

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS - PPGEPS**

**MARIA LUCIA MIYAKE OKUMURA**

**MODELO CONCEITUAL DE PROJETO ORIENTADO  
PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA - MPOTA**

**CURITIBA**

**2017**

**MARIA LUCIA MIYAKE OKUMURA**

**MODELO CONCEITUAL DE PROJETO ORIENTADO  
PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA - MPOTA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistema – PPGEPS da Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Osiris Canciglieri Jr., PhD.

**CURITIBA**

**2017**

Dados da Catalogação na Publicação  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR  
Biblioteca Central

O41m  
2017 Okumura, Maria Lucia Miyake  
Modelo conceitual de projeto orientado para tecnologia assistiva – MPOTA /  
Maria Lucia Miyake Okumura ; orientador: Osiris Canciglieri Jr. – 2017.  
222 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba,  
2017  
Bibliografia: 200-216

1. Projetos de engenharia. 2. Dispositivos de auto-ajuda para pessoas  
com deficiência. 3. Produtos novos. I. Canciglieri Junior, Osiris. II. Pontifícia  
Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação de Engenharia  
de Produção e Sistemas. III. Título.

CDD 22. ed. – 620.0042



PUCPR

GRUPO MARISTA

Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Escola Politécnica

## TERMO DE APROVAÇÃO

### Maria Lucia Miyake Okumura

#### MODELO CONCEITUAL DE PROJETO ORIENTADO PARATECNOLOGIA ASSISTIVA – MPOTA

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Curso de Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Osiris Canciglieri Junior  
Assinatura (Orientador)

Prof. Dr. Maria Teresinha Arns Steiner  
Assinatura (Membro Interno PPGPE/PUCPR)

Prof. Dr. José Flávio Arns  
Assinatura (Membro Externo – Governo do PR/SEAE)

Prof. Dr. Teófilo Miguel de Souza  
Assinatura (Membro Externo PPGEM/UNESP)

Prof. Dr. Rosimeire Sedrez Bitencourt  
Assinatura (Membro Externo PUCPR)

Curitiba, 13 de março de 2017.

*Dedico esta pesquisa ao meu esposo  
Jorge e nossos filhos Lucas e Iris.*

## AGRADECIMENTOS

A trajetória acadêmica nos faz percorrer um caminho de muitas aventuras. Encontrei muitas alegrias nas boas caminhadas e também momentos em que meus passos estavam inseguros e incertos e que foram supridos pela providência vinda de apoio e acolhimento de pessoas amigas únicas e presentes, que fazem parte da minha vida. Agradeço a todos que contribuíram e participaram de certa forma com este trabalho de pesquisa. Em especial, meus sinceros agradecimentos:

- ao Jorge, querido esposo, amigo e companheiro de muitas estradas;
- aos filhos Lucas e Iris, e agora com a Patrícia e Luiz, pelos momentos de paciência e incentivos, pelas traduções e correções de textos, e principalmente, pela compreensão da minha ausência no convívio familiar;
- ao querido professor Osiris Canciglieri Junior, meu orientador do mestrado e doutorado, conselheiro e amigo, que depositou sua confiança abrindo gentilmente a oportunidade de pesquisa no Programa de Pós-graduação e, mais ainda, mostrou-me o mundo infinito que se encontra a borda do conhecimento;
- aos meus pais, Susumu, Emiko (*in memoriam*) e Fusako, e às famílias Miyake, Okumura, Nakaya, Goto, Baruel, Terra, Kozima e Kawashima pelo carinho e trocas de palavras diárias de motivação;
- aos professores José Flávio Arns, Maria Terezinha Arns Steiner, Teófilo Miguel de Souza e Rosimeire Sedrez Bitencourt pela disponibilidade de participação da minha banca e pelas contribuições valiosas à minha pesquisa. Em especial, ao professor Flávio Arns, que sempre está presente para estender as suas mãos em prol das pessoas com deficiência;
- aos professores, discentes e colegas do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS/PUCPR e da Escola Politécnica/PUCPR;
- as instituições PUCPR, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro nos projetos de pesquisa;
- aos alunos de Graduação em Engenharia da PUCPR e Ensino Médio do Colégio Santa Maria, que participaram do Programa de Iniciação Científica (IC), Programa de Iniciação Tecnológica e Industrial (ITI), Trabalho de Conclusão de Curso e estágios em projetos do Núcleo de Pesquisa de Produtos Orientados para Tecnologia Assistiva – NPOTA/PPGEPS/PUCPR e no Núcleo SEEDS;

- as instituições em prol das pessoas com deficiência, principalmente constituídas pelas mães que atuam com o amor incondicional, que são a minha inspiração de pesquisa. Em especial, àquelas que caminharam junto durante este trabalho: Associação de Esporte dos Deficientes Visuais do Paraná – AEDV, Associação Dar a Mão, Comissão de Acessibilidade do Lions Clube Curitiba Batel, Centro de Informática para Deficientes Visuais Prof. Hermann Gørgen – SESC/SEED-PR, Associação dos Deficientes Visuais do Paraná – ADEVIPAR, Reviver Down, Projeto LIA - Lazer, Inclusão e Acessibilidade, Associação dos Familiares, Amigos e Portadores de Doenças Graves – AFAG, Instituto Paranaense de Cegos - IPC, Associação dos Surdos de Curitiba – ASC, Saúde Esporte Sociedade Esportiva, Conselho Estadual dos Direitos da Pessoa com Deficiência do Paraná – COEDE/PR, Secretária do Estado para Assuntos Estratégicos – SEAE/PR e Secretaria da Saúde – SESA/PR;

- aos amigos e amigas do Movimento Focolares e da Economia de Comunhão - EdC, pelos calorosos acolhimentos e aconselhamentos, em especial à Quelita, Ana Sílvia, Rejane, Jane, Roseli, Ana Paula, Maria Helena, Sandro e Armando;

