi, também, realizada uma reunião de validação para que o conceito completo do serviço fosse apresentado à equipe, avaliado e consolidado.

6. O PROJETO DO SERVIÇO

Como já observado nesta pesquisa, os custos das tecnologias de impressão 3D têm se tornado cada vez mais acessíveis e essa tendência parece crescente. Entretanto, é necessário que se saiba extrair rapidamente o melhor que elas têm a oferecer e é com esse pensamento que se inicia este exercício de projeto do serviço de impressão 3D.

Todas as atividades desenvolvidas aqui tiveram, assim, a intenção de fazer do conhecimento e da utilização da tecnologia de impressão 3D uma experiência que permita descortinar novos horizontes de crescimento e desenvolvimento de empresas para muitas das quais ela ainda parece um tanto distante do seu processo habitual. Por este motivo poder-se-á perceber que o conceito desenvolvido tem como foco principal o usuário, embora, como apontado anteriormente, para o serviço existir é necessário tanto o usuário quanto o provedor em uma parceria coprodutiva.

6.1. O desafio de design

Atualmente, no estado do Rio de Janeiro, uma empresa que necessite executar um protótipo pela tecnologia de AM terá dificuldades para encontrar prestadores deste serviço independentemente da cidade onde esteja situada. Uma breve pesquisa contendo as expressões “impressão 3D” ou “prototipagem rápida” em um *web site* de buscas popular gera muitos resultados (na casa de centenas de milhares). Entre eles, alguns são relacionados a serviços de impressão 3D, porém não mais que duas dezenas somando-se os 100 primeiros resultados de cada uma das pesquisas e ainda os anúncios patrocinados exibidos junto aos resultados. Destas duas dezenas, pouco mais da metade são empresas privadas, enquanto as outras são laboratórios universitários ou serviços ligados direta ou indiretamente a entidades públicas ou de apoio a empresas, como o SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial –, sendo que, conforme observado no caso do LAPAC, alguns não oferecem o serviço para empresas. Nenhum dos prestadores encontrados nesta forma de pesquisa tem sede no Rio de Janeiro.

Buscando indicações diretamente junto aos órgãos de fomento e auxílio a empresas como o BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social –, o Sebrae e o SENAI, foram encontrados outros prestadores sendo que, destes, apenas o INT, mencionado anteriormente, e o NEXT – Núcleo de Experimentação Tridimensional da PUC-Rio – estão localizados no Rio de Janeiro.

Todos os serviços de impressão 3D encontrados estão listados no Quadro 4, onde pode-se perceber claramente a predominância de serviços localizados em São Paulo (capital e interior), mas, também, a existência de serviços no sul do Brasil, Maranhão e Brasília. Os dados apresentados reafirmam a carência do Rio de Janeiro, embora a maioria dos prestadores atenda a empresas localizadas no estado. No entanto, como preço e velocidade são fatores importantes em impressão 3D, isto torna a execução fora do estado uma fonte de perdas desnecessárias de tempo e dinheiro com fretes.

Quadro 4: Prestadores de serviço de Impressão 3D.

Natureza	Nome	Localização
Empresas privadas e/ou sem vínculos diretos com instituições públicas	Artis	Brasília, DF São Paulo, SP
	ExaDP	Campinas, SP
	Fastparts	Joinville, SC
	FI	São Paulo, SP
	Gil3D Prototipagem Rápida	Ribeirão Preto, SP
	Imprima 3D	São Caetano, SP
	Imprimante	São Paulo, SP Curitiba, PR Joinville, SC Caxias do Sul, RS São Luiz, MA
	Laser Tau	Campinas, SP
	Prototec Indústria de Protótipos	Caxias do Sul, RS
	Robtec	Diadema, SP
	SEA	São Paulo, SP
	Solidis	Curitiba, PR
	Technosim Engenharia	São Bernardo do Campo, SP
	Núcleo de Experimentação Tridimensional –	Rio de Janeiro, RJ

	NEXT/PUC-Rio		
Laboratórios ou outros prestadores ligados diretamente a órgãos públicos, de fomento ou de apoio	Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI	Campinas, SP	
	Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção – LAPAC/Unicamp	Campinas, SP	
	Laboratório de Desenvolvimento de Produto: Prototipagem Rápida e Engenharia Reversa – LaDPRER/UNB	Brasília, DF	
	Laboratório de Projeto e Fabricação de Componentes de Plástico Injetados – Cimject/UFSC	Florianópolis, SC	
	Laboratório de Prototipagem Rápida – LPRA/UCS	Caxias do Sul, RS	
	Laboratório de Modelos Tridimensionais – LaMoT/INT	Rio de Janeiro, RJ	
	Núcleo de Prototipagem e Ferramental – NUFER/UTFPR	Curitiba, PR	
	ParqTec	São Carlos, SP	
	SENAI		Franca, SP
			Porto Alegre, RS
		Contagem, MG	
		Salvador, BA	
		Curitiba, PR	
		Joinville, SC	

6.1.1. O laboratório

Constituído em 2002 o laboratório “se propõe ao estudo, reflexão, proposição e ação para o desenvolvimento de micro, pequenas e médias empresas” (PEP, 2013). Auxiliado por financiadores como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ –, o laboratório adquiriu duas máquinas automáticas para a construção de protótipos: uma fresadora CNC Roland Modela PRO MDX 540 e um equipamento Stratasys Dimension Elite 3D, que faz uso da tecnologia FDM. Esse equipamento utiliza como matéria-prima um fio de ABS e um fio de material solúvel que é utilizado como suporte, preenchendo os espaços vazios quando há partes em balanço ou desconectadas do corpo principal da peça. Este processo requer um pós-processamento para a retirada do material de suporte que pode ser realizado de forma mecânica através de raspagem ou por diluição em uma banheira ultrassônica com um produto solvente diluído em água e aquecido.

Esses equipamentos permitem grande versatilidade na construção de protótipos de alta complexidade em tempo reduzido, cada qual com vantagens específicas. A facilidade e simplicidade de operação do equipamento FDM, assim como sua capacidade de construir peças de altíssima complexidade incluindo montagens com peças móveis de uma só vez em material plástico resistente como ABS, lhe garante um lugar de destaque no laboratório. Por outro lado, a possibilidade de utilização com pouca intervenção do operador em geometrias complexas aliadas a alternativas de matérias primas que podem variar de resinas termoplásticas ou termofixas a madeiras e metais macios, coloca a fresadora CNC como um trunfo para ocasiões em que o material construtivo seja parte importante do protótipo.

A intenção ao adquirir estes equipamentos foi a de abrir uma nova linha de pesquisa para estudar o uso da impressão 3D no PDP das MPME. Para viabilizar este estudo, e contando com parceiros como a Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos – Fundação COPPETEC – e o Sebrae, o laboratório procurou maneiras de disponibilizar as referidas tecnologias para atender a este segmento e assim coletar dados relevantes para suas pesquisas.

A equipe que o opera é formada por doutorandos e mestrandos da área de Gestão e Inovação, além de estagiários dos cursos de graduação em engenharia da Escola Politécnica da UFRJ.

6.1.2. Capacidade inicial de atendimento

Para verificar a capacidade de atendimento às demandas de impressão 3D do laboratório, foi oferecida, sem custos, a realização de alguns protótipos para duas empresas do setor de transformação de plástico a fim de explorar as possibilidades, restrições e gargalos do serviço, ainda que de uma forma mais rudimentar.

Como contrapartida pelo protótipo recebido as empresas permitiram o acompanhamento e análise do emprego dado aos protótipos através de reuniões com as equipes envolvidas e de entrevistas com os responsáveis pelo projeto. Esta análise serviu como parâmetro para observar a influência dos métodos construtivos no emprego dos protótipos de forma a instruir a construção dos próximos modelos. Esta observação também teve o interesse de documentar o impacto do uso dos protótipos no PDP dessas empresas.

Identificaremos as empresas parceiras desta primeira fase como empresa “A”, e empresa “B”, sendo a primeira uma média empresa do ramo de descartáveis e a segunda uma média empresa fabricante de equipamentos de telefonia.

6.1.2.1. Empresa A

O contato inicial para oferta do serviço foi feito através do designer responsável pelo projeto dos produtos da empresa que, por sua vez, sugeriu ao diretor a participação no estudo de caso, visto que tinham produtos em fase avançada de projeto que necessitariam de *mockups*, e a execução de cavidades-protótipo em alumínio já haviam sido cogitadas. Com o aval do diretor o serviço foi solicitado com urgência, para caso os *mockups* feitos em impressão 3D não atendessem aos objetivos desejados a execução de moldes-protótipo em sua ferramentaria não ficasse atrasada.

Os produtos em questão eram talheres que faziam parte de uma nova linha de descartáveis projetada para atender ao mercado de festas e eventos. Foram selecionados para o estudo um garfo, uma faca, uma colher de sopa, uma colher de sobremesa e uma mini-colher para doces e sorvetes.

Os modelos dos produtos realizados em *software* CAD 3D foram enviados ao Pro-PME em um arquivo no formato Parasolid¹¹ (extensão X_T) para o endereço eletrônico do laboratório no servidor da UFRJ. Este procedimento trouxe à luz o primeiro problema estrutural: o e-mail do laboratório mostrou-se incapaz de lidar com mensagens contendo anexos que, neste caso, não foi recebida pelo bolsista responsável e tampouco acusou o erro de envio ao remetente. Desta forma, apenas no dia seguinte ao envio e mediante interpelação do solicitante sobre o andamento do serviço, o bolsista acusou o não recebimento dos arquivos e ofereceu outro endereço eletrônico, baseado em um servidor gratuito.

Após o reenvio dos arquivos o processo não pode ser iniciado imediatamente devido ao fato de não haver um responsável presente para dar prosseguimento, uma vez que na ausência do único bolsista habilitado a operar a máquina não havia substitutos. No dia subsequente ao reenvio os arquivos foram recebidos e, então, iniciado o processo de prototipagem de forma que todos fossem executados simultaneamente e em densidade baixa reduzindo o tempo dedicado a preparação de modelos individuais. As peças foram organizadas e posicionadas na vertical, apoiadas na ponta de seus cabos, de forma a agilizar a execução e minimizar o uso de suporte, o que reduziria o tempo de pós-processamento. No entanto, os modelos se mostraram extremamente frágeis quebrando-se após algumas horas do início do processo, quando ainda faltava 60% para seu término. Este problema é causado pela anisotropia característica da manufatura aditiva em camadas usada na impressão 3D, onde a resistência é nitidamente menor no eixo Z – entre camadas – do que no plano X,Y – na mesma camada – como descrito por Silva (2007).

Reposicionando os produtos na horizontal, o processo foi reiniciado em densidade normal o que no fim, após dois dias de execução, verificou-se uma escolha inadequada devido a baixa espessura dos produtos, que girava em torno de 0,7 milímetros. Com este resultado abaixo do esperado, o processo precisou ser reiniciado pela segunda vez, porém com densidade máxima (sólida). Após outros dois dias de execução o resultado se mostrou melhor e os produtos seguiram para a lavagem ultrassônica para retirada do material de suporte. Esse pós-processamento levou mais

¹¹ Parasolid é uma parte de *software (kernel)* CAD que gera arquivos com informações topológicas e geométricas e que, embora seja propriedade da Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., gera arquivos que podem ser lidos por *softwares* de terceiros licenciados (SIEMENS, 2008).

dois dias para se encerrar, causando surpresa por sua longa duração e assim ultrapassando a expectativa de três dias úteis da execução dos *mockups*.

Entregues, os modelos foram analisados na sede da empresa em duas ocasiões distintas. Na primeira análise foram discutidos, entre o designer a chefia da ferramentaria e seu projetista de ferramentas, alguns pontos importantes para o projeto e a execução dos moldes como pontos de injeção e saída de gases, além de posicionamento de extratores e ângulos de saída. Embora a maioria destes pontos já houvessem sido observados e discutidos durante o processo de modelagem tridimensional virtual no software CAD, a manipulação dos *mockups* facilitou as interações e a colocação de diferentes pontos de vista para as decisões que estavam sendo tomadas, caracterizando seu uso como objeto intermediário, conforme sugerido por Vinck e Jeantet (1996).

Após esta primeira análise os *mockups* foram levados a diversos funcionários, em especial alguns com características antropométricas extremas, como uma operadora com estatura baixa e um técnico alto e forte, que gentilmente se prontificaram a testar os *mockups*. O objetivo do teste foi o de observar as reações dessas pessoas ao manipularem os produtos e propiciar uma compreensão maior de fatores ergonômicos como o conforto ao segurar o cabo e ao levar o produto à boca, o que foi feito utilizando-se como proteção higiênica uma película plástica que era trocada após cada teste. Para estes testes de usabilidade os *mockups* foram essenciais ao apontar a necessidade de reduzir a profundidade das conchas das colheres de sobremesa e de mini-doces, pois não permitiriam que seu conteúdo fosse retirado completamente em uma situação de uso normal. Sem *mockups* estes testes não seriam possíveis, visto que não há como reproduzi-los virtualmente ou com produtos similares, já que os objetos de avaliação são justamente as formas peculiares dos produtos e suas interações com usuários requerendo, então, *mockups* de alta fidelidade formal.

Na segunda reunião entre o designer e o diretor da empresa, os *mockups* tiveram mais uma vez um papel de grande importância ao possibilitar um momento “*heureka*” em que o diretor percebeu a real forma dos produtos em questão, notando que não havia compreendido os produtos corretamente através das apresentações de renderizações foto-realísticas ou mesmo dos modelos tridimensionais virtuais. Isso mostrou a maior eficiência dos *mockups* no papel de objetos fronteiros como definido por Star e Griesemer (1989) e defendido por Carlile (2002). A partir da observação deste

comportamento pode-se especular se a materialidade do *mockup* também é capaz de disparar uma reação emocional maior do que as representações bidimensionais, mesmo aquelas que simulam a tridimensionalidade, como modelos CAD, ou a materialidade, como imagens renderizadas por computação gráfica.

Apesar de aprovar as formas das peças, o diretor questionou suas resistências. As peças lhe pareciam muito frágeis, embora o material usado na confecção do *mockup* tenha sido o ABS – acrilonitrila butadieno estireno –, um polímero termoplástico com melhores características mecânicas que o próprio PS – Poliestireno – material que seria utilizado no produto final. Concordou-se, então, que a fragilidade aparente poderia estar intrinsecamente ligada ao método construtivo do protótipo – fios de ABS de 0,175 milímetros fundidos – associado à baixa espessura geral do produto projetado, que devido à sua natureza descartável não deveria ser maior do que 0,7 milímetros e à anisotropia intrínseca à tecnologia utilizada. Por este motivo, decidiu-se que após a revisão da questão projetual apontada, não se dispensaria a construção de cavidades-protótipo em alumínio adaptadas a porta-moldes de outros produtos existentes na fábrica para a injeção de protótipos beta.

Embora a impressão 3D não tenha evitado a construção dos moldes-piloto, deve-se perceber que os testes de usabilidade e a avaliação estética garantiram que os moldes-protótipo tivessem uma forma mais próxima do produto definitivo o que não aconteceria com a mini-colher que, caso não tivesse sido testada, precisaria ter seu molde-protótipo retrabalhado após uma construção que consumiria horas de trabalho e matéria prima de maior custo.

6.1.2.2. Empresa B

A Empresa B foi selecionada para o projeto por se tratar de uma empresa de médio porte em que, devido ao conhecimento de sua operação por um membro do laboratório, sabia-se ser uma grande consumidora de protótipos para validar seus projetos. Após o oferecimento do serviço ao engenheiro responsável pelo setor de projetos da empresa, este retornou o contato duas semanas depois solicitando a confecção de um protótipo alfa para um de seus projetos em desenvolvimento. Informalmente, comentou que seu principal provedor deste serviço, o INT, havia declinado sua realização por falta de interesse no projeto e que a empresa estava então tentando buscar novos provedores, o que estava parecendo uma missão difícil tendo em

vista o já mencionado mercado carioca de impressão 3D e as escolhas custosas que se apresentavam, por exemplo, em São Paulo.