- aos amigos e amigas pelo apoio, incentivos, e aconselhamentos solidários, fraternos e cristãos: Dr. Hélnio Judson Nogueira, Dr. Paulo Ricardo Ross, Dra. Maria Lucia Ribas, Maria Paula Chaparro, Maria Lucia Kitagawa, Clodoaldo V. Oliveira, Leomir Bill, Maria do Carmo e Genadir Rodrigues, Edna Boeno Paes, João Carlos Cascaes, Ricardo Mesquita, Leomar Marchesini, Toshihiro Ida, Geane Poteriko, Elizanete Favaro, Dagoberto Fagotti, Pe. Jean Carlos (MOPP/Junshin), Pe. Marcelo D. Moreira, Diác. Darci, Marta Debortoli Moschetto (SEAE/PR), Rosana Beltrame Canciglieri, Anderson, Tiago, Altemir, Valeska, Denise, Prof. Fernando Arns, Profa. Rosimeire, Prof. Rudek, Prof. Ângelo, Profa. Maria Terezinha, Noêmia Cavalheiro, Shirley Ordônio, Daiane Kock, Utako Kawamura e a todos que me acompanharam e contribuíram nesta jornada;

- a Deus pela Graça concedida de vivenciar esta experiência no amor e na Unidade, *“conforme a Vossa Palavra e segundo o impulso do Vosso coração, fizestes todas essas grandes coisas para manifestá-las”* (II Sm 7:21).

*A primeira qualidade do amor cristão é amar a todos.*

*[...] podemos dizer que o amor não conhece  
“nenhuma forma de discriminação”.*

*[...] não pode haver lugar para as desigualdades,  
os desníveis, as marginalizações e os descasos.[...]*

*“Fazer-se um”, viver o outro, participar totalmente.*

*“Fazer-se um” não apenas com palavras  
ou com sentimentos.*

*“Fazer-se um” cristãmente significa  
arregaçar as mangas,  
significa agir: obras, obras; fazer, fazer. [...]  
Fatos, fatos: isso é amar.*

*(CHIARA LUBICH, “A arte de amar”, 2006)*

## RESUMO

A área de Desenvolvimento de Produto está presente de modo integrado para atender as demandas do mercado, pois busca alternativas estratégicas para inovações de produtos por meio de recursos, métodos e tecnologias. Dentre os produtos voltados para demandas sociais, surgem novos desafios para atender os requisitos diversificados do usuário, o qual faz parte do contexto contemporâneo e impulsiona a inovação tecnológica. Estes desafios permitem alcançar novos grupos de consumidores, que despertam a necessidade de agregar valores ao produto, tal como o apoio aos usuários com necessidades específicas e colocadas como especiais para o caso de pessoas com deficiência, gestantes, pessoas idosas com mobilidade reduzida, ou seja, para pessoas com alguma limitação física, sensorial ou cognitiva. A demanda social está relacionada com produtos orientados para Tecnologia Assistiva, que visam atender às necessidades do usuário para realizar alguma atividade e alcançar sua independência e autonomia. O objetivo desta pesquisa é apresentar uma proposta de Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva – MPOTA, que atende as especificidades do usuário no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto Inclusivo. A proposta do MPOTA é apresentar uma ferramenta de *Design for Assistive Technology*, que contém um moderador com função de intermediar as fases de desenvolvimento de projeto. Essas fases envolvem áreas multidisciplinares e casos de atuação interdisciplinares para atender os requisitos do usuário final e de usuários secundários como familiares e cuidadores. O MPOTA também busca atender os requisitos dos usuários indiretos, representados pelos profissionais cujo trabalho com o produto de Tecnologia Assistiva projetada têm grande influência para o funcionamento e realização das atividades que visam aprimorar a autonomia do indivíduo. O MPOTA foi aplicado em quatro Estudos de Casos Múltiplos para análise e validação da proposta, cujos resultados mostraram que a partir dos atuais Processos de Desenvolvimento Integrado de Produtos é possível definir o Modelo de *Design* de Produto que seja orientado para a Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: Modelo de Projeto. *Design for Assistive Technology*. Desenvolvimento integrado de produto. Produto inclusivo. Tecnologia Assistiva. Pessoas com necessidades específicas.

## ABSTRACT

The Product Development area acts in an integrated way to meet the market demands, searching for strategic alternatives for product innovation via resources, methods and technologies. New challenges arise among the products focused on the social demands to meet the diversified requirements of the users, who are part of the contemporary context and drive the technological innovation. Those challenges allow reaching new consumers groups which awaken the necessity of adding value to a product such as the support for users with specific needs that are known as special needs for people with disability, pregnant and elderly with reduced mobility, that is, people with physical, sensorial or cognitive limitation. The social demand is related to the Assistive Technology products that aim meeting the user's needs to accomplish an activity and achieve his independence and autonomy. The objective of this research was the proposal of a Conceptual Model of Design Oriented to Assistive Technology – MPOTA that meet the user's specificities in the Integrated Development Process of Inclusive Products. The proposal of MPOTA is an appliance of *Design for Assistive Technology* that has a moderator whose function is to intermediate the phases of project development involving multidisciplinary areas and cases of interdisciplinary performance to attend the requirements of the final user and the secondary users such as family and caregivers, and the indirect users, represented by professionals whose work with product of projected Assistive Technology has great influence in the operation and realization of activities that aim to enhance the individual's autonomy. MPOTA was applied in four Multiple Study Case for analysis and validation of the proposal, and the results showed that from the current Processes of Integrated Development of Product it is possible to define the Model of Design of product oriented to Assistive Technology.

Key-words: Model of Project. Design for Assistive Technology. Integrated Development of Product. Inclusive product. Assistive Technology. People with specific needs.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pirâmide etária com projeção e estimativa da população brasileira. ....	31
Figura 2 – Percentual de pessoas com deficiência classificados por idade. ....	32
Figura 3 – Metodologia Estudos de Casos Múltiplos aplicado no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para Tecnologia Assistiva. ...	44
Figura 4 – Metodologia de Pesquisa. ....	47
Figura 5 – As competências e a Ciência de <i>Design</i> em Engenharia. ....	51
Figura 6 – Modelo referencial de PDP e inovação do produto. ....	58
Figura 7 – Engenharia Sequencial e Simultânea. ....	61
Figura 8 – Modelo integrado para o projeto do produto. ....	64
Figura 9 – Visão geral do modelo de referência. ....	66
Figura 10 – Representação gráfica genérica do modelo de referência. ....	67
Figura 11 – Representação gráfica do modelo do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos – PRODIP. ....	68
Figura 12 – Modelo de gerenciamento do processo de projeto. ....	70
Figura 13 – Fluxograma da fase de projeto informacional. ....	72
Figura 14 – Fluxograma da fase de projeto conceitual. ....	75
Figura 15 – Fluxograma da fase de projeto preliminar. ....	79
Figura 16 – Fluxograma da fase de projeto detalhado. ....	82
Figura 17 – Composição etária da população com pelo menos uma deficiência e proporção de pessoas com pelo menos uma das deficiências investigadas por idade no Brasil no ano de 2010. ....	98
Figura 18 – Modelo Biopsicossocial e interação entre componentes da CIF. ....	107
Figura 19 – Fluxo do Emprego Apoiado. ....	108
Figura 20 – Modelo de análise de atividade nos postos de trabalho para pessoas com deficiência. ....	109
Figura 21 – Pirâmide de hierarquia de necessidades no <i>Design</i> . ....	111
Figura 22 – Comparativo dos principais elementos dos modelos CMOP-E, PEOP e HAAT. ....	115
Figura 23 – Posicionamento da Pesquisa no PDIP orientado para TA. ....	128
Figura 24 – Moderador na Proposta de Modelo de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva. ....	131

Figura 25 – <i>Framework</i> Conceitual de PDIP orientado para Tecnologia Assistiva.	132
Figura 26 – Demandas Sociais.....	133
Figura 27 – Modelos de Tecnologia Social.....	135
Figura 28 – Influência interdisciplinar no MPOTA. ....	142
Figura 29 – Diagrama do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva. ....	145
Figura 30 – Fase de Pré-Desenvolvimento do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.....	152
Figura 31 – Posição dos jogadores no Goalball e no Futebol de Cinco.....	154
Figura 32 – Aplicação das ferramentas IDEF4 e IDEF5 na fase de desenvolvimento. ....	156
Figura 33 – Fase do Projeto Informacional do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.....	158
Figura 34 – Fase do Projeto Conceitual do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.....	160
Figura 35 – Fase do Projeto Preliminar do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.....	164
Figura 36 – Fase do Projeto Detalhado do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.....	165
Figura 37 – Protótipo do dispositivo de apoio para paratletas com deficiência visual. ....	166
Figura 38 – Fase Pós-Desenvolvimento do Modelo Conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva.....	167
Figura 39 – Estrutura do Projeto “Dar a Mão”. ....	173
Figura 40 – Estrutura do projeto de elaboração do dispositivo de apoio.....	175
Figura 41 – Processo de Desenvolvimento de bengala longa. ....	180
Figura 42 – Experiência tátil na obra com relevo do Museo Nacional del Prado. ...	186
Figura 43 – Processo de Desenvolvimento de material com percepção sensorial.	187
Figura 44 – Momentos transcorridos no Estudo de Caso-2. ....	198

Gráfico 1 – Taxas brutas de natalidade e mortalidade da população brasileira.....	30
Gráfico 2 – Estimativas e projeção da esperança de vida ao nascer – Brasil 1940 a 2100.....	100
Quadro 1 – Táticas do Estudo de Caso para os quatro testes de projeto.....	38
Quadro 2 – Tipos de estruturas para a composição dos Estudos de Caso. ....	41
Quadro 3 – Metodologias de Projeto.....	56
Quadro 4 – Estrutura detalhada do modelo NeDIP/UFSC do projeto informacional.	73
Quadro 5 – Métodos e Ferramenta para criatividade e inovação.....	77
Quadro 6 – A construção de ambiente e objetos em países desenvolvidos.....	88
Quadro 7 – Classificação dos recursos da Tecnologia Assistiva. ....	90
Quadro 8 - Trajetória dos termos utilizados ao longo da história para pessoas com deficiência no Brasil.....	94
Quadro 9 – Pessoas com deficiência por tipo de deficiência. ....	97
Quadro 10 – Estrutura geral do CIF. ....	106
Quadro 11 – Aspectos de designs no Período Industrial e da Informação e Identidade.....	110
Quadro 12 – Princípios do <i>Design Universal</i> .....	112
Quadro 13 – Objetivos de acessibilidade da ABNT NBR 9050.....	113
Quadro 14 – Modelos com fases de Desenvolvimento de Produtos.....	120
Quadro 15 – Atividades na Fase de Elaboração do Projeto de modelos de PDP. .	124
Quadro 16 – Modelos orientados para elaboração de Projeto.....	125
Quadro 17 – Função do Moderador na proposta do MPOTA.....	137
Quadro 18 – Relação de materiais e custo. ....	184
Quadro 19 – Atividades e requisitos nos Estudos de Casos Múltiplos.....	191

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABOTEC	Associação Brasileira de Ortopedia Técnica
ADA	<i>Americans with Disabilities Act</i>
ANSI	<i>American National Standard Institute</i>
APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
ATACP	Programa de Certificação em Aplicações da Tecnologia Assistiva
CAA	Comunicação Aumentativa e Alternativa
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CI	Circuito Integrado
CIRRIE	<i>Center for International Rehabilitation Research Information and Exchange</i>
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CMOP-E	<i>Canadian Model of Occupational Performance and Engagement</i>
CNAT	Catálogo Nacional de Ajudas Técnicas
CORDE	Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência
dB	Decibéis
DFAT	<i>Design for Assistive Technology</i>
EA	Emprego Apoiado
EaD	Ensino a Distância
ECM	Estudos de Casos Múltiplos
EHA	<i>Education of the Handicapped Act</i>
ES	Engenharia Simultânea
EUA	Estados Unidos da América
EUSTAT	<i>Empowering Users Through Assistive Technology</i>
HAAT	<i>Human Activity Assistive Technology</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICOGRADA	<i>International Council of Communication Design</i>
ICSID	<i>Societies of Industrial Design</i>
IDEA	<i>Individuals with Disabilities Education Act</i>
IDEF	<i>Integrated Definition Methods</i>