Com o objetivo de aumentar sua penetração no mercado brasileiro de redes de fibras ópticas, a Empresa B estava desenvolvendo um terminal de rede FTTH (*Fiber To The Home*) para distribuição predial de fibras ópticas. Este produto baseava-se em um produto concorrente importado por um de seus clientes: uma concessionária de serviços de telefonia. A intenção da Empresa B era a de obter um produto que não apenas se equiparasse ao concorrente importado, mas que também superasse suas deficiências oferecendo melhor alternativa ao cliente através de um projeto baseado nas solicitações de melhorias feitas em relação ao tal produto concorrente.

Com a função de receber o cabo externo de fibras ópticas e distribuí-las no pavimento de um edifício, o produto apresentava muitas exigências funcionais frequentemente regidas por normas técnicas, requerendo a passagem por vários testes que culminavam em um processo de homologação junto à Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

O maior obstáculo encontrado pela empresa foi ausência de *know-how* específico para a área de fibras ópticas, visto que a empresa sempre atuou no mercado de redes metálicas. Porém, de acordo com a equipe de projetos, a falta de *know-how* sobre o assunto é generalizada, podendo ser observada desde a equipe de projeto até a equipe de vendas e mesmo no próprio cliente que está fazendo a licitação e fará a instalação, que dependerá, neste caso, de uma equipe especializada terceirizada. Um dos membros da equipe de projeto expressou sua frustração com a seguinte afirmação: “a cultura do metálico não pode ser usada nas fibras ópticas (sic)”. Além disso, a empresa também não contava com os equipamentos necessários para fazer todas as instalações e testes de seus produtos. Todos esses fatores criaram relativa insegurança para gerar um projeto sem o conhecimento consolidado tornando a necessidade de protótipos ainda mais premente, principalmente para validação junto aos especialistas contratados pelo cliente.

A escolha pela impressão 3D contra outros métodos de confecção destes protótipos como a usinagem e o dobramento de chapas metálicas, que são normalmente utilizados na fábrica, se deveu a maior complexidade e nível de detalhamento dos projetos para fibras ópticas e à delicadeza de sua manipulação, contra a maior resistência dos cabos metálicos e a menor exigência dos produtos direcionados a esses

cabos. Foram também levados em conta a maior velocidade de obtenção de modelos em impressão 3D e o custo muito inferior quando comparado à execução de moldes-protótipo.

6.1.2.2.1. Primeiro atendimento

Com o projeto ainda em fase inicial foram solicitados protótipos das seis peças que o compõe para a realização dos primeiros testes no laboratório da empresa e apresentação à equipe de vendas e eventualmente ao cliente. Segundo palavras de um membro da equipe de projeto, “se levar um desenho impresso, o setor de vendas não vai entender (sic)”.

Os modelos dos produtos realizados pela empresa em *software* CAD foram enviados em formato STL¹² para o endereço eletrônico do pesquisador que intermediou seu contato com o Pro-PME, devido à falha no recebimento dos arquivos no caso da Empresa A. No entanto, por também ter se tratado de e-mail do servidor da universidade, o erro no recebimento se repetiu forçando a realização do contato através de um e-mail de servidor externo gratuito.

Colocado como prioridade para o Pro-PME, o trabalho levou quatro dias para ser concluído com dedicação exclusiva do bolsista responsável pela operação da máquina. Foi executado em alta densidade, resultando em um modelo de boa qualidade e entregue pessoalmente pelo pesquisador na sede da empresa.

Ao receber o protótipo, o gerente e outro membro da equipe de projeto fizeram uma avaliação inicialmente positiva sobre a qualidade do modelo. Porém, quando indagado sobre a possibilidade da presença do pesquisador na reunião de apresentação do protótipo à equipe de vendas, o gerente descartou esta possibilidade por razões de política interna devido à necessidade de serem abordados outros assuntos. Em contrapartida, agendou uma reunião junto às equipes de projeto e do laboratório interno de testes onde as observações feitas pelas equipes acerca do protótipo e de seu uso seriam discutidas.

¹² STL (*STereoLithography* ou *Standard Tessellation Language* como também é conhecido) é o formato padrão de arquivos de geometria tridimensional nos sistemas de impressão 3D. O formato representa as superfícies através de triângulos cujos vértices são formados por coordenadas cartesianas (x, y, z) e cuja face recebe um vetor normal que indica o lado para o qual a parte externa do modelo está voltada (SILVA, 2007).

No dia da reunião, realizada nas dependências do laboratório de testes da Empresa B, quase todas as equipes envolvidas no projeto expressaram verbalmente e através de relatório entregue a esta pesquisa¹³ as observações que puderam fazer sobre o produto descrevendo como o protótipo foi útil para este fim. Estas observações abordaram aspectos construtivos, mecânicos, funcionais e estéticos de peças isoladas e do conjunto. Alguns problemas encontrados no projeto, tais como problemas dimensionais não previstos; geometrias inadequadas (Figura 14); fragilidades em acoplamentos, aletas e dobradiças (Figura 15) avaliadas através de analogias com peças similares executadas no mesmo material e processo que será usado no produto final; características indesejáveis como aberturas e reentrâncias em locais inadequados e ausência de recursos necessários ao funcionamento; e ausência da marca da empresa que deveria estar em relevo na tampa, apenas foram percebidos com a manipulação do protótipo e a troca de experiências e conhecimentos das diversas áreas envolvidas.

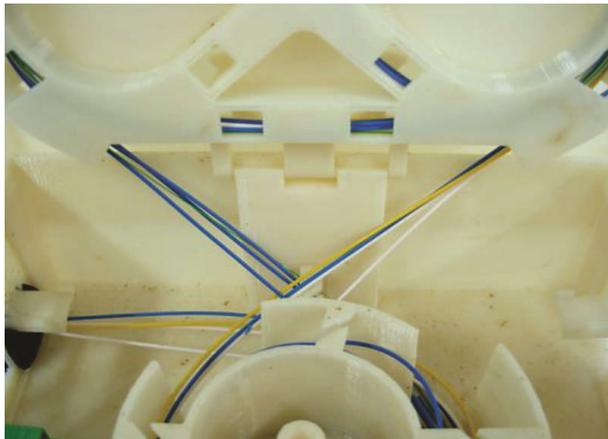


Figura 14: Verificação da inadequação da geometria para alocação de fibras ópticas.

Fonte: Imagem produzida pela equipe de projeto da empresa B.



Figura 15: Detalhe da dobradiça que foi julgada frágil para o projeto.

Fonte: Imagem produzida pela equipe de projeto da empresa B.

¹³ Por uma questão de sigilo solicitado pela Empresa B, este relatório não pode ser apresentado nesta dissertação.

Os itens observados na reunião e no relatório entregue para esta pesquisa apontam um problema que ultrapassa a dependência de protótipos para sua percepção sugerindo uma clara falta de comunicação entre os envolvidos durante a execução do projeto até aquele momento. Estes itens poderiam ter passado despercebidos até a fase de confecção do molde o que certamente causaria enormes prejuízos com material, tempo e mão de obra e, conseqüentemente, financeiros. Podemos considerar que neste caso o protótipo cumpriu uma função de objeto intermediário facilitando a comunicação e o entendimento entre as equipes envolvidas.

A reunião de apresentação do produto para o setor de vendas não obteve resultados práticos. Com a alegação de falta de preparo para lidar com o produto em questão os gerentes de venda decidiram omitir-se, não participando do desenvolvimento com o argumento de que seria mais eficaz ouvir diretamente a opinião do consultor que presta serviço para o cliente.

Concluindo, seria ineficaz apresentar o protótipo inicial ao consultor do cliente devido à grande quantidade de ajustes já percebidos como necessários. A gerência de projetos decidiu, então, aplicar as modificações apontadas anteriormente nos modelos CAD e assim solicitar ao laboratório novo protótipo do conjunto completo. Desta forma fechou-se esta fase inicial com o compromisso de preparação de novo conjunto de modelos em CAD a serem enviados ao laboratório junto a uma nova solicitação de protótipos. Por delimitar uma fase do processo de desenvolvimento de produtos, podemos classificar este protótipo também como um objeto intermediário com um papel de representação retrospectiva (VINK, JEANTET *et al.*, 1996).

6.1.2.2.2. Segundo atendimento¹⁴

Com o projeto em uma fase mais adiantada a empresa acreditava estar apresentando ao cliente uma solução razoável, passível de algumas observações, mas livre de grandes modificações conceituais. Enquanto a avaliação geral do protótipo do projeto permanecia um ponto importante a ser observado pela empresa, seu objetivo nesta fase passou a ser primariamente a avaliação funcional a ser testada em uma instalação simulada do produto pelo especialista mencionado anteriormente.

Ao enviar os arquivos e solicitar o serviço, o gerente de projetos da empresa indagou sobre a possibilidade de o projeto ser entregue em cinco dias úteis devido à necessidade de apresentação do protótipo ao instalador especialista com o qual realizaria uma reunião ao fim deste prazo. Caso o laboratório não pudesse realizar o trabalho a tempo o solicitante deveria ser imediatamente avisado para que, então, pudesse providenciar outra possibilidade de execução do trabalho.

Recebidos os modelos do produto em formato STL no endereço eletrônico do pesquisador que fazia a intermediação entre o Pro-PME e a empresa, a equipe de operação do laboratório foi contatada para verificação da possibilidade de atendimento da solicitação no prazo necessário. Uma estratégia de combinação de peças na mesa do equipamento FDM para otimização do tempo e do espaço no uso dos equipamentos foi traçada, e elaborada uma minuta da proposta que foi apresentada à empresa pela Fundação COPPETEC, responsável pela intermediação financeira do projeto. Esta minuta estabelecia o prazo de entrega do protótipo, os valores relativos ao trabalho e as responsabilidades das partes envolvidas.

¹⁴ Teria sido mais interessante para esta pesquisa se este segundo atendimento à Empresa B tivesse ocorrido após a implementação do projeto do serviço que estava sendo conduzido neste trabalho. Porém, devido à necessidade do usuário de obter um atendimento imediato que não comportaria o prazo necessário à conclusão, validação e implementação do projeto, o serviço foi executado nas mesmas condições anteriores e utilizado para o enriquecimento desta coleta de dados. Entretanto, embora a forma de atendimento tenha sido a mesma, dois pontos importantes precisam ser salientados nesta iteração: a contratação de mais um estagiário que se encontrava em treinamento na operação da máquina FDM e que permanecia disponível no laboratório por seis horas diárias durante os dias úteis, e a introdução de um contrato de prestação de serviços que estipulava uma remuneração pelo serviço prestado para que o laboratório cobrisse os custos da operação e assim pudesse investir em suas pesquisas. A remuneração do serviço já havia sido planejada e seria adotada durante a implementação do projeto do serviço, mas com esta segunda oferta não planejada e os custos envolvidos em sua operação, a coordenação do Pro-PME decidiu pelo adiantamento da implantação de um processo de contrato e cobrança que foi acertado com o cliente.

Nesta etapa os valores cobrados foram excepcionalmente calculados levando-se em consideração o cálculo de consumo de material, de consumo energético dos equipamentos, além da aplicação de porcentagens de *overhead* para reinvestimentos no laboratório e para o trabalho de mediação da Fundação COPPETEC. A influência dos valores praticados pelo mercado de impressão 3D também foi levada em consideração para que o valor não fosse igual ao do mercado, mas não ficasse muito abaixo, evitando uma situação que poderia gerar questionamentos por parte dos concorrentes sobre um possível *dumping* realizado pelo laboratório com financiamento público, o que prejudicando os concorrentes, geraria problemas para o próprio laboratório, situação indesejável sob qualquer óptica.

Tendo em vista o curto prazo disponível e a relação de confiança estabelecida entre o pesquisador e a Empresa B, ao receber, via e-mail, a notícia do gerente de projeto de que a minuta fora aceita deu-se início ao trabalho de prototipagem e, concomitantemente, a minuta seguiu para a Fundação COPPETEC com o objetivo de oficializar o trâmite burocrático que compreende a exigência de três assinaturas: a do coordenador do projeto, a do coordenador do programa e a do diretor superintendente da referida Fundação.

Os protótipos foram entregues¹⁵ no prazo combinado em um trabalho coordenado e bem executado pela equipe. Porém, devido à tramitação documental a confecção da proposta (Anexo II) foi concluída duas semanas após a entrega do trabalho. Em consequência de falhas na comunicação entre a empresa e a equipe do laboratório, sua aprovação e a acusação de conclusão do serviço foram realizadas uma semana após o recebimento do contrato, assim como a ordem de pagamento, confirmada na semana seguinte ao aceite. A emissão, pela Fundação COPPETEC, da nota fiscal correspondente, aconteceu 38 dias após a solicitação do protótipo. A distribuição dos processos ao longo do projeto pode ser vista no Gráfico 8.

Com o protótipo em mãos ao final da tarde do dia combinado, o gerente de projeto da empresa partiu no dia seguinte para a reunião na qual apresentaria o projeto ao especialista que faria a instalação simulada para testar sua usabilidade e funcionalidade.

¹⁵ É necessário ressaltar que até o momento desta iteração não houve planejamento para a entrega dos produtos, tanto em termos de embalagem para preservação de sua integridade física quanto de logística do processo.

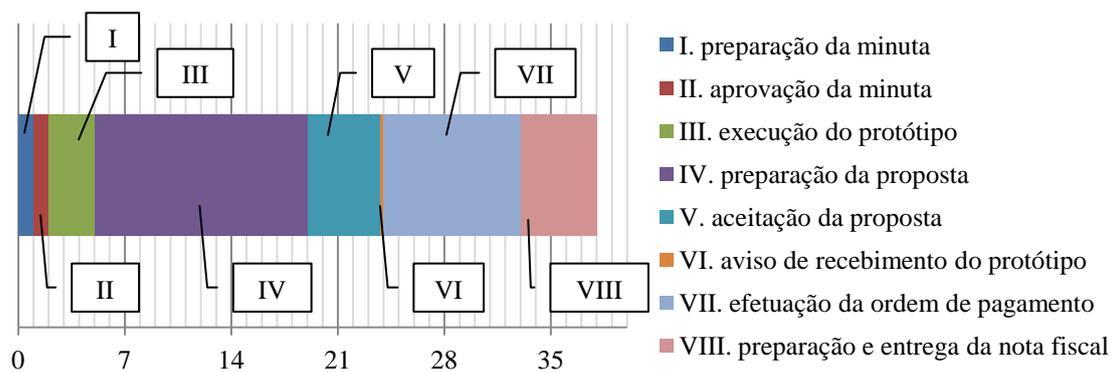


Gráfico 8: Distribuição dos processos ao longo do tempo do serviço (em dias).

Alguns dias depois de receber o protótipo, o especialista enviou à Empresa B um e-mail com uma série de observações sobre o processo de instalação. Em seguida, o gerente de projeto foi ao seu encontro para uma conversa a respeito do projeto e de lá seguiu para uma reunião com o cliente que acatou as observações feitas devido ao já mencionado conhecimento insuficiente sobre o assunto.

A descrição textual do especialista não foi compreendida totalmente pela equipe de projeto até que todos pudessem observar o protótipo instalado com seus cabos e conectores, conforme entregue pelo especialista (Figura 16). Aqui, mais uma vez, o poder dos protótipos rápidos como objetos fronteiriços é demonstrado permitindo a comunicação entre dois atores de comunidades de prática distintas.

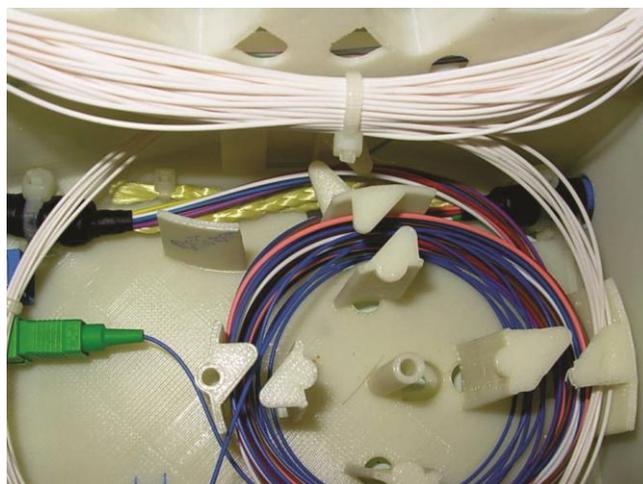


Figura 16: Detalhe da instalação realizada no protótipo pelo especialista.

Fonte: Imagem produzida pela equipe de projeto da empresa B.