IDEF4	<i>Integrated Definition - Object Oriented Design</i>
IDEF5	<i>Integrated Definition - Ontology Description Capture</i>
IFI	<i>International Federation of Interior Architects/Designers</i>
INICO	Instituto Universitário de Integração na Comunidade
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional para Padronização)
ITS	Instituto de Tecnologia Social
LCCB	Lions Clube Curitiba Batel
MCAT	<i>Model Comprehensive Assistive Technology</i>
MCTI	Ministério da Ciência e Tecnologia
MPOTA	Modelo de Projeto Orientado para a Tecnologia Assistiva
NASAA	<i>National Assembly of State Arts Agencies</i>
NPOTA	Núcleo de Pesquisa de Produtos Orientados para Tecnologia Assistiva do PPGEPS/PUCPR
OCDE	Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PBC	Placa de Circuito Impresso
PcD	Pessoa com Deficiência
PcDV	Pessoa com Deficiência Visual
PDIP	Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PEOP	<i>Person Environment Occupation and Performance</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio
PNE	Pessoas com necessidades especiais
PODE	Portadores de Direitos Especiais
PPGEPS	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas
PRODIP	Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos

PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
QR-Code	<i>Quick Response code bar</i> (código de barra bidimensional)
REA	Rede de Emprego Apoiado
RESNA	<i>Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America</i>
RPC	Rede Paranaense de Comunicação
SEDH	Secretaria Especial de Direitos Humanos
SEMIC	Seminário de Iniciação Científica da PUCPR
SUS	Sistema Único de Saúde
TA	Tecnologia Assistiva
Tech Act	<i>Technology Related Assistance for Individuals with Disabilities Act</i>
TTY	<i>Teletypewriter</i> (telefone de texto)
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para Infância
USA	<i>United States of America</i> (Estados Unidos da América)
WHO	<i>World Health Organization</i> (Organização Mundial de Saúde)

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	20
<b>1.1.1 As Demandas Sociais e a Inovação Tecnológica .....</b>	<b>21</b>
<b>1.1.2 A Tecnologia Assistiva no Desenvolvimento de Produtos .....</b>	<b>23</b>
<b>1.1.3 A Suplementação no Desenvolvimento de Produto Inclusivo .....</b>	<b>25</b>
1.2 MOTIVAÇÃO .....	26
1.3 JUSTIFICATIVA.....	29
1.4 OBJETIVO .....	33
1.5 ESTRUTURA DA TESE .....	35
<b>CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>36</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE METODOLOGIA DE PESQUISA.....	36
2.2 CONCEITUAÇÃO DE METODOLOGIA CIENTÍFICA: ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS .....	36
<b>2.2.1 Pesquisa Qualitativa e Metodologia Estudo de Caso.....</b>	<b>37</b>
<b>2.2.2 Seleção de Metodologia .....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.3 Estruturação do Estudos de Casos Múltiplos para o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto de Tecnologia Assistiva .....</b>	<b>43</b>
2.3 PROCEDIMENTO DO MÉTODO CIENTÍFICO DE PESQUISA .....	46
2.4 PROCEDIMENTO TÉCNICO DA PESQUISA.....	47
<b>CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO E CONCEITUAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>49</b>
3.1 O DESIGN NA ENGENHARIA .....	49
<b>3.1.1 O Princípio da Ciência de Projeto na Engenharia.....</b>	<b>50</b>
3.2 O DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO.....	52
<b>3.2.1 O Processo de Desenvolvimento de Produto .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.2 As Ferramentas no Processo de Desenvolvimento de Produto.....</b>	<b>54</b>

<b>3.2.3 Definição de Projeto no Desenvolvimento de Produto .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.4 Engenharia Simultânea.....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.5 Desenvolvimento de Projeto Integrado de Produtos.....</b>	<b>62</b>
3.2.5.1 Modelo de Desenvolvimento Integrado de Produtos .....	66
3.2.5.2 Fase: Planejamento do Projeto .....	69
3.2.5.3 Fase: Projeto Informacional .....	71
3.2.5.4 Fase: Projeto Conceitual.....	74
3.2.5.5 Fase: Projeto Preliminar.....	79
3.2.5.6 Fase: Projeto Detalhado .....	81
<b>3.3 TECNOLOGIA ASSISTIVA.....</b>	<b>83</b>
<b>3.3.1 Definição de Tecnologia Assistiva .....</b>	<b>83</b>
<b>3.3.2 História da Tecnologia Assistiva .....</b>	<b>86</b>
<b>3.3.3 Produtos da Tecnologia Assistiva.....</b>	<b>90</b>
<b>3.3.4 Usuários de Tecnologia Assistiva .....</b>	<b>92</b>
3.3.4.1 Terminologia e Trajetória Histórica sobre Pessoas com Deficiência ....	93
3.3.4.2 Estatística de pessoas com deficiência e pessoas idosas.....	97
3.3.4.3 Tipos de Deficiências .....	101
3.3.4.4 Inclusão Social: pessoas com deficiência e pessoas idosas .....	103
<b>3.4 MODELOS DE TECNOLOGIA SOCIAL .....</b>	<b>105</b>
<b>3.4.1 Modelo Biopsicossocial .....</b>	<b>105</b>
<b>3.4.2 Modelo de Inclusão Profissional .....</b>	<b>107</b>
<b>3.4.3 Modelo orientado para necessidades – “Designs for Needs” .....</b>	<b>109</b>
<b>3.4.4 Modelo orientado para acessibilidade – “Design for Universal” .....</b>	<b>111</b>
<b>3.4.5 Modelo Participativo e Design Social.....</b>	<b>114</b>
<b>3.4.6 Modelo Ecológico – HAAT/CMOP-E/PEOP .....</b>	<b>114</b>
<b>3.4.7 Modelo Tecnologia Assistiva Compreensiva .....</b>	<b>116</b>
 <b>CAPÍTULO 4 – REVISÃO SISTEMÁTICA E ANÁLISE CRÍTICA DE</b>	
<b>CONTEÚDOS.....</b>	<b>117</b>
4.1 FATORES AGREGADOS NO CONHECIMENTO.....	118
4.2 MODELOS DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO .....	119
4.3 MODELOS DE PROJETOS ORIENTADOS PARA “?” ( <i>DESIGN FOR ?</i> ).....	125

4.4 AS CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO.....	126
---	-----

## **CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL DE PROJETO**

<b>ORIENTADO PARA A TECNOLOGIA ASSISTIVA .....</b>	<b>128</b>
5.1 DEFINIÇÃO DO PROJETO ORIENTADO NA ENGENHARIA.....	129
5.2 O MODERADOR NA ESTRUTURA DO MODELO DE PROJETO ORIENTADO PARA A TECNOLOGIA ASSISTIVA .....	130
<b>5.2.1 Framework Conceitual de Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para Tecnologia Assistiva .....</b>	<b>132</b>
<b>5.2.2 Aspectos das Demandas Sociais e suas Influências .....</b>	<b>133</b>
5.3 AS INFLUÊNCIAS DOS MODELOS DE <i>DESIGN</i> SOCIAL E TECNOLOGIA SOCIAL NA PESQUISA .....	135
5.4 FUNÇÃO DO MODERADOR NA PROPOSTA DO MODELO DE PROJETO ORIENTADO PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA .....	136
<b>5.4.1 Pré-projeto: Planejamento.....</b>	<b>138</b>
<b>5.4.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto .....</b>	<b>139</b>
<b>5.4.3 Fase Pós-projeto: Implementação e Produção .....</b>	<b>141</b>
5.5 AS PROPRIEDADES INTERDISCIPLINARES NO MODERADOR.....	141
5.6 PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL DE PROJETO ORIENTADO PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA - MPOTA.....	144
<b>5.6.1 Modelo Conceitual: Fase do Pré-desenvolvimento .....</b>	<b>146</b>
5.6.1.1 Identificação do usuário no projeto .....	146
5.6.1.2 Fatores de problematização.....	147
5.6.1.3 Estabelecer o escopo do projeto.....	147
5.6.1.4 Demandas do mercado.....	148
5.6.1.5 Recursos para o desenvolvimento do projeto.....	148
<b>5.6.2 Modelo Conceitual: Fase de Desenvolvimento .....</b>	<b>148</b>
5.6.2.1 Requisitos de usuários.....	149
5.6.2.2 Requisitos do produto .....	149
5.6.2.3 Ferramentas de Desenvolvimento de Produto.....	149
5.6.2.4 Manufatura e Avaliação do Protótipo .....	149

<b>5.6.3 Modelo Conceitual: Fase do Pós-Desenvolvimento</b> .....	<b>150</b>
5.6.3.1 Atuação Multidisciplinar .....	150
<b>CAPÍTULO 6 – ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS</b> .....	<b>151</b>
6.1 ESTUDO DE CASO - 1: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS DE APOIO PARA PARATLETAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL...	151
<b>6.1.1 Pré-Desenvolvimento – Planejamento do Projeto</b> .....	<b>151</b>
<b>6.1.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto</b> .....	<b>155</b>
6.1.2.1 Projeto Informacional .....	157
6.1.2.2 Projeto Conceitual .....	159
6.1.2.3 Projeto Preliminar.....	163
6.1.2.4 Projeto Detalhado .....	165
<b>6.1.3 Fase Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados</b> .....	<b>166</b>
6.2 ESTUDO DE CASO - 2: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS PROTÉTICO E ORTÉTICO DE MEMBROS SUPERIORES – PROJETO DAR A MÃO.....	168
<b>6.2.1 Fase do Pré-Desenvolvimento – Planejamento do Projeto Dar a Mão</b> 168	
6.2.1.1 Cenário do meio protético e seus usuários.....	168
6.2.1.2 Projeto Global Dar a Mão.....	169
6.2.1.3 Processo de elaboração de dispositivo protético.....	171
<b>6.2.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto</b> .....	<b>172</b>
6.2.2.1 Módulo pré-protético .....	173
6.2.2.2 Módulo de desenvolvimento do dispositivo protético.....	174
<b>6.2.3 Fase de Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados</b> .....	<b>175</b>
6.2.3.1 Módulo pós-protético: Treinamento e programa de reabilitação.....	175
6.2.3.2 Discussão do Resultado .....	176
6.3 ESTUDO DE CASO - 3: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE BENGALA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.....	177
<b>6.3.1 Fase Pré-Desenvolvimento – Planejamento do Projeto de Bengala ...</b> 177	
6.3.1.1 Especificidade do usuário de bengala longa.....	178
6.3.1.2 Funcionalidade da bengala longa .....	179

<b>6.3.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto .....</b>	<b>180</b>
<b>6.3.3 Fase Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados.....</b>	<b>183</b>
6.4 ESTUDO DE CASO - 4: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL COM ACESSIBILIDADE SENSORIAL .....	185
<b>6.4.1 Fase Pré-Desenvolvimento – Planejamento do projeto de material para percepção sensorial.....</b>	<b>185</b>
<b>6.4.2 Fase de Desenvolvimento do projeto.....</b>	<b>187</b>
<b>6.4.3 Fase Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados.....</b>	<b>190</b>
6.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS .....	191
<b>CAPÍTULO 7 – CONCLUSÃO .....</b>	<b>195</b>
7.1 CONCLUSÃO DA PESQUISA.....	195
7.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	197
7.3 RECOMENDAÇÃO DE PESQUISAS FUTURAS.....	199
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>200</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>217</b>
1. PRODUÇÃO DE PUBLICAÇÕES .....	217
2. PROJETOS DE PESQUISA ACADÊMICA.....	222

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As ferramentas e utensílios desenvolvidos e utilizados pelo homem acompanham a evolução da sociedade desde os primórdios para auxiliar nas suas atividades, sobretudo nos aspectos de sobrevivência. Aperfeiçoaram-se com o avanço da tecnologia e se expandiram especialmente para a área de desenvolvimento de novos produtos. Desta forma, as tecnologias aplicadas para elaboração de muitos produtos, principalmente aqueles que passam por processo de manufatura, na maioria dos casos, iniciaram de modo artesanal, e muitos conseguiram se desdobrar para a produção em escala industrial. Esta viabilidade produtiva constitui-se de resultados positivos, que foram providos de concentração de processos, métodos e ferramentas, que decorrem nos dias de hoje destacando, sobretudo, a área de Desenvolvimento de Produto para elaboração de projetos, cujo viés está em atender os requisitos do consumidor, a demanda do mercado e também nos aspectos direcionados para produção.

Neste contexto, o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) está cada vez mais presente nas empresas desde o planejamento estratégico, inovando ou atualizando os produtos em tempo reduzido e com custo baixo perante ao mercado competitivo. O PDP é uma filosofia de cooperação multifuncional considerando os aspectos de gerenciamento no ciclo de vida do produto, incluindo integração do planejamento, projeto, produção e as fases correlacionadas (BACK *et al.*, 2008; GRIFFIN, 1997; HARTLEY, 1998; ROZENFELD *et al.*, 2006; BROWNING, 2008).