Embora os aspectos construtivos não tenham sofrido críticas senão pelo próprio gerente de projeto ao final do ciclo iterativo, as críticas pelo especialista, na forma de sugestões de melhorias, foram muitas e dirigidas a praticamente todas as partes incluídas na instalação, com poucas exceções. Isto causou um novo entendimento do

projeto pela equipe, que compreendeu que o modelo concorrente no qual eles se espelhavam não era o mais vendido no mercado por ser melhor, mas por ser mais barato e/ ou menor. Percebeu-se também que outro concorrente que havia sido deixado de lado no momento do projeto apresentava características mais adequadas à aplicação. Curiosamente, uma das observações do especialista foi direcionada à textura do protótipo, resultado das camadas do processo construtivo da tecnologia FDM.

Esta nova visão e compreensão do produto levou a equipe a um novo caminho no projeto que sofreu, a partir de então, uma total revisão resultando em um modelo com grandes diferenças do modelo anterior onde, segundo o gerente, o objetivo foi unir as melhores características das peças concorrentes de modo a atender a aspectos operacionais que nenhuma delas consegue atender de forma integral.

O protótipo demonstrou ser crucial para a interlocução entre a equipe de projeto e o instalador. Sem este objeto a equipe de projeto não conseguiria se comunicar eficientemente com a pessoa que realmente entendia as possibilidades de uso do produto. Assim, parte da mencionada falta de *know-how* na tecnologia empregada em seu uso pôde ser sanada a partir das informações advindas desta interação do especialista com o protótipo.

Finalmente a visão do protótipo permitiu que a empresa pudesse se apresentar rápida e ativamente como potencial participante do processo licitatório das novas unidades do produto a serem compradas pela empresa usuária. Se a apresentação do produto tivesse ocorrido por meio de representações artísticas, ilustrações técnicas, desenhos técnicos ou mesmo através da apresentação de modelos tridimensionais virtuais, seu impacto não teria sido o mesmo e poderia ter acarretado na exclusão da empresa na licitação. Por outro lado, caso decidisse apresentar o produto apenas após a confecção de moldes-protótipo de todas as partes envolvidas, isto lhes custaria dezenas de milhares de reais em gastos diretos com matéria prima, consumíveis relacionados à confecção de ferramentas – lixas, óleo, pasta de polir, fresas, soldas eventuais, etc. – e gastos indiretos como o tempo de uso das ferramentas e equipamentos de ferramentaria, mão de obra especializada de ferramenteiros, paradas de produção em injetoras que seriam usadas para testes, energia, água, dentre outros. Todos estes gastos se repetiriam com iterações projetuais sucessivas, o que por si poderia reduzir sua competitividade ao ponto de retirá-los do processo licitatório. Neste caso, o prejuízo acumulado pelo investimento desperdiçado seria ainda maior.

Fica evidente neste caso a eficiência dos protótipos como objetos intermediários de projeto, assim como objetos fronteira. Sua importância não se limitou a evitar gastos, mas a permitir a participação da empresa em um processo licitatório que poderia gerar receita por anos com um comprador que seguramente consumiria muitas unidades em um possível contrato de exclusividade.

6.1.2.3. Considerações acerca dos testes inicial de atendimento

Os testes de atendimento realizados com as empresas A e B permitiram algumas observações e percepções que devem ser consideradas, com especial atenção para melhor experiência do usuário durante toda a sua jornada no serviço.

- Comunicação:
 - Transmissão de arquivos via meio eletrônico de forma rápida e segura;
 - Informação ao cliente sobre a tecnologia, suas vantagens e limitações;
 - Informação do cliente sobre a finalidade do protótipo para informar a melhor forma de executá-lo;
 - Informação ao cliente sobre o que esperar com relação ao seu protótipo.
- Funcionamento:
 - Atendimento em horário comercial;
 - Disponibilidade de pessoal treinado para atendimento;
 - Disponibilidade de pessoal treinado para a execução dos serviços;
 - Maior agilidade na confecção das minutas e contratos e em sua oficialização por via da coleta das assinaturas necessárias.
- Confidencialidade:
 - Restrição do número de pessoas com acesso aos projetos dos clientes;
 - Segurança no arquivamento de informações e modelos de clientes.
- Resultado:
 - Oferecer opções de retirada do protótipo pelo usuário, sua entrega via transportadora expressa (incluir valor no contrato do serviço) ou pessoalmente por um pesquisador que tenha interesse em observar seu uso (incluir cláusula no contrato).

Apesar da excelente qualidade dos protótipos, resultando em uma ótima relação custo-benefício e do cumprimento dos prazos de entrega solicitados, a Empresa B informou que o protótipo da segunda iteração de seu projeto teria que ser orçado por outro prestador de serviço devido ao fato da tramitação necessária para a execução do serviço pelo Pro-PME, não ter sido compatível com a burocracia interna da empresa. A experiência mostrou que a prestação de serviços de impressão 3D requer agilidade nos trâmites burocráticos tanto quanto na execução do protótipo para que o serviço faça sentido para a empresa. Assim, qualidade e preço competitivo podem não ser diferenciais suficientes para a manutenção de clientes. Este é um exemplo que corrobora a afirmação de MAGER (2009) sobre a não suficiência do cumprimento da oferta de valores sob o risco de perda do cliente.

O trâmite normal da prestação de serviço pela Fundação COPPETEC requer que o serviço seja executado somente após a apresentação e aceite da proposta oficial. Se esse trâmite tivesse sido seguido no caso descrito, o trabalho realizado em cinco dias úteis necessitaria de mais duas semanas para ser executado. A dilatação do prazo se deveu aos trâmites aos quais tanto o laboratório quanto a COPPETEC estavam acostumados a lidar ao prestar serviços de consultorias em engenharia de produção cujos prazos se alongavam muitas vezes por meses. Embora no caso da prototipagem deva-se observar que o prazo foi estendido um pouco além do que poderia devido à inexperiência da equipe envolvida, é natural que uma empresa que esteja buscando na impressão 3D não somente economia financeira, mas também economia de tempo, o atendimento não tenha sido considerado totalmente satisfatório. Prazos dilatados como o que experimentamos neste estudo são geralmente inaceitáveis para empresas que buscam a competitividade através da velocidade de resposta ao mercado.

6.2. Os usuários

Uma busca no banco de dados do SINPERJ por empresas que utilizavam injeção de termoplásticos em seu processo produtivo, conforme explicitado nas delimitações da pesquisa, gerou 40 resultados sendo 22 deles no município do Rio de Janeiro.

A pesquisa *desk* realizada nos *web sites* das empresas revelaram informações como tipo de produto, processo produtivo, histórico da empresa e, por vezes, parte de seus planos de negócio, tais como suas missões, visões e valores, além de algumas poucas informações sobre seus PDPs. Mas devido à própria natureza da fonte da

pesquisa, a internet, estas informações podem não ser fieis ao que as empresas são ou fazem de fato. No entanto, ao apontarem para a imagem que querem projetar, as empresas deixam transparecer um pouco de sua “personalidade”.

Para colher informações mais relevantes sobre as empresas e seu PDP, foram enviadas solicitações de agendamento de entrevistas com seus gerentes de PDP ou cargos similares. Das solicitações sete foram respondidas e resultaram em entrevistas semi-estruturadas realizadas por telefone. O guia de entrevistas utilizado (Anexo IV), baseado no guia descrito no *HCD Toolkit* (IDEO, 2012), continha três grupos de perguntas que, após uma breve apresentação sobre o pesquisador e a pesquisa, buscavam levantar um conjunto de informações a respeito da empresa. Os três grupos, denominados Empresa, PDP e Protótipos, são descritos abaixo:

- I. Empresa: as perguntas deste grupo têm a função de abrir a entrevista buscando, com questões mais genéricas sobre a empresa, deixar o candidato mais à vontade enquanto tenta-se extrair informações básicas que complementem o que foi encontrado na pesquisa *desk*.
- II. PDP: neste grupo buscou-se compreender o funcionamento do PDP nas empresas. A condução da entrevista procurou privilegiar o “trabalho real” em detrimento do “trabalho prescrito”, incentivando o entrevistado a descrever o cotidiano das equipes de projeto durante o decorrer do desenvolvimento de um novo produto.
- III. Protótipos: aqui o objetivo era o de dirigir a entrevista para o tema específico do uso de protótipos e descobrir o nível de conhecimento das empresas a respeito das tecnologias de impressão 3D, suas características, aplicações e limites.

Os *insights* gerados a partir dos dados coletados foram classificados de duas formas. A primeira classificação (Quadro 5) os dividiu em dois grupos: um que aborda suas experiências prévias com tecnologias de impressão 3D e outro que diz respeito ao PDP das empresas e sua forma de trabalho. A segunda classificação, sob o risco de parecer óbvia, os dividiu pelo porte da empresa, que coincidentemente ou não, teve relação direta com suas características tanto em relação ao PDP quanto sua relação com a impressão 3D.

Com relação à impressão 3D

- A quase totalidade das empresas já havia utilizado impressão 3D em seu PDP ao menos uma vez.
- Quando a impressão 3D foi utilizada, ela foi realizada por serviços terceirizados.
- Os serviços sempre foram escolhidos por indicação de funcionários da própria empresa ou de empresas parceiras.
- Quando a impressão 3D foi utilizada, o balanço do seu uso foi positivo mesmo quando o custo foi considerado elevado.
- As que já haviam utilizado impressão 3D afirmam que a tecnologia poderia ser empregada com maior frequência se estivesse mais disponível e a custos mais baixos.

Com relação ao PDP e à forma de trabalho

- O conceito de design de produtos começa a ser percebido pelas empresas, embora micro e pequenas empresas ainda não compreendam o retorno que ele agregaria relacionado ao investimento necessário.
- Microempresas terceirizam mais projetos de produtos e ferramentas por não quererem dispor ou não possuírem recursos para arcar com custos fixos de pessoal e equipamentos especializados.
- Pequenas empresas costumam fabricar suas próprias ferramentas, embora por vezes terceirizem projetos de produtos junto a prestadores de serviço especializados.
- Empresas médias podem projetar seus produtos e ferramentas em suas dependências, mas em algumas situações terceirizam projetos de produtos com agências de design e em alguns casos começam a terceirizar a fabricação de ferramentas na China onde os custos e a velocidade de entrega são menores, embora nem sempre alcancem a qualidade esperada.
- Microempresas tendem a ser mais ágeis nas tomadas de decisão por tê-las centralizadas na figura de um dono/ gerente.
- Muitas vezes os tomadores de decisão têm dificuldade para compreender um projeto apenas com base em desenhos técnicos ou ilustrações devido à ausência de formação técnica.
- Micro e pequenas empresas utilizam tecnologias menos sofisticadas em seus projetos e em sua comunicação se comparadas às médias empresas.

Os três grupos gerados na segunda classificação geraram, por sua vez, três empresas fictícias que representam a totalidade do grupo de empresas pesquisado, sem de fato poderem ser definidas como usuárias típicas do serviço. A estas três empresas fictícias, que serão chamadas “*personas* corporativas”, foram dados os nomes de PetPelet, MiniPlast e MultiPoli e suas características estão descritas no Quadro 6, Quadro 7 e Quadro 8, respectivamente.

Quadro 6: *Persona* corporativa gerada com insights relacionados à micro empresas

PetPelet Ltda.	
<i>Classificação de Porte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Micro empresa
<i>Produtos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos para animais de companhia. • Baixa complexidade. • Preocupação estética moderada/ baixa.
<i>Processos produtivos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Injeção de termoplásticos
<i>Características de PDP e produção</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos de produtos próprios ou terceirizados para projetistas técnicos. • Projetos de ferramentas terceirizados. • Fabricação de ferramentas terceirizada. • Produção própria.
<i>Utilização de protótipos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Quando é imprescindível, recorre a serviços de ferramentaria de conhecidos para usinar pequenas peças e buscar aprovação junto aos clientes. O serviço é de alto custo, uma vez que a hora de usinagem em ferramentarias é bastante valorizada. Além disso, os responsáveis geralmente não gostam de executar este tipo de serviço, mas o fazem em nome da amizade ao dono da PetPelet. • Nunca fez uso de serviços de impressão 3D, embora já tenha ouvido falar a respeito.
<i>Descrição</i>	<p>A PetPelet é uma empresa familiar de produtos de consumo duráveis que detém uma pequena parcela do mercado. Sua marca é desconhecida, embora tenha um padrão de qualidade bem aceito. Sua linha de produtos é pequena e, mesmo não tendo problemas em vender o que produz, fica aquém dos seus concorrentes maiores e com linhas de produtos elaboradas. Ambiciona crescer aproveitando a expansão que seu mercado vem experimentando nos últimos anos, mas ainda não sabe ao certo como atender as novas exigências deste mercado.</p>

Quadro 7: *Persona* corporativa gerada com insights relacionados a pequenas empresas

MiniPlast Ltda.	
<i>Classificação de Porte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pequena empresa
<i>Produtos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Embalagens. • Baixa complexidade. • Preocupação estética moderada.
<i>Processos produtivos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ferramentaria. • Injeção de termoplásticos. • Extrusão e sopro de termoplásticos.
<i>Características de PDP e produção</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos de produtos próprios. • Projetos de molde próprios ou terceirizados. • Fabricação de moldes própria. • Produção própria.
<i>Utilização de protótipos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Faz cavidades-protótipo quando possível, mas considera trabalhoso e de alto custo. • Não possui equipamento de impressão 3D próprio. • A única vez que utilizou um modelo realizado em impressão 3D se deu quando terceirizou o projeto de um produto e o escritório de design apresentou o protótipo junto ao projeto.
<i>Descrição</i>	<p>A Miniplast é uma empresa familiar de embalagens que detém uma parcela pequena do mercado, mas é reconhecida por seu público. Tem um padrão de qualidade bem aceito e produtos que costumam agradar esteticamente, embora fiquem aquém de seus concorrentes maiores. Ambiciona crescer e para isso está investindo em design pela primeira vez, contratando um designer recém-formado.</p>

Quadro 8: *Persona* corporativa gerada com insights relacionados a médias empresas

MultiPoli Ltda.	
<i>Classificação de Porte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Média empresa.
<i>Produtos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bens de consumo. • Baixa/ média complexidade. • Preocupação estética em algumas linhas de produto.
<i>Processos produtivos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ferramentaria. • Injeção de termoplásticos. • Estamparia metálica.
<i>Características de PDP e produção</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos próprios. • Projetos de molde próprios. • Produção própria. • Terceirização de moldes e produção na China.
<i>Utilização de protótipos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Faz protótipo usando impressão 3D para testes de funcionalidade e análise de produção quando constrói suas ferramentas localmente. • Não possui equipamento de impressão 3D próprio.
<i>Descrição</i>	<p>A MultiPoli é uma empresa madura e com certo reconhecimento no mercado, embora precise estar atenta devido à forte concorrência tanto de empresas menores com produtos de baixa qualidade e preços muito inferiores quanto de empresas que importam produtos de alta qualidade um pouco mais caros, porém bem aceitos.</p> <p>Possui um setor de projeto de produtos estabelecido, mas encontra dificuldades em lidar com ideias muito inovadoras dos seus funcionários devido ao conservadorismo de sua direção.</p> <p>Ultimamente vem procurando reduzir seus custos com produção terceirizada em fábricas chinesas.</p>

6.3. O conceito do serviço

O conceito do serviço também incorporou os *insights* adquiridos no estudo da capacidade de atendimento do laboratório e de todas as informações discutidas e captadas em reuniões e conversas formais e informais com representantes do prestador de serviços ocorridas ao longo do projeto.

O serviço foi dividido em fases e subfases de acordo com o grau de envolvimento dos usuários. Estas fases e subfases estão representadas no Quadro 9 e as atividades de cada fase e subfase serão detalhadas mais a diante. Foram definidos também, em conjunto com representantes do laboratório, quais seriam os pontos de contato – elementos tangíveis com os quais ocorrem as interações serviço/ usuário – que poderiam ser disponibilizados e a forma como isso aconteceria.

Quadro 9: Fases e subfases do serviço.

Fases	Subfase
Engajamento	-
Entrada	Contato
	Apresentação e avaliação
Imersão	Vínculo
	Execução e acompanhamento
Saída	-
Extensão	-

Com estes elementos definidos pode-se então delinear a jornada do usuário pelo serviço através da ferramenta *customer journey map*, e o mapeamento do processo do serviço e suas interações humano-humano e humano-tecnologia nas diversas camadas de visibilidade dentro da empresa através da ferramenta *service blueprint* que, segundo Bitner, Ostrom *et al.*, (2008), tem maior precisão do que definições verbais.

Por fim foi montado um *business model canvas* com base em todos os fatores observados durante o projeto de forma a demonstrar graficamente o modelo de negócio que seria adotado pelo serviço.

6.3.1. Pontos de contato

Em reunião de cocriação com representantes do prestador de serviço foram discutidos e acordados os pontos de contato que o serviço disponibilizaria para seus

usuários levando-se em consideração tanto os recursos existentes quanto aqueles ainda em planejamento ou apenas potenciais. Estes pontos de contato foram distribuídos nas fases e subfases já definidas e estão listados no Quadro 10, sendo que os que ainda precisam ser implementados ou desenvolvidos de alguma forma foram marcados com um asterisco.

Quadro 10: Distribuição dos pontos de contato nas fases e subfases.

Fases	Subfase	Pontos de contato possíveis
Engajamento		<i>Web site*</i> Indicação Impressos Sebrae Agencia UFRJ de Inovação Incubadora de Empresas COPPE/UFRJ Designoteca
	Contato	E-mail* Telefone
Entrada	Apresentação e avaliação	Videoconferência* Reunião presencial no laboratório E-mail* Mídias físicas de dados
	Vínculo	Contrato de prestação de serviço*
Imersão	Execução e acompanhamento	Videoconferência* Telefone E-mail* Reunião presencial no laboratório
	Saída	Modelo finalizado
Extensão		Videoconferência* Telefone Reunião presencial

6.3.2. Engajamento

Nesta fase foram consideradas as possíveis formas de divulgar o serviço para seus potenciais usuários. É o primeiro contato de um potencial usuário com o serviço.

O fato de o laboratório pertencer à Redetec e esta ser parceira do Sebrae, se consolida como um caminho para o acesso de micro e pequenas empresas. Estar localizado em uma universidade, próximo à escola de engenharia e permitindo o acesso de seus estudantes, proporciona outra oportunidade se considerarmos que a mão de obra

formada ali poderá ser empregada nas MPME, ter empreendedores em suas redes de contatos ou gerar empreendedores. A divulgação feita através de indicação é muito valiosa para este tipo de serviço.

Na universidade ainda há uma incubadora de empresas e uma agência de inovação, ambas focadas em empreendedorismo e inovação sendo, então, importantes fontes de captação de novos usuários. Ativar estas parcerias em convênios com as administrações destas entidades e por meio de palestras ou outros eventos conjuntos seria de grande valor.

O laboratório também possui impressos que fazem divulgação primária do seu serviço pelos murais do campus da universidade e nos balcões Sebrae. No entanto, embora o *web site* disponha de domínio próprio ainda não possui conteúdo e está desativado. Sua ativação é fundamental, pois a internet é amplamente disseminada e já se configura como a forma mais rápida de obtenção de informações.

6.3.3. Entrada

Esta fase trata do primeiro contato direto entre um usuário ou potencial usuário com o pessoal de linha de frente do serviço, de um segundo contato onde se dará a apresentação do laboratório, no caso de se tratar de um usuário novo, e a apresentação do projeto e avaliação da melhor forma de executá-lo.

6.3.3.1. Contato

Foram consideradas aqui tanto as possibilidades de contato remoto através de telefone ou e-mail quanto de contato presencial em que o usuário acessa direta e pessoalmente o laboratório.

O número de contato telefônico do laboratório é um ramal de PABX da COPPE e seu funcionamento é estável, embora não esteja sob o controle do próprio laboratório. O mesmo não pode ser dito a respeito de sua caixa de e-mail que também faz parte do sistema acadêmico, mas que apresenta problemas ao lidar com os arquivos enviados por usuários. A solução temporária está sendo a adoção de uma conta em nome do laboratório em servidores gratuitos, mas faz-se urgente e necessário que o problema da conta de e-mail corporativa do laboratório seja corrigido, pois isso tem grande influência sobre sua credibilidade junto aos usuários.

O laboratório não possui estrutura física adequada para um atendimento presencial. Embora haja espaço para reuniões com clientes, não existe área privada para tal evento ou uma sala de espera onde o cliente possa aguardar quando necessário. A não segregação dos equipamentos em áreas reservadas expõe e coloca em risco o sigilo dos materiais dos clientes. Desta forma, o atendimento presencial, sem o devido agendamento, não é indicado se não houver uma reformulação no ambiente do laboratório para atender a estes requisitos.

6.3.3.2. Apresentação e avaliação

Após um contato inicial uma reunião presencial com o usuário no laboratório seria indicada, embora não mandatória. Esta reunião teria quatro possíveis objetivos:

- Apresentação do laboratório e do serviço a um novo usuário;
- Apresentação da tecnologia de impressão 3D e de suas possibilidades em casos onde o novo usuário não tem conhecimento prévio;
- Apresentação da solicitação por parte do usuário, situando-a no contexto de seu projeto e suas intenções de uso para avaliação do laboratório sobre a melhor forma de executar o modelo.
- Entrega do arquivo CAD 3D para execução da proposta ou solicitação de modificação e envio deste arquivo, caso necessário.

Em ocasiões nas quais a reunião presencial não for possível, poderá ser substituída por uma videoconferência.

6.3.4. Imersão

A imersão envolve a vinculação entre o prestador do serviço e o usuário através da aceitação da proposta, da assinatura do contrato de prestação de serviço e seu pagamento, e da execução do serviço.

6.3.4.1. Vínculo

Para possibilitar que o usuário tenha uma boa experiência, seria primordial reduzir o tempo de espera entre a solicitação de orçamento do serviço por parte do usuário e a recepção da proposta/ contrato, que teria que ser aceita antes do início da confecção do protótipo. Para que isso se tornasse viável foi elaborado um modelo

básico de minuta de forma que tão logo a solicitação de orçamento fosse recebida, rapidamente seria adaptada de acordo com a especificidade do caso e enviada subsequentemente para a Fundação COPPETEC, que formataria a proposta e a devolveria ao laboratório para que fossem colhidas as devidas assinaturas – a do responsável pelo laboratório e a do coordenador do Programa de Engenharia de Produção (PEP).

Embora o recolhimento destas assinaturas possa parecer uma tarefa simples, a ausência de um dos responsáveis atrasaria o projeto, e a julgar pela frequência e duração destas ausências devido a eventos acadêmicos fora da instituição, isto se tornaria um grave problema. Para evitar atrasos oriundos de questões como estas, elaborou-se um sistema de substituição de assinaturas onde, na ausência do responsável pelo laboratório ou do coordenador do programa, substitutos seriam nomeados para fazê-lo.

6.3.4.2. Execução e acompanhamento

Durante a execução de protótipos que requeiram prazos superiores a uma semana, é importante que se ofereça um *feedback* ao usuário em etapas intermediárias da execução – a serem combinadas na reunião de apresentação – ou em momentos em que ocorram situações imprevistas. Este acompanhamento pode ser feito através de visitas agendadas, de videoconferências ou mesmo através de telefone ou e-mail. A notificação de conclusão do modelo também deve ser feita através de telefone ou e-mail.

6.3.5. Saída

Concluído o serviço, o modelo pode ser retirado pelo usuário em data combinada ou entregue via transportadora expressa, o que deve ser acordado e ter seu custo expresso no contrato. Em casos especiais um pesquisador pode demonstrar interesse particular pelo caso e havendo acerto de acompanhamento entre as partes é facultada ao pesquisador a possibilidade de entregar o protótipo pessoalmente para efetuar as observações desejadas.

6.3.6. Extensão

A extensão do serviço tem dois propósitos bem claros: o primeiro é o acompanhamento do uso do protótipo para fins de catalogação dos casos para futuras

referências e pesquisas. O segundo é obter retorno dos usuários com relação ao serviço e como melhorá-lo. Estes acompanhamentos, em forma de entrevistas com os usuários, podem ocorrer tanto através de telefone quanto por videoconferência. No caso de entrega do modelo por um pesquisador o acompanhamento pode ocorrer de forma presencial junto ao usuário. Embora fosse possível realizar um questionário através de e-mail, esta forma é desaconselhada por permitir que o usuário adie sua resposta indefinidamente, além de permitir respostas incompletas e até aumentar a possibilidade de erros de interpretação das perguntas.

6.3.7. Representação das jornadas de usuários

Com a definição dos pontos de contato em suas respectivas fases conforme definido acima, pôde-se realizar um mapeamento das possíveis jornadas para as três “*personas* corporativas”, como demonstrado na Figura 17. Este mapeamento foi uma forma visual, fácil e rápida de compreender e projetar em que momentos e através de que meios estes usuários podem estar em contato com o serviço.

A sequência de contatos resultante tornou-se um retrato de como as experiências destes usuários no serviço poderiam ocorrer, permitindo que fossem comparadas às experiências dos demais usuários. Pôde-se então confirmar que a variedade de pontos de contato para cada subfase permitiria a adequação do serviço para diferentes perfis de usuário, o que possibilita com que a experiência possa acontecer de forma suave, adaptada às necessidades individuais.

Além do mapeamento de forma gráfica acrescentou-se uma narrativa textual de cada uma das jornadas. No Quadro 11, no Quadro 12 e no Quadro 13, respectivamente, pode-se ler as jornadas das “*personas* corporativas” PetPelet, MiniPlast e MultiPoli. Pode-se perceber que no primeiro caso, devido ao pouco conhecimento da tecnologia de impressão 3D, a abordagem do serviço na fase de entrada dá-se de forma mais próxima e didática. O segundo caso, que em sua entrada tem uma relação também próxima, demonstra a possibilidade das fases de saída e extensão serem acompanhadas com maior profundidade em casos que interessem diretamente a alguma pesquisa do laboratório. No terceiro caso, por se tratar de uma empresa com algum conhecimento e experiência em impressão 3D, o serviço busca reduzir ao máximo o tempo de atendimento, procurando ser um fator diferencial para o PDP da empresa em questão.

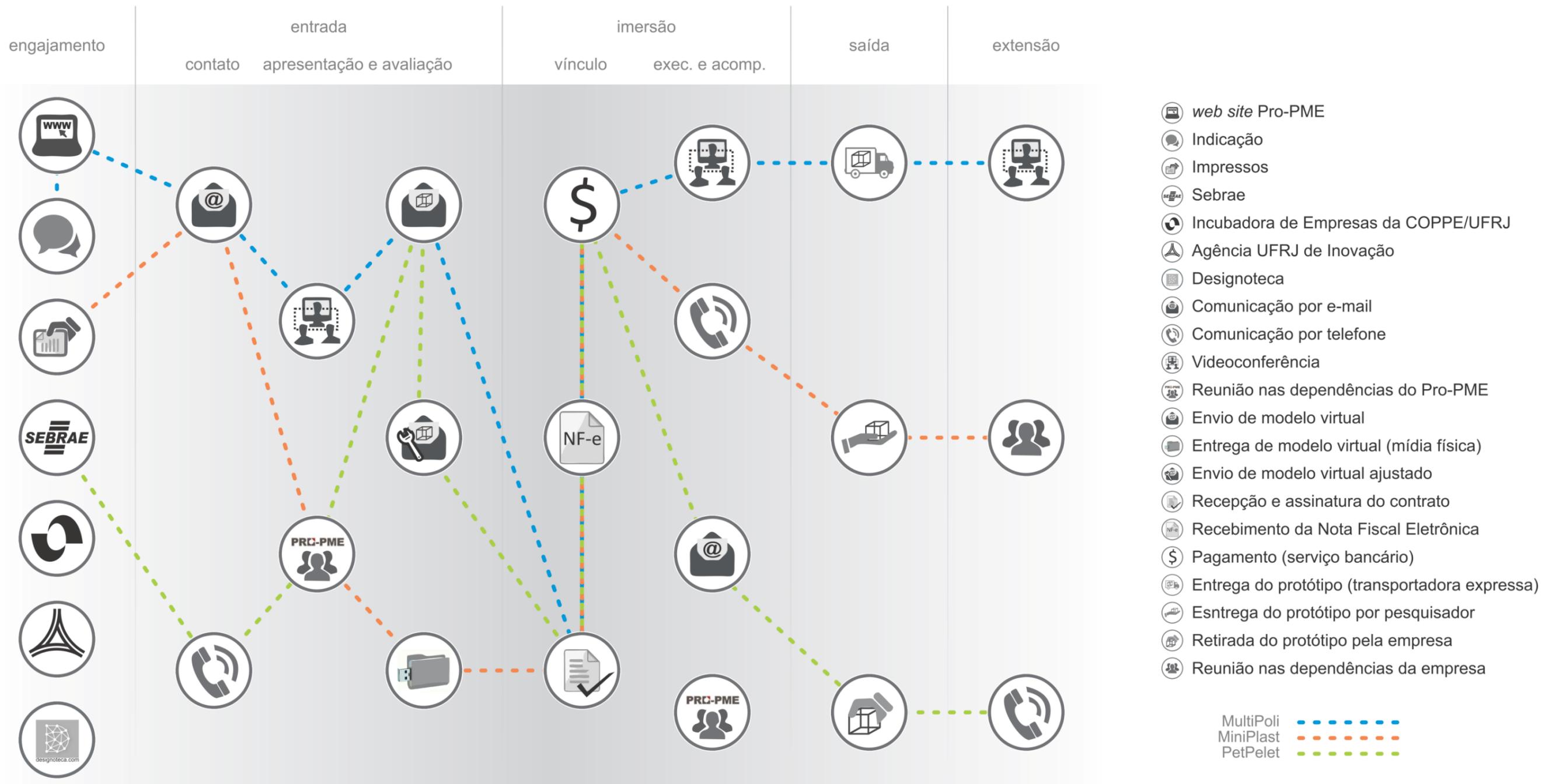


Figura 17: Service Journey Map das “personas corporativas”.

PetPelet

O dono e gerente da PetPelet pede ajuda ao Sebrae para o desenvolvimento de um novo produto que atenderia a uma demanda de seu público que estava sendo atendida apenas por concorrentes importados. Através do programa Sebraetec ele é encaminhado ao Pro-PME para onde telefona em busca de orientações.

É então convidado, durante o telefonema, para uma reunião no laboratório para que possa explicar suas necessidades além de conhecer o laboratório e a tecnologia de impressão 3D. No dia marcado um representante da empresa comparece ao laboratório com alguns desenhos do projeto em questão, os quais utiliza para explicar sua situação, a necessidade de desenvolvimento do novo produto e o medo de estar investindo em algo que não tem certeza do sucesso. São-lhe apresentados os equipamentos de impressão 3D e mostrados vários modelos realizados por eles para ilustrar seu potencial. As possibilidades e limitações da aplicação da tecnologia no projeto da empresa são discutidas. Devido a características inerentes à tecnologia FDM utilizada pelo equipamento do laboratório, o Pro-PME solicita pequenas alterações no desenho que seria enviado como modelo 3D para maximizar seu aproveitamento. A empresa envia ao Pro-PME o modelo através de e-mail, porém nele ainda há alguns pequenos detalhes a serem modificados. Assim que são avisados resolvem a questão com o projetista terceirizado que haviam contratado e o arquivo é reenviado.

No prazo previsto pelo Pro-PME, a PetPelet recebe um e-mail da COPPETEC, parceira do laboratório, contendo o contrato de prestação de serviço e o valor cobrado. Deste valor, a empresa pagaria 20% enquanto o Sebrae arcaria com os 80% restantes conforme preconiza o programa Sebraetec (SEBRAE, 2013b). A PetPelet responde ao e-mail autorizando a execução dos protótipos e dias depois recebe uma nota fiscal eletrônica da COPPETEC para efetuar o pagamento em seguida.

Ao fim da execução do protótipo – que não leva mais de um dia para ser concluído – a PetPelet recebe um e-mail notificando a conclusão do trabalho e envia um funcionário para recolher o modelo. Alguns dias depois, conforme contratado, o dono/gerente recebe uma ligação telefônica para que responda a uma entrevista sobre suas impressões a respeito do serviço e do protótipo e sobre como o protótipo foi utilizado.