Esta perspectiva leva a área de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) a se sobressair nas organizações, cuja essência está direcionada para atender as necessidades do homem, especialmente para auxiliá-lo na execução de suas tarefas, desde sua manutenção individual, para seu deslocamento, na sua comunicação e em outras atividades do seu cotidiano. Além disso, vale mencionar os produtos utilizados nas guerras mundiais, cujos fatores tecnológicos impulsionaram um avanço considerável no desenvolvimento de armamentos e nos procedimentos estratégicos de ataque e defesa.

Desta forma, há uma grande variedade de produtos com características funcionais ou que vêm complementar outras funções, introduzidos na sociedade concomitante à evolução e inovação dos projetos na área de engenharia, tal qual, Back (1983) menciona que:

a força revolucionária da engenharia [...] enquanto que a revolução industrial tem eliminado o trabalho pesado, a nova revolução vem eliminando o trabalho de rotina, [e] a automação está também reduzindo o trabalho mental, uma vez que computadores têm aliviado o homem de intermináveis cálculos.

Portanto, torna-se oportuno agregar outros valores ao produto, além da funcionalidade, atribuindo-se conceitos de design - Usabilidade, Segurança e Ergonomia, na perspectiva de oferecer ao usuário um produto confortável e de boa aparência, o que por sua vez, torna-se vantagem competitiva de mercado. Tais conceitos aplicados são ferramentas e métodos que estão associados ao PDP, como Ergonomia do Produto e Usabilidade, que envolvem estruturas biomecânicas e fator humano, e que também se integram às diversas áreas do conhecimento ressaltadas nas atividades das fases do PDP (BACK *et al.*, 2008; IIDA, 2005; BROWNING, 2010; OKUMURA, 2012; OKUMURA; CANCELIERI JUNIOR, 2014) para compreender e atender as demandas do mercado e as exigências dos usuários. Assim, Lida (2005, p.318) alerta para ampliação dos horizontes dos projetistas, que “há uma incorporação cada vez maior de certas minorias ao mercado de consumo”, ao se referir a pessoas canhotas, idosas e com deficiência, recomenda considerar a ampla variação das características dos seus usuários no mercado globalizado.

### **1.1.1 As Demandas Sociais e a Inovação Tecnológica**

Donas (2001) revela na definição da situação ontológica do ser humano que o homem é portador de necessidades especiais, e a tecnologia aplicada está implícita “com essa carência natural” para superar, de tal forma que “a técnica foi desenvolvida inicialmente como extensão do corpo humano”. Por isso, Ortega e

Gasset (1982) mencionam que a existência do ser humano está vinculada às técnicas, de modo que o próprio homem “providencia, transformando a realidade que o rodeia”, resultando em “esforço para poupar um esforço”. Neste intuito, Donas (2001) argumenta que “o homem é capaz de desenhar instrumentos, isto é, prever, projetar, imaginar o que quer construir antes de fazê-lo”, e o autor comenta também, que os seres animais convivem com a natureza, diferenciando-se dos seres humanos, e que o homem utiliza a natureza como fonte de recursos materiais. Portanto, o homem tende a humanizar o mundo por meio da tecnologia, a qual “injeta-o, impregna-o da sua própria substância ideal”, e cuja história da sociedade, paralelamente a tecnologia está direcionada para o desenvolvimento científico a partir das demandas sociais.

O cenário de compromisso social vem se destacando desde o final do século XX com a Agenda 21 Global (1992) realizado no encontro de autoridades mundiais no Brasil. Esse evento apresentou e formalizou um acordo comum, dentro da expectativa da sociedade, e trouxe incentivos para a emergência das questões de desenvolvimento sustentável incorporando providências no âmbito geral. Este percurso foi enfatizado e continuado pelas autoridades mundiais, principalmente sobre o tema de sustentabilidade do planeta, que visa a solução “economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto” (AGENDA 21 GLOBAL, 1992). Decerto, compreende diferentes circunstâncias sociais, seja marginalizantes ou excludentes, que envolvem fatores como pobreza, desnutrição, necessidade de saneamento e outros. No entanto, os acordos, seja no nível nacional ou mundial, vêm se firmando em todas as extensões devido ao impulso perante a sociedade, assim como nos movimentos de inclusão social de PcD a partir de 1980, os quais visam os aspectos de acessibilidade na diversidade como na educação, profissão, comunicação e também no lazer (SASSAKI, 1999).

Diante das demandas sociais, surgem novos desafios e tendências no mercado competitivo, que fazem parte do contexto contemporâneo e impulsiona a inovação tecnológica. Estes desafios se posicionam inclusive para alcançar novos grupos de consumidor, que despertam a necessidade de agregar valores ao produto, tal como o atendimento dos requisitos de usuários com necessidades especiais, cujo foco principal visa em atender as pessoas idosas, gestantes, pessoas com deficiência, ou seja, pessoas com necessidades específicas, que têm alguma limitação física ou sensorial podendo ser temporária ou permanente. No

entanto, Torrens (2015) observa que a funcionalidade da engenharia depende do foco de definição do usuário de tecnologia assistiva, e das necessidades e aspirações do mercado.

### **1.1.2 A Tecnologia Assistiva no Desenvolvimento de Produtos**

Perante os usuários com necessidades específicas, cabe ressaltar os produtos orientados para Tecnologia Assistiva (TA) que estão direcionados para os princípios do Desenho Universal (UNIT-ISO 9999, 2007) e vêm enunciando aspectos de universalidade no mercado para contribuir com a perspectiva social, sendo incentivados pelas autoridades mundiais (UNITED NATIONS, 1993), sobretudo pela força da Lei, como o Decreto Federal nº 5.296 (2004) que outorga a acessibilidade para pessoas com deficiência (PcD).

Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas – CAT (2007) juntamente com a CORDE/SEDH – Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência/Secretaria Especial de Direitos Humanos definiram (BRASIL, 2009):

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Mediante uma definição tão abrangente, os produtos da TA estendem-se de forma a atender quaisquer circunstâncias do usuário e contribuir na sua integração social. Logo, para a concepção do produto da TA exige-se profunda investigação, pois além da função do produto, existem outros requisitos e informações quanto à limitação do usuário e do ambiente de uso. Além disso, percebe-se que os produtos da TA são direcionados a usuários específicos e para abranger o conceito de produto inclusivo, que tem o propósito de atender a maioria dos usuários (OKUMURA, 2012), e isto consiste em projetar o produto de forma que possa atender ao maior número de pessoas com deficiência ou de mobilidade reduzida. Para Alvarenga (2006), o projeto de produto inclusivo procura “alcançar a menor

exclusão de usuários para um produto em desenvolvimento, incluindo crianças, jovens, idosos, pessoas com deficiência, pessoas com necessidades especiais”. Em termos de inovação, o produto inclusivo estimula a criação de novos produtos competitivos e a conquista de novos mercados, visando o aumento nas vendas das indústrias. Porém, estes tipos de produtos no PDP que não são atrativos para a indústria para a fabricação devido a fatores como falta de recursos financeiros, falta de tempo para implementação, difícil acesso aos usuários e, também, por falta de projetistas que tenham domínio neste assunto (ALVARENGA, 2006; DONG; KEATES; CLARKSON, 2003).

Neste termo, considera-se relevantes as características específicas do usuário no projeto de produto da TA, que demanda dados qualitativos para projetar os produtos. Estas características são requisitos atribuídos ao produto da TA, que abre a possibilidade de uso pela PcD como recursos para executar alguma atividade, e assim, tende a proporcionar autonomia e qualidade de vida à pessoa, de modo que, converge para elaboração de produtos inclusivos.

Porém, se tratando de elaboração de PDP orientado para TA aumenta a complexidade, principalmente pelos requisitos multidisciplinares intrínsecos ao usuário. Adicionalmente, Lindermann, Kleedörfer e Gerst (1998) mencionam a importância de integração de funções para obter solução na metodologia do projeto com os seus devidos procedimentos para possibilitar uma implementação de qualquer natureza de mudança. Da mesma forma, Back *et al.* (2008) indicam a abordagem das metodologias de desenvolvimento de projetos em ambientes de Engenharia Simultânea ou de equipes integradas, e Prasad *et al.* (1998) e Smith (1997) recomendam a integração do planejamento, projeto, produção e fases do projeto correlacionadas, que direcionam para o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) orientado para TA, o qual abrange diferentes segmentos relacionados com PcD (OKUMURA E CANGIOLIERI JUNIOR, 2013; 2014). Assim, Rocha e Castiglioni (2005) revelam que “gradativamente são feitos investimentos na direção de produzir e aplicar conhecimentos em produtos específicos para essa população”, pois este contexto é pouco explorado e começa a ser enunciado na sociedade, como a força de leis e envolvimento de autoridades mundiais para eliminar barreiras, favorecer a inclusão social e promover acessibilidades em diversos segmentos.

### 1.1.3 A Suplementação no Desenvolvimento de Produto Inclusivo

Entre metodologias e projetos, foi encontrada uma estrutura do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) para transformar o produto em inclusivo, que Alvarenga (2006) aplicou no levantamento de sistema de motorização de várias cadeiras de rodas para averiguar as principais características necessárias no produto à custo acessível. Esta metodologia de Alvarenga (2006) mostra a possibilidade de usar as ferramentas do PDP para identificar as suas características como sendo técnico-físicas mensuráveis do produto. Okumura (2012) e Okumura & Canciglieri Junior (2014) apresentaram uma proposta de Framework Conceitual e orientado ao projeto de produtos inclusivos no PDP de forma generalizada, sem detalhamentos profundos, inserido em um ambiente da Engenharia Simultânea, cujo objetivo era alcançar o maior número de usuários.

Dentro destas circunstâncias, novos *Designs* também foram introduzidos para atender estas expectativas, como *Design* orientado para sustentabilidade, *Design for All*, *Design Universal*, *Design Total* e outros. No entanto, de modo geral, estes designs apresentam princípios bem amplos, com viés para inclusão e acessibilidade, sem detalhar os passos dos processos para projetar um produto da TA. De acordo com Hubka e Eder (1998, p.14), o *Design* na engenharia pertence a uma subseção de Desenvolvimento Integrado de Produto, que apresenta uma atividade complexa e essencial, pois investiga um conjunto de fatores que influenciam no produto, no projetar e nos conteúdos que estão interrelacionados. Deste modo, é possível definir a seguinte pergunta que se caracteriza no problema principal a ser explorado nesta tese:

**É possível, a partir de estudos sobre os atuais Processos de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP) definir o Modelo de *Design* de produto que seja orientado para a Tecnologia Assistiva (TA)?**

## 1.2 MOTIVAÇÃO

As expectativas de elaborar e aplicar inovações nos produtos vêm se destacando em diversos segmentos, inclusive voltados para as tecnologias sociais que fazem parte do desdobramento tecnológico promovendo a inclusão social, educacional, profissional e outras atribuições pertinentes a pessoa com deficiência.

Estas tendências de inovações com atribuições sociais buscam soluções por meio de fundamentação e aplicação de metodologias científicas, que direcionadas para elaboração de produtos da TA, apresentam-se como um aspecto de assistir tecnologicamente o usuário específico, abrindo-lhe a possibilidade de aumentar suas capacidades físicas, sensoriais ou cognitivas (OKUMURA; CANGIOLIERI JUNIOR; OLIVEIRA, 2012). Em suma, o produto resulta em um dispositivo ou ferramenta de apoio, cuja finalidade é auxiliar as pessoas com necessidades específicas de executar alguma atividade. Neste contexto, os produtos da TA vistos como dispositivos de apoio e seus usuários apresentam grande variação de características, tornando-se essencial o aprofundamento nas especificidades destes para compreender os requisitos e projetar um produto com qualidade, boa aparência e de custo baixo (OKUMURA, 2012). Por conseguinte, esta compreensão dos requisitos desdobra-se nas funções do produto, na atividade realizada pelo usuário, estendendo a possibilidade de uso pela PcD para promover a sua autonomia e desenvolvimento pessoal.