MiniPlast

Ao desenvolver um novo projeto de frasco para cosméticos, a MiniPlast percebe que é necessário um teste de funcionamento que demanda muito tempo e dinheiro no desenvolvimento de moldes-protótipo e prevê a necessidade de vários ajustes. O diretor da empresa lembra-se de um impresso do Pro-PME acerca de um serviço de impressão 3D que havia encontrado no balcão do Sebrae em uma visita que fez à instituição meses antes. Envia um e-mail solicitando algumas informações e em resposta é convidado a conhecer o laboratório e discutir suas necessidades com relação ao serviço.

O representante da empresa já havia usado a tecnologia de impressão 3D quando terceirizou um projeto junto a um escritório de design que encomendou um protótipo em um serviço na cidade de São Paulo, mas não conhecia seu potencial. Assim, são discutidas as possibilidades de aplicação da tecnologia no projeto da empresa. Não necessitando ajustar o modelo CAD 3D que havia levado à reunião em um dispositivo de memória flash (pendrive), o arquivo é deixado no laboratório para realização de orçamento.

No prazo estabelecido pelo Pro-PME, a MiniPlast recebe um e-mail da COPPETEC, parceira do laboratório, com o contrato de prestação de serviço, ao qual responde autorizando a execução dos protótipos e dias depois recebe uma nota fiscal eletrônica da COPPETEC para efetuar o pagamento em seguida.

Durante a execução do protótipo a MiniPlast recebe uma ligação telefônica do Pro-PME informando sobre um pequeno problema que ocorrera na execução, mas que já havia sido sanado sem gerar atraso na previsão de entrega.

Devido ao interesse do Pro-PME pelo uso do protótipo neste caso específico, um pesquisador do laboratório faz a entrega do modelo pessoalmente para observá-lo em uso, aproveitando o momento para obter impressões a respeito do serviço e do protótipo conforme havia sido previamente acordado no contrato.

MultiPoli

O gerente de projetos da MultiPoli busca, sem sucesso, um prestador de serviços de impressão 3D no Rio de Janeiro. Um estagiário de engenharia, estudante da UFRJ, indica o Pro-PME. O gerente visita o *web site* do laboratório e envia um e-mail solicitando informações mais detalhadas acerca das tecnologias e possibilidades de resposta dos equipamentos do laboratório.

Recebe as respostas solicitadas através de um e-mail que o convida a visitar o laboratório pessoalmente ou para uma videoconferência, onde mais detalhes podem ser esclarecidos e as necessidades da empresa conhecidas para que sejam melhor atendidas. Alegando falta de tempo para visitar o laboratório o gerente concorda em participar da videoconferência, utilizando um software popular e gratuito. Nesta reunião via videoconferência apresenta as peças que pretende fazer protótipo e é interrogado sobre o contexto de projeto e a intenção de uso dos protótipos para que sejam definidas as possibilidades mais adequadas de executá-lo oferecendo a melhor resposta de performance e custo.

Por ter maior conhecimento sobre impressão 3D, uma vez que já utilizou serviços desse tipo, esclarecidas as dúvidas e combinado os detalhes do protótipo, a MultiPoli envia um e-mail com os arquivos tridimensionais digitais em formato STL, solicitando um orçamento. No prazo estabelecido pelo Pro-PME, a MultiPoli recebe um e-mail da COPPETEC, parceira do laboratório, com o contrato de prestação de serviço e o orçamento, ao qual responde autorizando a execução dos protótipos. Dias depois recebe uma nota fiscal eletrônica da COPPETEC para efetuar o pagamento em seguida.

Durante a execução dos protótipos é realizada uma videoconferência em que o laboratório relata o andamento dos protótipos, mostrando sua execução no equipamento através do vídeo.

Conforme contratado, a MultiPoli recebe seus protótipos através do serviço de transporte expresso. Alguns dias depois, também conforme contratado, através de videoconferência o gerente de projetos responde a uma entrevista sobre suas impressões a respeito do serviço e do protótipo e sobre como o protótipo foi utilizado.

Além das três possibilidades mapeadas e descritas, o serviço comporta outras muitas possibilidades que podem proporcionar experiências mais personalizadas às necessidades de diferentes usuários, desde seu engajamento até extensão do serviço.

6.3.8. Mapeamento dos processos do serviço

O mapeamento dos processos aqui descrito foi construído com base nas ações do usuário e suas interações com o pessoal de contato visível – vanguarda ou *front-office* – e entre estes e o pessoal de contato invisível – retaguarda ou *back-office* –, o pessoal de apoio e os sistemas e processos de apoio. A ferramenta utilizada para a realização desse mapeamento foi o *service blueprint*.

Segundo Zeithaml, Bitner, *et al.* (apud BITNER *et al.* 2008), um típico *service blueprint* é composto por cinco componentes:

- Ações do usuário;
- Ações do pessoal de contato visível ou direto;
- Ações do pessoal de contato invisível ou indireto;
- Processos de apoio;
- Evidências físicas (pontos de contato entre o usuário e o serviço).

Neste projeto, optou-se por acrescentar um sexto componente: ações do pessoal de apoio. Esta opção se deu para que fossem incluídas as ações da entidade parceira, Fundação COPPETEC, que embora não faça parte do laboratório é de crucial e direta importância para o funcionamento do serviço.

A montagem do *service blueprint* do Pro-PME foi iniciada sem a participação direta de integrantes do laboratório, mas foi finalizada em reunião com eles. A montagem baseou-se nas jornadas fictícias das três “*personas corporativas*” descritas anteriormente, iniciando-se pelas ações dos usuários, seguida pelas ações do pessoal de contato visível – geralmente o bolsista – e depois pelas evidências físicas encontradas nas interações entre estes dois atores. Posteriormente, as ações do pessoal de contato invisível – geralmente o estagiário –, do pessoal de apoio – a Fundação COPPETEC, como descrito anteriormente – e os processos de apoio, foram organizados gerando o diagrama demonstrado na Figura 18 que representa o fluxo do serviço.

Service Blueprint: Serviço de Prototipagem Rápida / Pro-PME

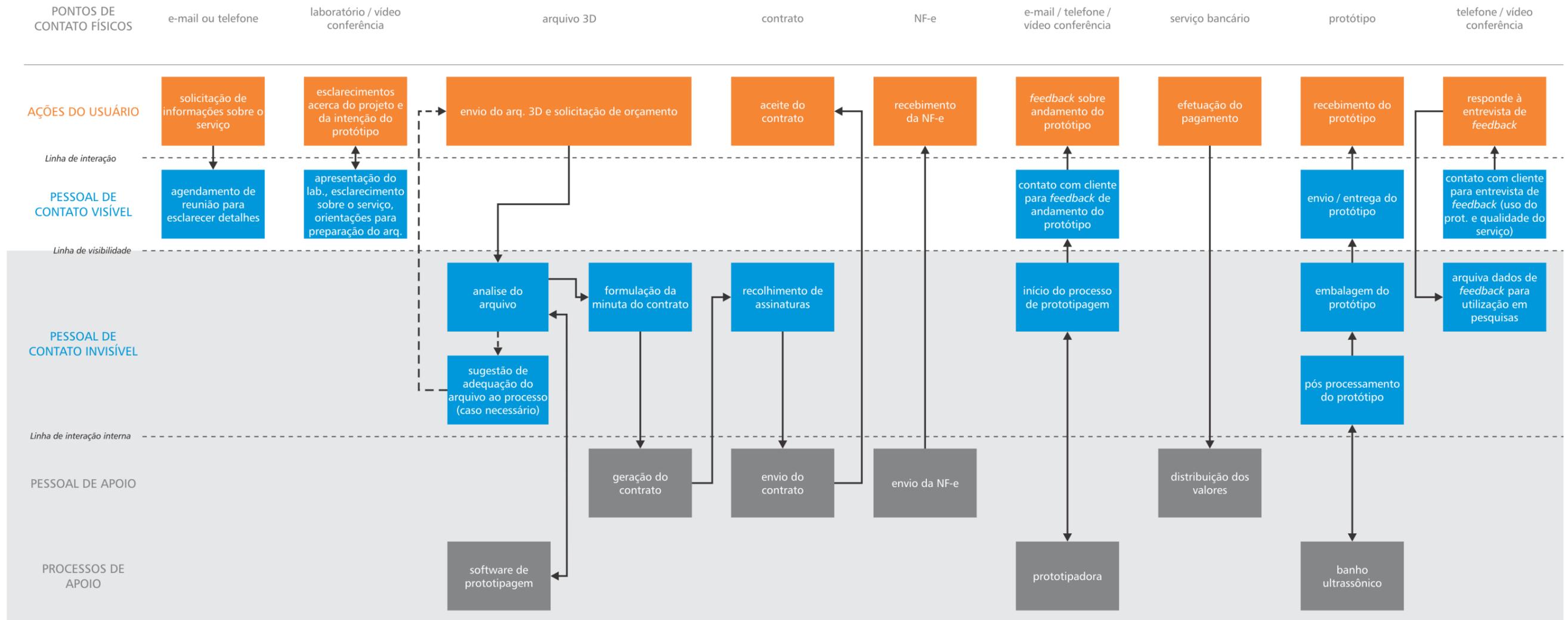


Figura 18: Service Blueprint do serviço de impressão 3D do Pro-PME.

6.3.9. Modelo de negócio do serviço

Para que os objetivos pelos quais o serviço foi criado sejam alcançados e assim ele se mantenha ativo, é preciso que gere interesse nas empresas. Faz-se necessário, então, que elas percebam que os resultados que podem obter ao utilizá-lo as façam querer manter-se como clientes e que esta relação gere negócios que possam custear o funcionamento do serviço, tornando-o financeiramente sustentável. Para que isso ocorra, a proposta de valor do serviço deve ser clara e refletir uma necessidade específica do usuário.

Com estas premissas define-se como proposição de valor do serviço a entrega de modelos tridimensionais e protótipos, através de técnicas de impressão 3D em valores de mercado ou inferiores, de forma ágil, partindo de modelos CAD 3D fornecidos pelos usuários. Sua outra proposição de valor é a divulgação de tecnologia de impressão 3D apresentando suas possibilidades e restrições, vantagens e desvantagens. Estas e outras importantes variáveis do modelo de negócios foram inseridas em um *business model canvas* para que seu modelo de negócios ficasse melhor compreendido. O quadro visto na Figura 19 contém, além da proposição de valores, os seguintes campos:

- *Usuários*: os potenciais usuários do serviço são MPME, predominantemente industriais e de diversas áreas de atuação como as já mencionadas indústrias de plástico, de óleo e gás, metal-mecânica e cerâmica, sem descartar escritórios de engenharia, arquitetura, design, etc.
- *Canais*: para a divulgação do serviço o laboratório usará seu *web site* e impressos colocados em pontos estratégicos que permitam o acesso de potenciais usuários. Para a comunicação com os usuários serão mantidas a linha telefônica e o endereço de e-mail do laboratório e, seria interessante dispor de tecnologia de videoconferências. Para a entrega dos modelos poderão ser usadas transportadoras expressas ou, caso seja interessante para alguma pesquisa do laboratório, ser entregues pessoalmente por um pesquisador.
- *Relacionamento com o usuário*: como forma de cativar seus usuários, além da boa qualidade do modelo entregue, o laboratório propõe um atendimento personalizado onde oferece, sem custos, a conversão de arquivos CAD 3D de formatos de mercado para STL (compatíveis com a tecnologia de impressão 3D), pequenas consultorias sobre uso de protótipos para a agilização e redução de custos no PDP, dicas de preparação de

arquivos para prototipagem de forma a otimizar a performance e o preço do modelo, e informações constantes a respeito do andamento da execução de seu protótipo através de contatos regulares.

- *Atividades principais:* aqui foram listadas as duas mais importantes atividades, tais como a comunicação com os usuários antes, durante e depois da prestação do serviço e a operação dos equipamentos de prototipagem. Adicionou-se a esta lista a manutenção do *web site* do serviço, parte de sua comunicação com os usuários.

- *Recursos principais:* recursos humanos e materiais são listados igualmente incluindo pesquisadores e estagiários, impressora 3D, banheira ultrassônica, mini fresadora CNC com acessórios, computadores, *software* CAD de modelagem 3D, *softwares* de controle dos equipamentos, matérias primas, acesso à internet, um dispositivo móvel para videoconferência, *web site* e sistema de conta de e-mail com capacidade para lidar com arquivos grandes (a ser verificado e se necessário atualizado).

- *Parceiros principais:* neste campo foram incluídos apenas os parceiros diretos que são a própria COPPE/UFRJ, instituição à qual pertence o laboratório; a Fundação COPPETEC, intermediadora dos contratos e transações financeiras do laboratório; a Redetec – Rede de Tecnologia e Inovação –, à qual pertence o laboratório e que é parceira do Sebrae; o Sebrae, através de seu programa Sebraetec cujo objetivo é “[...] permitir exclusivamente às micro e pequenas empresas e produtores rurais demandantes, o acesso subsidiado a serviços em inovação e tecnologia, visando à melhoria de processos e produtos e/ou a introdução de inovação nas empresas e nos seus mercados” (SEBRAE, 2013b); e a SKA, empresa fornecedora do equipamento de impressão 3D, da sua manutenção e de suas matérias-primas. Outros parceiros como a FAPERJ, financiadora dos equipamentos, foram deixados de fora por não estarem diretamente ligados à prestação do serviço.

- *Estrutura de custos:* por pertencer a uma instituição de ensino e pesquisa, o laboratório não possui custos fixos com consumo de água, energia elétrica, telefone, internet, ou mão de obra, tendo, então, como custos, apenas gastos com matérias primas, manutenção dos equipamentos e um percentual de *overhead* cobrado pela COPPETEC a cada serviço prestado.

- *Ganhos não monetários:* este campo, inexistente no modelo original de Osterwalder e Yves (2010), expressa ganhos de outra ordem que não financeira. No

caso do laboratório, os dados de uso dos modelos nos PDPs das MPME coletados a partir da prestação de serviços podem ser material inestimável de pesquisa.

- *Fluxos de receita*: a única fonte de receita do serviço de impressão 3D do laboratório provém do serviço prestado que culmina com a entrega dos protótipos às empresas.

6.4. Validação do serviço

A validação do conceito do serviço se deu de forma natural junto à equipe do laboratório, uma vez que acompanharam o processo de criação, tendo participado ativamente em seções de cocriação. Porém, para ratificá-lo, foi agendada uma reunião onde foram apresentados todos os aspectos do novo serviço.

Avaliando os pontos de contato existentes, os planejados e as jornadas das “*personas* corporativas”, verificou-se a necessidade de realizar uma simulação da subfase de “apresentação e avaliação” na fase de entrada do serviço utilizando videoconferência, pois não se sabia ao certo como seria o funcionamento. Foi sugerida então a utilização da ferramenta *service roleplay*, na qual o bolsista do laboratório realizou uma chamada de videoconferência a um suposto cliente, representado pelo estagiário que se encontrava em outra sala, para simular um atendimento onde seriam apresentados o laboratório, a tecnologia e os equipamentos. O objetivo da simulação foi verificar se uma reunião deste tipo teria qualidade e se seria suficientemente confortável para ambos, prestador e usuário do serviço.

Como preparativo para a conferência, as informações a serem abordadas foram discutidas, um pequeno roteiro foi elaborado e algumas peças representativas da capacidade do equipamento FDM foram separadas. O bolsista utilizou o *notebook* do laboratório para efetuar a chamada, respondida pelo estagiário em seu *smartphone*, e assim prosseguiram (Figura 20). No momento em que foram mencionadas a tecnologia e suas possibilidades o bolsista lançou mão das peças separadas previamente para a demonstração. Embora a qualidade da imagem não tenha sido a ideal o resultado pareceu satisfatório (Figura 21). Apesar de incômodo ao ser usado na circulação pelo laboratório devido ao seu peso e tamanho o *notebook* apresentou sua maior limitação na demonstração dos equipamentos, pois com o monitor e a câmera posicionados na mesma face o bolsista, além de ter dificuldade de apontar a câmera diretamente para onde queria, neste momento também não conseguia ver seu interlocutor (Figura 22).

Business Model Canvas: Serviço de Prototipagem Rápida / Pro-PME

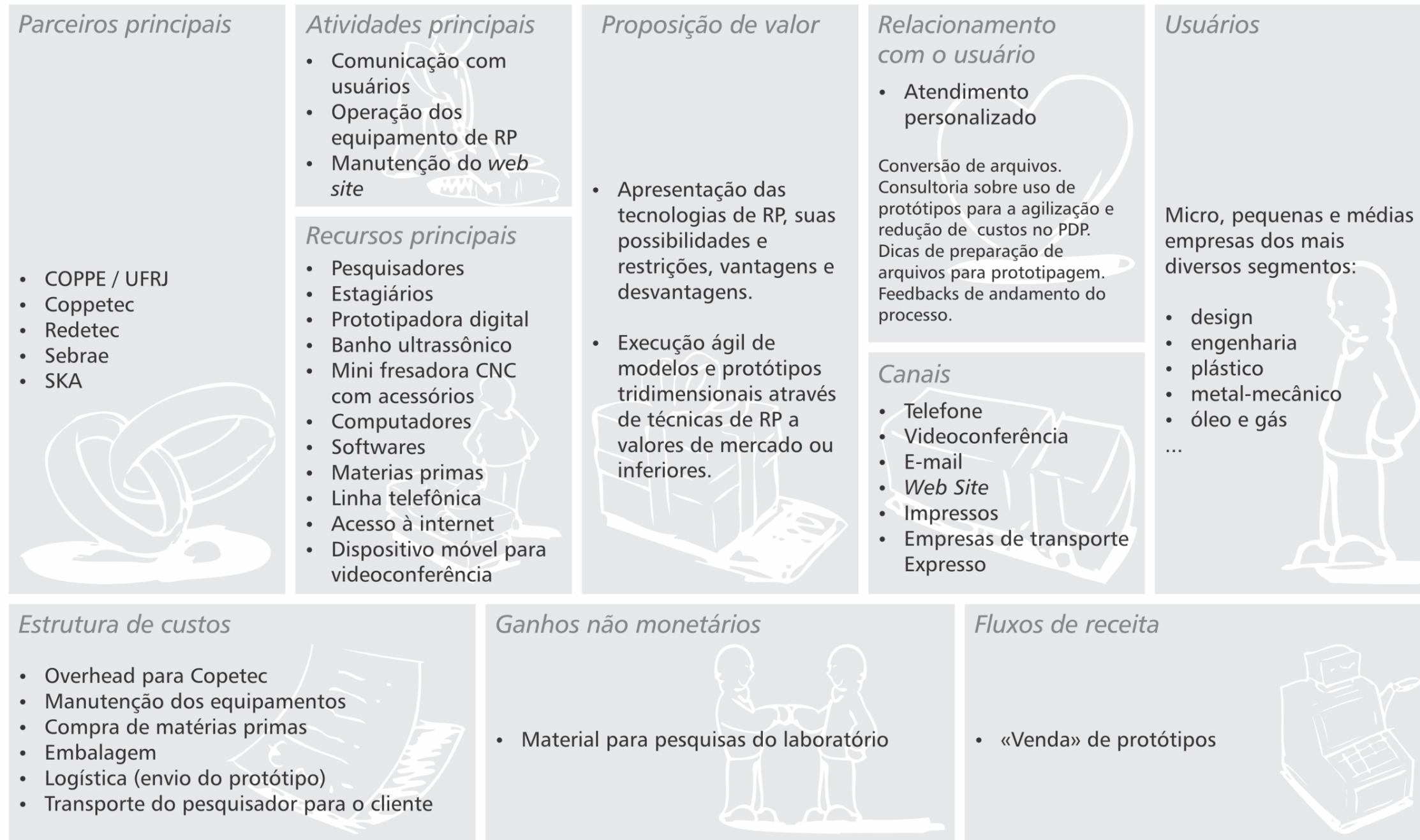


Figura 19: Business Model Canvas para o serviço de prototipagem rápida do Pro-PME.

Fonte: Adaptado do modelo de OSTERWALDER e YVES (2010).

Mesmo com os empecilhos encontrados o resultado final da simulação foi aprovado por todos. Seguiu-se, então, para a análise do *service blueprint* que teve como única observação o interesse de se iniciar a execução do protótipo logo após o contrato ser aprovado pelo cliente, não sendo dependente do recebimento da nota fiscal eletrônica que poderia acontecer concomitantemente como demonstrado na Figura 23 que representa a consolidação do *service blueprint*. O modelo de negócio do laboratório foi validado sem restrições e assim concluiu-se a fase de conceituação do projeto do serviço de impressão 3D do laboratório.

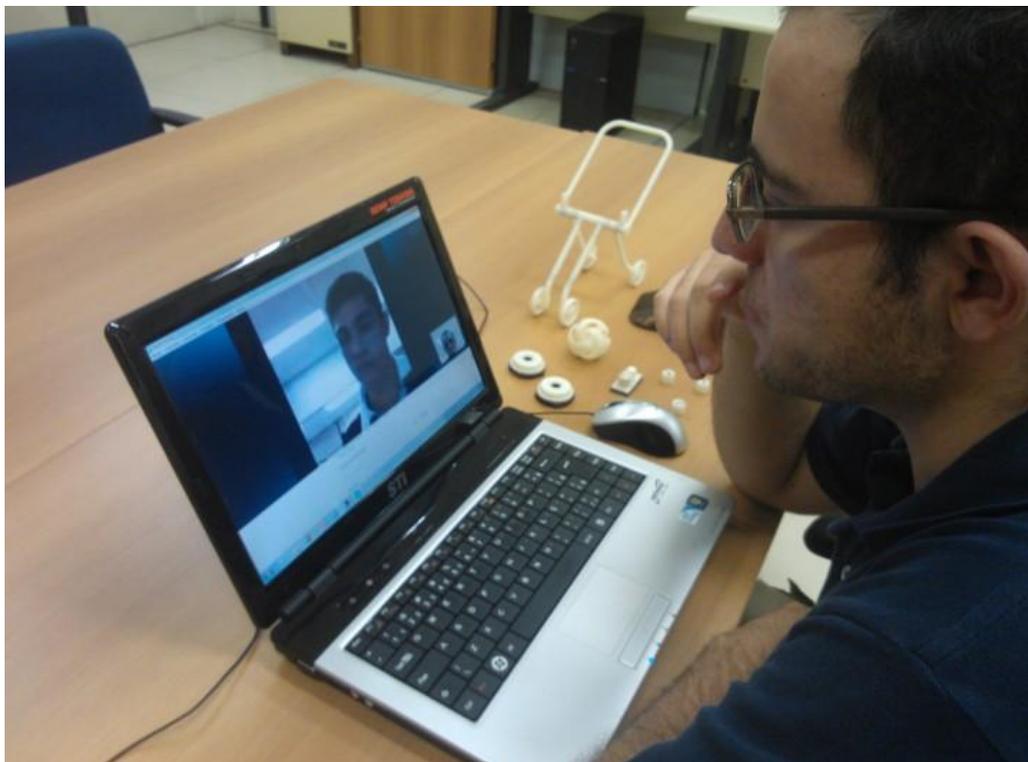


Figura 20: Simulação de reunião via videoconferência.



Figura 21: Demonstrando uma peça – prestador do serviço e usuário.

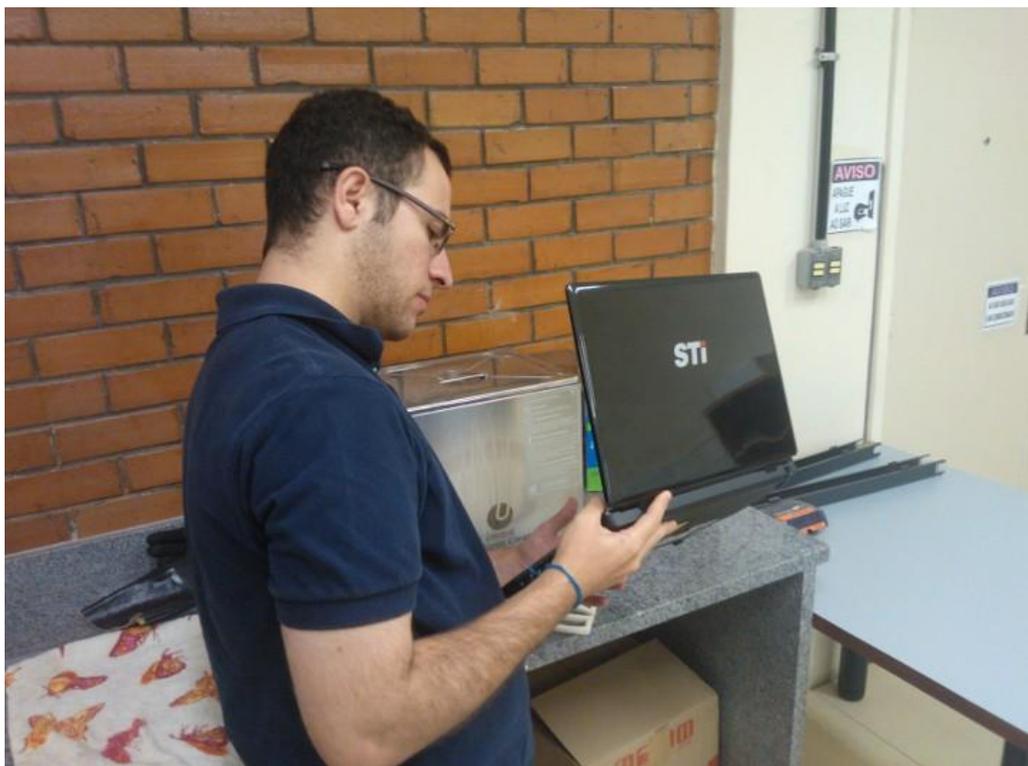


Figura 22: Demonstração de equipamento durante simulação de videoconferência.

Service Blueprint: Serviço de Prototipagem Rápida / Pro-PME

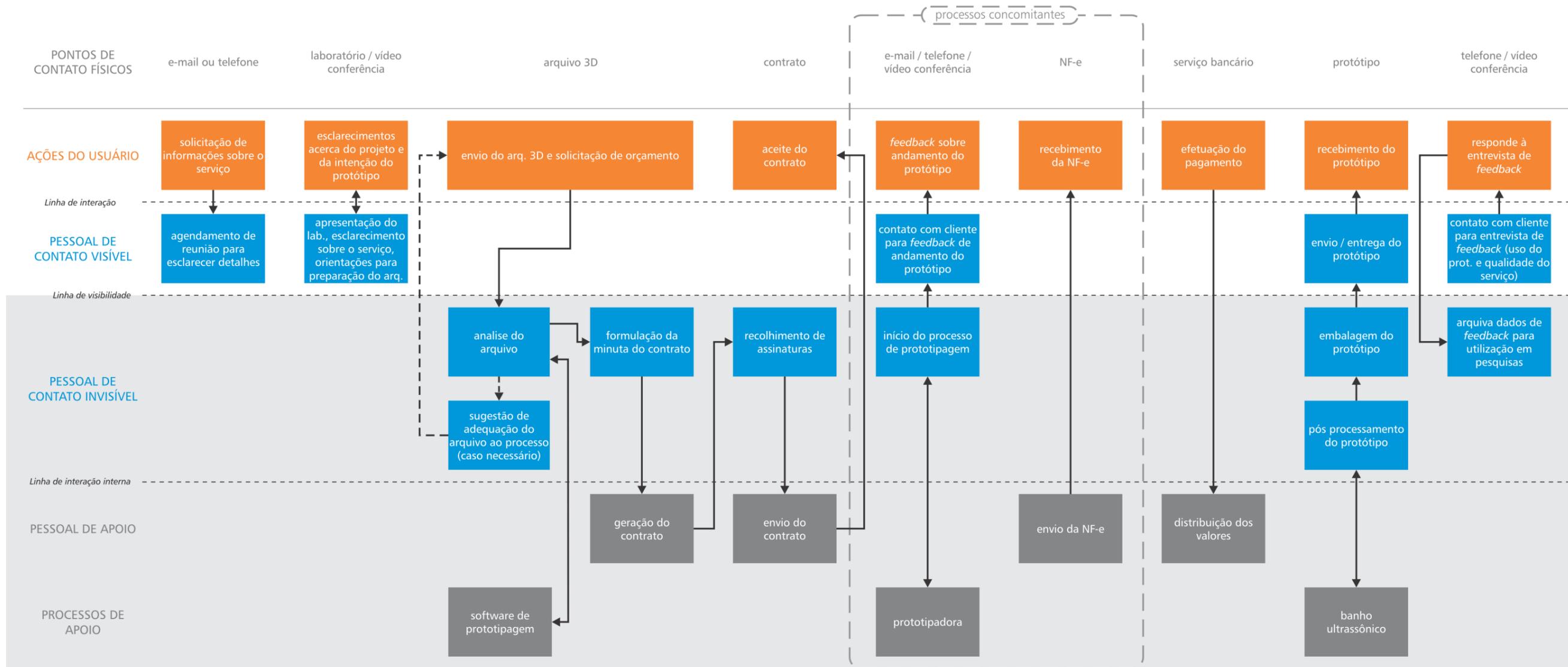


Figura 23: Consolidação do *Service Blueprint* do serviço de impressão 3D do Pro-PME.

7. CONCLUSÃO

O papel das MPME em termos sociais e econômicos é reconhecido, e sua importância para o país é também verificável estatisticamente. Sua sobrevivência e evolução não podem ser questões menosprezadas, pois, direta ou indiretamente, a qualidade de vida de inúmeras famílias depende delas. Em um mercado internacionalizado e altamente competitivo a capacidade de inovar, especialmente com o desenvolvimento de novos produtos, parece ser uma forma de manter-se competitivo e de gerar bons retornos. No entanto, prática da inovação ainda é pouco disseminada em MPME e pesquisas têm apontado altos custos, falta de recursos e incertezas como algumas das razões mais importantes para este fato.

As tecnologias de impressão 3D são ferramentas preciosas para a agilização e a redução de custos e incertezas no PDP dessas empresas, conforme verificado nos casos relatados, e a oferta de serviços que possibilitem acesso e conhecimento a esta tecnologia são certamente bem-vindas. Mesmo em um momento em que os custos associados à impressão 3D estão se reduzindo e promovendo sua popularização, não se deve esperar que as MPME busquem-na por iniciativa própria. É importante que as universidades, centros de geração de conhecimentos e parceiras reconhecidamente importantes para as MPME – ainda que pouco solicitadas –, se disponham a oferecer-lhes o acesso a tais tecnologias de forma rápida e objetiva.

Essa dissertação apresentou uma forma de fazer a ponte entre as tecnologias de impressão 3D e as MPME utilizando laboratórios universitários como intermediários desse processo. O exercício de projeto descrito no capítulo anterior foi a ferramenta escolhida para este fim, permitindo o cumprimento dos objetivos propostos.

7.1. As vantagens da impressão 3D no PDP das MPME

A realização do teste da capacidade inicial do serviço, através da observação da utilização dos protótipos produzidos em impressão 3D nas empresas, permitiu alcançar o objetivo da caracterização das suas vantagens em dois aspectos que corroboram a bibliografia apresentada sobre o tema: a velocidade no teste de conceitos e da eliminação de incertezas projetuais, e a redução de custos no PDP comparativamente ao uso de formas tradicionais de construção de protótipos. Um terceiro aspecto frequentemente deixado em segundo plano na literatura, mas muito importante nos

estudos conduzidos aqui, foi o nível de detalhes e complexidade alcançados pela impressão 3D e especialmente solicitados nos projetos desenvolvidos pelas empresas pesquisadas. Seus testes requereram um nível de fidelidade formal e um bom acabamento visual que dificilmente seria conseguido através de outros processos com custo e tempo de conclusão semelhantes.

O caso da empresa B é emblemático destas vantagens. Percebeu-se ali, a grande economia de recursos financeiros ao evitar-se a confecção de moldes-protótipos, a alta fidelidade dos modelos e as rápidas iterações de projeto possibilitadas pela impressão 3D. Tais iterações resultaram em uma mudança dramática de rumo no projeto quando o segundo protótipo, funcionando como objeto fronteiro, permitiu a intervenção de um especialista externo à equipe de projeto. Não houvesse a oportunidade de participação do especialista em uma fase ainda inicial, o projeto seguiria com um volume excessivo de incertezas que poderia inviabilizá-lo ou, eventualmente, caso decidissem pelo prosseguimento do projeto, provocar atrasos em seu lançamento causando um enorme custo de oportunidade ou provocar seu fracasso comercial devido a falhas em questões básicas de funcionamento.

Na empresa A os *mockups* em impressão 3D foram de grande importância na verificação de conceitos formais, estéticos e de uso, que teve seu tempo reduzido em pelo menos um mês devido à eliminação da necessidade da construção de moldes-protótipo. Assim, embora tenha-se optado pela eventual execução de um molde-protótipo em alumínio para verificar, em um protótipo beta, questões de resistência estrutural relativa ao processo de injeção, tal molde não necessitou novas iterações, conforme observou-se posteriormente junto à empresa que já construía os moldes definitivos. Ao evitar retrabalho no molde-protótipo, houve também uma redução do custo de desenvolvimento.

7.2. Serviços de impressão 3D para MPME a partir de laboratórios acadêmicos

A busca pela compreensão da perspectiva dos usuários no intuito de projetar condições que os permitissem vivenciar experiências positivas ao recorrer a um serviço, serviu como estímulo para este exercício de projeto. Para tal, utilizou-se metodologias e ferramentas do design de serviço e a escassez de material teórico neste campo com relação a serviços B2B não representou obstáculo para que essa dissertação atingisse este outro objetivo: a criação de um projeto conceitual de serviço para, a partir de um

laboratório acadêmico, promover uma aproximação fluida das MPME com a tecnologia de impressão 3D de forma a possibilitar o impacto desejado em seus PDPs.

A adaptação deste modelo de serviço para outros laboratórios exigirá um estudo prévio do cenário local, mas estima-se que ele seja suficientemente simples permitindo que as modificações sejam mais pontuais do que estruturais. Embora o projeto do serviço não apresente nenhuma característica revolucionária deve-se dar ênfase, neste conceito, sobretudo a duas características a serem observadas: a escolha de parceiros próximos às empresas que lhes indiquem o serviço e eventualmente o financie, e o cuidado no atendimento ao usuário, isto é, suas necessidades, e a qualidade e velocidade na conclusão dos serviços.

Parcerias como as do Sebrae, das agências de inovação e das incubadoras, mitigam uma possível falta de visibilidade do serviço e eventualmente podem possibilitar parcerias financiadoras como a do programa Sebraetec. Entretanto, a entrega de protótipos de boa qualidade a um custo justo pode, ainda assim, não representar a completa solução para o serviço. Mager (2009) afirma que apenas a oferta de valores não é suficiente para a fidelização de usuários. As MPME, assim como quaisquer outros usuários, buscam experiências significativas e relevantes para suas expectativas, que nessa pesquisa são entendidas como um atendimento que as acolham, que esclareçam suas dúvidas e questionamentos sobre uma nova tecnologia e as orientem sobre como aproveitá-la da melhor forma e que se mostre rápido tal como a tecnologia se propõe.

É importante estar atento aos pequenos detalhes para que o usuário não se frustre principalmente nos primeiros contatos. Um atendimento pouco atencioso, apressado ou impessoal, uma falha em sistemas básicos de comunicação como e-mails e telefones, ou ainda a morosidade causada pelo excesso de burocracia pode ser um desserviço à divulgação da impressão 3D e tão prejudicial quanto um modelo que não sirva aos testes desejados, como pôde ser visto no exercício de projeto na segunda iteração com a Empresa B e que custou a perda de atendimentos posteriores.

A implementação do serviço no Pro-PME tem potencial para atingir, com uma oferta diferenciada, um grande número de MPME, cumprindo seu papel de divulgador e orientador acerca das tecnologias de impressão 3D e gerando, com isso, um volume de dados considerável para as pesquisas do laboratório. Para isso um novo sistema de geração e tramitação de contratos e notas fiscais está sendo posto em prática no laboratório permitindo maior agilidade do serviço e sanando as questões encontradas

durante a iteração de projeto da empresa B. Entretanto, a partir da implantação de um serviço não se pode deixar de manter um acompanhamento contínuo da sua atuação visando à solução de possíveis desvios e a análise de novas possibilidades para melhor atender às expectativas dos usuários.

7.3. Considerações finais

A verificação da importância da impressão 3D, sua escassa penetração no PDP das MPME e a carência de serviços em vários estados brasileiros comprovam a noção de que esta oferta de serviço seria relevante no conjunto de investimentos para o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado, defendido por Back, Ogliari *et al* (2008) e Rozenfeld, Forcellini *et al.* (2006). Esta oferta contribuiria para a evolução dessas empresas, que teriam uma oportunidade de fortalecer sua imagem e representatividade no mercado apresentando-se como empresas que buscam inovar em sua oferta de produtos, deixando para trás a imagem de copistas ou absorvedoras de tecnologias externas.

Pode-se presumir que, em algum momento, com a maior divulgação e o maior conhecimento acerca da impressão 3D pelos empresários e a continuidade da redução gradativa dos custos relativos a ela, as MPME comecem a adotá-la em seus PDPs resultando em uma diminuição da procura da tecnologia oferecida em formato de serviços. Neste caso, tendo cumprido seus papéis de disseminadoras das tecnologias de impressão 3D, as universidades poderiam investir em pesquisas sobre as transformações que este novo cenário traria aos PDPs e seus efeitos na competitividade das empresas.

Esta dissertação colabora com o campo do design de serviço ao adaptar ferramentas geralmente utilizadas em projetos B2C para o uso em projetos B2B. Além disso, contribui para a discussão sobre o uso de modelos e protótipos no PDP especialmente na área de impressão 3D que carece de publicações em língua portuguesa. Sendo assim, pretende-se que esta pesquisa resulte em uma publicação que possa agregar conhecimento à área e servir como mais uma fonte para novas pesquisas. Entretanto, deve-se ressaltar que por ser um campo dinâmico é importante que novos estudos sejam conduzidos para aprofundamento ou transformação do conhecimento sobre o assunto. Com este intuito, essa dissertação é considerada o início de uma possível nova etapa de pesquisa, através de um doutorado, na área de impressão 3D e suas aplicações.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ¹⁶

- 3D HUBS. **About 3D Hubs**. Disponível em: <<http://press.3dhubs.com/>>, Acesso em: 30 set. 2013.
- ALEGRE, J., CHIVA, R. **Assessing the impact of organizational learning capability on product innovation performance**: An empirical test, *Technovation*, v. 28, n. 6, 2008, p. 315-326
- ALVES, A. S., BITTENCOURT, J.M., DUARTE, F.J.C.M. et al. **Utilização da prototipagem rápida na indústria de Plástico**: um caso de aplicação na indústria de Embalagens. Anais do 10º encontro da cadeia de ferramentas, moldes e matrizes, São Paulo, 2012.
- ARVOLA, M., ARTMAN, H. **Enactments in interaction design**: how designers make sketches behave. *Artifact*, 2007, v.1, n.2, p. 106-119.
- BACK, N., OGLIARI, A., DIAS, A., SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos**: planejamento, concepção e modelagem. 1ª ed., Barueri: Manole, 2008.
- BARKAN, P., IANSITI, M. **Prototyping**: a tool for rapid learning in product development, *Concurrent Engineering: Research and Applications*, v. 1, 1993, p. 125-134.
- BAXTER, M. **Projeto de produto**: Guia prático para o design de novos produtos. 2ª ed., São Paulo: Edgar Blücher, 2000.
- BITNER, M. J., OSTROM, A. L., MORGAN, F. N. **Service blueprinting**: A practical technique for service innovation. *California Management Review*, 2008 v.50, n.3, p. 66-94.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Circular nº 10/2010**. Rio de Janeiro, 17 de novembro de 2011. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: 14 jul. 2013.
- BOUJUT, J., BLANCO, E. **Intermediary Objects as a Means to Foster Co-operation in Engineering Design**. *Computer Supported Cooperative Work*, 2003, v.12, p. 205-219.
- BRASIL. **Lei Complementar nº 123**, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. Diário Oficial da União, Brasília:Imprensa Nacional, 2006, CXLIII, 240, p. 1-10
- _____. Ministério do Trabalho e do Emprego. MTE. **Dados e Estatísticas**: Relação Anual de Informações Sociais – RAIS. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/rais/>> Acesso em: 12 jun. 2013.
- _____. Ministério do Trabalho e Emprego. MTE. **Estabelecimentos com Vínculos Empregatícios em 31/12 por Área Geográfica e Subsetor**. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_anuario_rais/> Acesso em: 12 jun. 2013b.

¹⁶ Todas as citações diretas de textos em inglês e francês foram traduções livres realizadas pelo autor.

- BROWN, T., KATZ, B., **Change by Design**, Journal of Product Innovation Management, 2011, Vol.28(3), p. 381-383.
- CADESIGN, **Vendas crescem, mas tecnologia é para poucos**. Revista CaDesign, ano 8, n. 88, 2003 p. 20-25.
- CARLILE, P. R. **A pragmatic view of knowledge and boundaries: boundary objects in new product development**. Organization Science, v. 13, n. 4, 2002, p. 442-455.
- CARON, A., **Inovações tecnológicas nas pequenas e médias empresas industriais em tempos de globalização: O caso do Paraná**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2003. Disponível em: <<http://www.yumpu.com/pt/>> Acesso em: 12 set. 2013.
- CARVALHO, J., VOLPATO, N. **Prototipagem Rápida como processo de fabricação**. In: VOLPATO, N. (Ed.) Prototipagem rápida – tecnologias e aplicações. 1ª ed., São Paulo: Blücher, 2007, p. 1-15.
- CASTLE ISLAND, **The Rapid Prototyping Patent Museum**. Disponível em: <<http://www.additive3d.com/museum/>> Acesso em: 15 out. 2013.
- CHUA, C. K., LEONG, K.F., LIM, C.S. **Rapid prototyping: Principles and Applications**, 2ª ed., Singapura: World Scientific Publishing Co. Pte. 2003.
- CUSTOMPART.NET. **Additive Fabrication**. Disponível em: <<http://www.custompartnet.com/>> Acesso em: 15 out. 2013.
- DA SILVA, J. V. L., AHRENS, C. H., FERREIRA, C. V., et al. **Prototipagem rápida no Brasil: Realidade e perspectivas**, Anais do III COBEF, Joinville (SC), CD-ROM, Abril, 2005.
- _____. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos In: SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Org.) **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**. 5ª ed., Brasília, DF:DIEESE, 2012.
- DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Quem somos**. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/>> Acesso em: 10 jan. 2013.
- DUARTE, F., LIMA, F., COSTA, A. *et al.*, **O desenvolvimento de produtos em uma pequena indústria autogestionária**. Estudos em Design, v.10, n.1, 2003, p. 63-82.
- ENGINE SERVICE DESIGN. **Service Design**. Disponível em: <<http://www.enginegroup.co.uk/>> Acesso em: 15 dez. 2012
- ETZKOWITZ, H., WEBSTER, A. **Entrepreneurial science: the second academic revolution**. In: ETZKOWITZ, H., WEBSTER, A., HEALEY, P. (Ed.) Capitalizing knowledge: new intersections of industry and academia. Albany: State of New York Press, 1998, p. 21-46.
- FAB FOUNDATION, **What is a Fab Lab?**. Disponível em: <<http://www.fabfoundation.org/>> Acesso em: 15 jan. 2014.

- FERREIRA, M.A.T., ZUIM, R. M. **A aprendizagem e a inovação tecnológica na pequena empresa industrial de Minas Gerais**. Anais do XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Gramado, 1997.
- FINEP. Agência Brasileira da Inovação. **A Empresa**. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/>> Acesso em: 10 jan. 2013.
- FULTON SURI, J. **Informing our intuition: design research**. Rotman Magazine, Winter, 2008, p. 52-57.
- GIBSON, I., ROSEN D. W., STUCKER, B. **Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct manufacturing**. 1ª ed., New York: Springer. 2010.
- GRÖNROOS, C. **Marketing: gerenciamento e serviços**. 3ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier. 2009.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. **Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2011**, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 01 set. 2013.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 01 set. 2013.
- IDEO. **Human Centered Design Toolkit**. Disponível em: <<http://www.ideo.com/>> Acesso em: 15 mar. 2012.
- INT. Instituto Nacional de Tecnologia. **Linha do Tempo**. Disponível em: <<http://www.int.gov.br/>> Acesso em: 20 abr. 2012.
- IPIRANGA, A.S.R., FREITAS, A.A.F., PAIVA, T.A. **O empreendedorismo acadêmico no contexto da interação universidade – empresa – governo**. Cadernos Ebape.br, v. 8, n. 4, 2010, p. 676-693
- KAMINSKI, P.C., OLIVEIRA, A.C., LOPES, T.M., **Knowledge transfer in product development processes: A case study in small and medium enterprises (SMEs) of the metal-mechanic sector from São Paulo, Brazil**. Technovation, 2008, v.28, p. 29-36.
- LAPAC. **Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção**. 2012. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~lapac/>> Acesso em: 19 ago. 2012
- LAWRENCE, A., ACAR, A. E., KENNY, A. *et al.*, **What are the tools of Service Design** In. STICKDORN, M., SCHNEIDER, J. et al. This is Service Design Thinking – basics-tools-cases. 1ª ed., Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2011. p. 144-215.
- LINDMAN, M., SCOZZI, B., OTERO-NEIRA, C. **Low-tech, small- and medium-sized enterprises and the practice of new product development: An international comparison**. European Business Review, 2008, v.20, n.1, p. 51-72.
- LIU, F. W. **Rapid prototyping and engineering applications: a toolbox for prototype development**, 1ª ed., Boca Raton: CRC Press. 2008.

- LIRA, A. C. Q., LOURENÇO, G. S., GOMES, M. L. B. **Inovações tecnológicas nas pequenas empresas: uma revisão literária.** Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Niterói, 1998.
- MAFFEI, S., MAGER, B., SANGIORGI, D. **Innovation through service design: from research and theory to a network of practice: a users' driven perspective.** *Joining Forces*, 2005, September, p. 22-24.
- MAGER, B. **Service Design as an emerging field.** In: MIETTINEN, S., KOIVISTO, M. *Designing Services with Innovative Methods.* Keuruu: Otava Book Printing Ltd., 2009, p. 28-43.
- _____. **Service Design.** In: ERLHOFF, M., MARSHALL, T. (Ed.) *Design Dictionary: Perspectives on Design Terminology.* Berlin: Birkhäuser Basel, 2008, p. 354-357.
- MARCH-CHORDÀ, I.; GUNASEKARAN, A.; LLORIA-ARAMBURO, B. **Product development process in Spanish SMEs: an empirical research.** *Technovation*, v. 22, 2002, p. 301-312.
- MIETTINEN, S. **Designing Services with Innovative Methods.** In: MIETTINEN, S., KOIVISTO, M. *Designing Services with Innovative Methods.* Keuruu: Otava Book Printing Ltd., 2009, p. 10-25.
- _____. **Service Designers' Methods.** In: MIETTINEN, S., KOIVISTO, M. *Designing Services with Innovative Methods.* Keuruu: Otava Book Printing Ltd., 2009b. p. 60-77.
- MILLWARD, H., LEWIS, A. **Barriers to successful new product development within small manufacturing companies.** *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 2005, v.12, n.3, p.379-394.
- MORITZ, S. **Service Design: practical access to an evolving field.** Köln: International School of Design, University of Applied Sciences Cologne. 2005. Disponível em: <<http://stefan-moritz.com/>> Acesso em: 19 ago. 2012.
- MOSEY, S. **Understanding new-to-market product development in SMEs,** *International Journal of Operations & Production Management*, v. 25, n. 2, 2005, p. 114-130.
- NAVEIRO, R., ROMEIRO FILHO, E. **Uso de modelos e protótipos no projeto de produtos.** In. ROMEIRO FILHO, E. (coord.) *Projeto do Produto.* 1ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier Editora. 2010. p. 298-306.
- NOOTEBOOM, B. **Innovation and Diffusion in Small Firms: theory and evidence.** *Small Business Economics*, v. 6, n. 5, 1994, p. 327-347.
- OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica.** Tradução FINEP, 2004.
- OOSTEROM, A. **Who Do We Think We Are?** In: MIETTINEN, S., KOIVISTO, M. *Designing Services with Innovative Methods.* Keuruu: Otava Book Printing Ltd., 2009, p. 160-179.

- OSTERWALDER, A., YVES, P. **Business Model Generation**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2010.
- OTTO, K., WOOD, K., **Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development**, 7^a ed, New Jersey: Prentice-Hall, 2001.
- PAPADIMITRIOU, K., PELLEGRIN, C. **Dynamics of a project through Intermediary Objects of Design (IODs): A sensemaking perspective**. *International Journal of Project Management*, v. 25, n. 5, 2007, p. 437-445.
- PEP. Programa de Engenharia de Produção. **Apresentação – Laboratórios**. Disponível em: <<http://www.producao.ufrj.br/>> Acesso em: 15 mar. 2013.
- PETRUSCH, G., SILVA, J. V. L., VOLPATO, N. et al. **Realidade, desafios e perspectivas**. In: VOLPATO, N. (Ed.). *Prototipagem rápida – tecnologias e aplicações*. 1^a ed., São Paulo: Blücher, 2007, p. 225-239.
- ROZENFELD, H., FORCELLINI, F. A., AMARAL, D. C. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. 1^a ed., São Paulo: Saraiva, 2006.
- SAMALIONIS, F. **Can designers help deliver better services?** In: MIETTINEN, S., KOIVISTO, M. *Designing Services with Innovative Methods*. Keuruu: Otava Book Printing Ltd., 2009. p. 124-135.
- SANTOS, J.R.L. **Modelos Tridimensionais Físicos no Desenvolvimento de Produtos**, dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999.
- SCHMOCH, U. **Interaction of universities and industrial enterprises in Germany and the United States – a comparison**. *Industry and Innovation*, v. 6, n. 1, 1999, p. 51-68.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **O que é o Sebrae?** Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/>> Acesso em: 13 jul., 2013.
- _____. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Conheça o Programa Sebraetec**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/>> Acesso em: 13 jul. 2013b.
- SIEMENS. **Parasolid XT format reference**. Abril, 2008. Disponível em: <<http://www.plm.automation.siemens.com/>> Acesso em: 02 mai. 2013.
- SILVA, J. V. L. **Planejamento de processo para prototipagem rápida**. In: VOLPATO, N. (Ed.). *Prototipagem rápida – tecnologias e aplicações*. 1^a ed., São Paulo: Blücher. 2007. p. 101-162.
- SIMPERJ. **Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://simperj.org.br/associadas.aspx>> Acesso em: 19 ago. 2012.

- STAR, S. L., GRIESEMER, J. R. **Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology 1907–39.** *Social Studies of Science*, v. 19, n. 3, 1989, p. 387-420.
- STICKDORN, M., **5 Principles of service design thinking.** In. STICKDORN, M., SCHNEIDER, J. *et al.* *This is Service Design Thinking – basics-tools-cases.* 1ª ed., Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2011b. p. 34-45.
- _____. **It is an Iterative Process.** In. STICKDORN, M., SCHNEIDER, J. *et al.* *This is Service Design Thinking – basics-tools-cases.* 1ª ed., Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2011. p. 124-135.
- SYSTEMS REALIZATION LABORATORY. **Simulation-based design study of a rapid prototyping machine.** Disponível em: <<http://www.srl.gatech.edu/>> Acesso em: 25 abr. 2012.
- TASSI, R. **Service Design Tools.** Disponível em: <<http://www.servicedesigntools.org/>> Acesso em: 20 abr. 2012.
- _____. **Design della comunicazione e design dei servizi: Il progetto della comunicazione per l'implementazione.** Dissertação de mestrado, Politecnico di Milano, Milão, Itália, 2008.
- TEIXEIRA, F., SILVA, R., SILVA, T. K. **Um sistema on-line para o design de produtos.** Anais do 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Paulo, 2010.
- THE ECONOMIST. **Solid print: making things with a 3D printer changes the rules of manufacturing.** *The Economist Newspaper Limited.* 21 de Abril de 2012. Disponível em: <<http://www.economist.com/>> Acesso em: 19 ago. 2012.
- TROMPETTE, P., VINCK, D. **Revisiting the notion of boundary object,** *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2009, v.3, n.1, p. 3-25.
- ULRICH, K., EPPINGER, S., **Product design and development,** 4ª ed, New York: McGraw-Hill/Irwin, 2008.
- VAN DIJK, G., RAIJMAKERS, B. e KELLY, L., **How are the tools used?** In. STICKDORN, M., SCHNEIDER, J. *et al.* *This is Service Design Thinking – basics-tools-cases.* 1ª ed., Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2011, p. 148-219.
- VIANA, M., VIANA, Y., ADLER, I. K. *et al.* **Design Thinking: inovação em negócios.** 1ª ed., Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.
- VINCK D, JEANTET A. **Mediating and commissioning objects in the socio-technical process of product design: a conceptual approach.** In: MCLEAN, D, SAVIOTTI, P, VINCK, D, (eds) *Management and new technology: design, networks and strategy*, Cost social science series, Bruxelles, 1995.
- VINCK D., JEANTET A., LAUREILLARD P. **Objects and other intermediaries in the sociotechnical process of product design: an exploratory approach,** In PERRIN J., VINCK D. (eds.). *The role of design in the shaping of technology*, v. 5, COST A4 Social Sciences, Bruxelles: EC Directorate General Science R&D, 1996.

- VINK, D. **De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière**: vers la prise en compte du travail d'équipement. *Revue d'anthropologie des connaissances*, v. 3, n. 1, 2009, p. 51-72.
- VITORIO, D., M; TELES, F.; GOMES, M. L. B. **Avaliação da estratégia competitiva aliada à inovação de produtos**: um estudo em uma empresa de cosméticos. *Anais do 31º Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Belo Horizonte, 2011.
- VOLPATO, N., FERREIRA, C. V., SANTOS, J. R. L. **Integração da prototipagem rápida com o processo de desenvolvimento de produto**. In. VOLPATO, N. (Ed.). *Prototipagem rápida – tecnologias e aplicações*. 1ª ed., São Paulo: Blücher, 2007. p. 17-54.
- WALL, M.B., ULRICH, K.T., FLOWERS, W.C. **Evaluating prototyping technologies for product design**, *Research in Engineering Design*, v. 3, 1992, p. 163-177.
- WENGER, E. **Communities of practice and social learning systems**. *Organization Articles*, v. 7, n. 2, 2000, p. 225-246.

ANEXO I: Contrato de prestação de serviço.

1. IDENTIFICAÇÃO

Proposta COPPETEC: PEP-

Título do Projeto : Serviço de Prototipagem e Acompanhamento de Projeto CDOIA

Cliente :

Programa COPPE : Engenharia de Produção

Data : 31 de julho de 2012

2. OBJETIVO

Confecção de protótipos para o projeto CDOIA – Caixa de Distribuição Óptica Interna de Andar – e acompanhamento do uso de tais protótipos.

3. ESCOPO

O serviço inclui a confecção de oito (08) modelos em ABS pela tecnologia FDM conforme arquivos enviados pelo contratante e listados a seguir:

- bandeja 2 CDOI.STL
- base cdoia rev 2.STL
- entrada adaptador.STL
- entrada cabo.STL
- entrada redonda.STL
- tampa CDIO.STL
- tampa do parafuso.STL
- tampa protetora.STL

4. EQUIPE TÉCNICA

O Projeto será desenvolvido pelo Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ, sob a coordenação do Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte (Engenheiro de Produção e Doutorado na COPPE/UFRJ – Doutor Nível II). A equipe contará ainda com os pesquisadores do Laboratório PRO-PME do PEP/COPPE/UFRJ.

5. DURAÇÃO PREVISTA

A duração prevista do projeto é de 5 (cinco) dias úteis, a contar da data de aceitação da presente proposta.

6. SIGILO

- 6.1 - Cabe às Partes guardarem sigilo das informações postas a sua disposição no decurso da realização dos serviços, desde que qualificadas como sigilosas pela parte concedente das informações.
- 6.1.1 - Os conhecimentos adquiridos na execução dos serviços, bem como os resultados oriundos de experiências e/ou pesquisas, poderão ser utilizados livremente pelas partes para fins de publicação, bem como em suas atividades de ensino e pesquisa, ressalvadas:
- As restrições impostas no item 6.1;
 - As restrições decorrentes da necessidade de obtenção de proteção legal dos resultados do projeto, quando for o caso.
- 6.1.2 - Publicações técnico-científicas, porventura resultantes do projeto objeto deste instrumento, mencionarão, explicitamente, a participação da Bargoa S.A. como entidade co-participadora ou de apoio, dependendo do trabalho ter sido executado em conjunto ou não;
- 6.2- O disposto nesta cláusula de sigilo não se aplica às informações e/ ou dados que:
- 6.2.1- Já forem do domínio público à época em que tiverem sido revelados;
- 6.2.2- Passarem a ser de domínio público, após sua revelação sem que a divulgação seja efetuada em violação ao disposto neste instrumento;
- 6.2.3- Já forem notoriamente do conhecimento da parte recipiente antes de lhe terem sido revelados;
- 6.2.4- Forem legalmente revelados à Parte recipiente por terceiros que não os tiverem sob a vigência de uma obrigação de confidencialidade.

7. DIREITO DE PROPRIEDADE

- 7.1 - A propriedade das invenções, processos, métodos, programas de computador ou inovações técnicas decorrentes de serviços previstos neste instrumento, independentemente de serem ou não privilegiáveis ou patenteáveis em termos de propriedade intelectual, pertencerá às partes na proporção e forma definida em instrumento específico a ser celebrado entre as partes, respeitado o disposto na lei 10.973/2004 (Lei de Inovação) e legislação pertinente à matéria.

7.1.1 - Em caso de ausência de especificação quanto aos direitos de propriedade, fica estabelecido que estes direitos passarão a ser de propriedade conjunta da COPPE/UFRJ e da Bargoa S.A. em partes iguais.

7.2 - Será sempre necessária a expressa concordância de ambas as partes para cessão ou transferência dos resultados à terceiros.

8. CUSTO DO SERVIÇO

O valor total do projeto é de R\$ 3.418,88 (três mil quatrocentos e dezoito reais e oitenta e oito centavos).

Item	Peça	Qt	Valor unitário	Subtotal	Prazo estimado
01	bandeja 2 CDOI.STL	01			2 dias úteis
02	base cdoia rev 2.STL	01			3 dias úteis
03	entrada adaptador.STL	01			1 dia útil
04	entrada cabo.STL	01			1 dia útil
05	entrada redonda.STL	01			1 dia útil
06	tampa CDIO.STL	01			2 dias úteis
07	tampa do parafuso.STL	01			1 dia útil
08	tampa protetora.STL	01			1 dia útil
TOTAL					5 dias úteis

- Obs.:**
- 1) No valor a ser cobrado pela Fundação COPPETEC estão incluídos os impostos, tributos e os encargos previdenciários, sociais e trabalhistas.
 - 2) Se verificada a alteração de quaisquer impostos que representem uma majoração das alíquotas vigentes para os pagamentos que couberem à Fundação COPPETEC, o valor contratado a ser liberado será corrigido.
 - 3) Isenta das retenções na fonte do Imposto sobre a Renda (IR), da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e da Contribuição para o PIS/PASEP, conforme dispõe o art. 4º, inciso VIII da Instrução Normativa nº. 1.234, de 11 de janeiro de 2012, da Secretaria da Receita Federal, os artigos 9º, inciso VIII e 46, incisos I e II do Decreto nº. 4.524/2002, o artigo 15, da lei 9532/1997 e o artigo 174 do Decreto do 3000/1999;
 - 4) Em atendimento ao disposto no art. 3º da Lei Complementar nº. 116, de 31 de julho de 2003, o ISS referente ao serviço objeto desta proposta, que não enquadra-se em qualquer das hipóteses de exceção previstas nos incisos I ao XXII, será devido no local do seu estabelecimento, ou seja, perante o Município do Rio de Janeiro. Assim sendo, o custo apresentado foi orçado considerando-se a alíquota de 2% de ISS, conforme disposto no Art. 33, II, Item 8 da Lei 691/84 (redação dada pela Lei 3691/2003).

9. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

Os pagamentos deverão ser realizados através de depósito bancário na conta nº 302.512-8 do Banco do Brasil S.A., Agência Governo Rio, Prefixo 2234-9, em parcela única, contra entrega de relatório final.

- 9.1- Os pagamentos deverão ser realizados em até 10 (dez) dias após a apresentação de nossa respectiva Nota Fiscal de Serviços Eletrônica (Carioca).

10. MULTAS POR ATRASO

Incidirá multa de 0,2% (dois décimos percentuais) sobre o valor da parcela devida, por dia de atraso, contados do 5º (quinto) dia após a data prevista para o pagamento conforme o Cronograma de Desembolso aprovado.

- 10.1- As multas, eventualmente aplicadas, serão cobradas em fatura complementar a ser apresentada imediatamente após o pagamento atrasado.
- 10.2- As multas aqui previstas serão aplicadas somente após comunicação formal pela Fundação COPPETEC ao cliente, ressalvados os casos de força maior previstos nos termos do Artigo 393 do Código Civil Brasileiro (Lei nº 10.406, de 10/01/2002).

11. REAJUSTAMENTO E CORREÇÃO

O valor ora proposto foi calculado em ambiente de inflação mínima e a legislação atual não permite o reajuste de preços para contratos com prazo de execução inferior a um ano. No entanto, caso o Governo Federal altere a periodicidade de concessão de reajustes, sugerimos a variação da Coluna 39 (Serviços de Consultoria) da Fundação Getúlio Vargas, calculada entre a data base do orçamento e a data de faturamento de cada parcela.

- 11.1- A revisão das condições atuais também se aplicará para os casos em que houver autorização oficial para a inclusão de correção monetária pelo prazo de pagamento e variação, para maior, dos tributos incidentes sobre o orçamento do projeto.

12. PRAZO DE VALIDADE E ACEITAÇÃO

O prazo de validade desta proposta é de 30 (trinta) dias contados a partir da presente data.

12.1- A resposta deverá ser enviada para:

- Segen Farid Estefen
- Diretor Superintendente da Fundação COPPETEC
- Caixa Postal: 68.513
- 21945-970, Rio de Janeiro - RJ
- Telefax (0xx21) 3622-3440

12.2- Dados Cadastrais da Fundação COPPETEC:

- Razão Social: Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos – COPPETEC
- CNPJ: 72.060.999/0001-75
- Inscrição Municipal: 01.119.923
- Endereço: Avenida Moniz Aragão, s/nº, Centro de Gestão Tecnológica da COPPE/UFRJ – CGTEC, Cidade Universitária da UFRJ, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ. CEP.: 21.941-972.

12.3- Em caso de aceitação, favor informar os dados abaixo para nosso cadastro:

- Razão Social completa
- CNPJ e Inscrição Estadual ou Municipal
- Endereço completo (inclusive para emissão de cobrança)
- CEP e Município e Estado
- **Email para envio da Nota Fiscal de Serviços eletrônica (Carioca)**



FRANCISCO JOSÉ DE CASTRO MOURA DUARTE
COORDENADOR DO PROJETO



SAMUEL JURKIEWICZ
COORDENADOR DO PROGRAMA



SEGEN FARID ESTEFEN
DIRETOR SUPERINTENDENTE

ANEXO II: Guia de entrevista.

GUIA DE ENTREVISTA

INTRODUÇÃO

Apresentação do pesquisador, do projeto e do objetivo da entrevista.

I. EMPRESA

1. Qual o seu cargo na empresa?
Quais são suas responsabilidades?
2. Há quanto tempo a empresa está no mercado?
3. Como ela se colocaria frente aos seus concorrentes?
Quais as vantagens e desvantagens...
4. Quem são seus clientes?
B2C, B2B? Venda direta? Distribuidores? Revendas?
5. Qual o porte da empresa?
Quantos funcionários vocês têm?
6. Quais processos produtivos que vocês usam?
Injeção, sopro, termoformagem, extrusão, ferramentaria...

II. PDP

6. Como acontece o desenvolvimento dos produtos de vocês?
Projeto próprio ou terceirizado (para quem)? Quais são as etapas? Quais profissionais ou setores estão envolvidos diretamente? E indiretamente? Como acontece a interação entre os envolvidos?
7. Utilizam ferramentas CAD?
CAD 2D ou 3D? A quanto tempo utiliza? Qual sistema? Quem utiliza? Qual a finalidade?

III. PROTÓTIPOS

9. Utiliza protótipos?
Em que momento? Qual a finalidade? Como os constroem?
10. Já utilizaram impressão 3D?
Por quê? Equipamento próprio (qual) ou serviço (qual prestador)? Como chegou a ele? Como avalia a experiência?