Em termos de inclusão social, Sasaki (1999) afirma que a atuação do processo na sociedade é bilateral, não podendo ser de forma isolada, pois todas as pessoas envolvidas se beneficiam por meio da diversidade de experiências, enriquecendo o cotidiano e abrindo oportunidades em muitas situações diversas. Desta forma, o autor define a inclusão social:

como o processo pelo qual a sociedade se adapta para poder incluir, em seus sistemas sociais gerais, pessoas com necessidades especiais e, simultaneamente, estas se preparam para assumir seus papéis na sociedade. A inclusão social constitui, então, um processo bilateral no qual, as pessoas, ainda excluídas e a sociedade buscam, em parceria equacionar problemas, decidir sobre soluções e efetivar a equiparação de oportunidades para todos.

Diante das PcD, Blanco *et al.* (2010) afirmam que a deficiência é concebida como um fenômeno complexo e multidimensional, que incide na interação entre os fatores inerentes da pessoa com deficiência e na forma de impedimento para alcançar o objetivo final. Estes obstáculos têm contexto físico e social, que colocam as PcD em situação de desvantagem. No entanto, existe a possibilidade de “quanto menores as barreiras e maiores os apoios, mais capazes serão as pessoas de participarem nas diferentes áreas da vida social, embora continuem tendo uma deficiência” (BLANCO *et al.*, 2010). Assim, os apoios têm papel importante como requisitos direcionados para atender ao usuário com necessidades específicas. Para definir estes requisitos, Baxter (2001) argumenta que o desenvolvimento de novos produtos é uma atividade de interesses e habilidades, sendo “necessariamente uma solução de compromisso”, na qual refere-se à solução de, no mínimo, agregar valor ao produto como aumento da funcionalidade ou melhoria na qualidade.

Muitos dispositivos de apoio, dentro do contexto da acessibilidade, são encontrados nos ambientes urbanos nos dias de hoje, principalmente nos estabelecimentos de atendimento público. Apresentam cenários sem as barreiras arquitetônicas, que visam o acesso das PcD, com mobilidade reduzida e dos idosos. Essas iniciativas são decorrentes de conscientização da sociedade, a qual determina e estabelece o cumprimento legal e, também favorece a inclusão social. Entretanto, Torres *et al.* (2002) consideram que “as barreiras arquitetônicas não são o maior obstáculo” para a inclusão social, e existem outros aspectos relevantes como o acesso à informação, que está no cenário da barreira comunicacional e incide nos meios educacionais, profissionais, e também, no lazer.

Por parte da CORDE (2007), foram tomadas as devidas providências preconizando a conversão sobre os direitos de pessoas com deficiência, assegurando e promovendo “o pleno exercício de todos os direitos humanos e liberdades fundamentais por todas as pessoas com deficiência, sem qualquer tipo de discriminação”. Além disso, enfatizam-se as colocações para realizar ou promover pesquisa e desenvolvimento, as quais dispõem nos tópicos:

- [...] produtos, serviços, equipamentos e instalações com desenho universal, [...] que exijam o mínimo possível de adaptação e cujo custo seja o menor possível, destinados a atender às necessidades específicas de pessoas com deficiência, a promover sua disponibilidade e seu uso e a promover o desenho universal quando da elaboração de normas e diretrizes;

- [...] bem como a disponibilidade e o emprego de novas tecnologias, inclusive as tecnologias da informação e comunicação, ajudas técnicas para locomoção, dispositivos da tecnologia assistiva, adequados às pessoas com deficiência, dando prioridade a tecnologias de custo acessível.

Para tanto, a motivação que sustenta esta pesquisa encontra-se no desafio de projetar produtos inclusivos no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP) orientados para TA, bem como, dar a continuidade ao estudo que apresentou uma proposta de Framework Conceitual (OKUMURA, 2012; OKUMURA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2014), elencando, assim, as temáticas da Tecnologia Assistiva na engenharia. Tal desafio se torna maior pela complexidade de incidir fatores relacionados ao usuário com necessidades específicas para projetar de forma mais abrangente, investigando e aprofundando nas variáveis correlacionadas com as barreiras, que incidem neste nicho de grupos especiais e são integrantes nas questões sociais, econômicas e culturais para viabilizar principalmente o projeto de produto acessível de TA para que alcance o maior número de usuários. Outrossim, esta motivação contribui para autonomia, qualidade de vida e exercício da cidadania, com viés de projetar os produtos da TA dentro das tendências e inovações do mercado, visando a competitividade e seguindo a conformidade das exigências de legislações estabelecidas na acessibilidade e universalidade.

Em relação aos produtos da TA, Radabaugh (1993) argumenta que “para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, no entanto, a tecnologia torna as coisas possíveis”. Além disso, considera-se o termo “*Nada sobre nós, sem nós*” (CHARLTON, 2000; SASSAKI; 2007), que se encontra nas abordagens sobre inclusão e acessibilidade, no caso de fazer acontecer sem burocracia, entretanto, para o PDIP orientado para TA, destaca-se o termo “*Nada sobre mim, sem mim*” (ASHTON; RICHARDS, 2003; FOSS, 2008), que refere-se a participação tanto do beneficiário como do agente no processo do projeto, sendo uma das prioridades quando se trata de produto inclusivo, pois esta participação possibilita melhor embasamento, principalmente no levantamento das necessidades do usuário para compor os requisitos do produto e, também, encontrar a sua qualidade exigida. Acrescenta-se ainda, a oportunidade de uma convivência mais próxima com o usuário no decorrer desta pesquisa, promovendo a integração na perspectiva de uma sociedade mais inclusiva e sustentável.

Neste aspecto, tratando-se sobre a cidadania e inclusão social, vale esclarecer que o foco se encontra também em identificar as qualidades do sujeito, e não colocar somente as características da deficiência na frente. A identificação das qualidades e habilidades do sujeito é que conduz para a educação, profissão e outras atividades abrindo a possibilidade do indivíduo de estar pronto para assumir total cidadania. Desta forma, as características da deficiência remetem a exclusão de barreiras, em providenciar as condições necessárias de acessibilidade, as quais são informações projetadas no PDIP orientado para TA, provendo ao usuário exercer atividade de cidadania, que somada as suas habilidades, faz sobressair nesta pesquisa o desafio de constituir o “melhor” Modelo de Projetos orientado para a Tecnologia Assistiva – MPOTA, o *Design for Assistive Techonology* (DFAT).

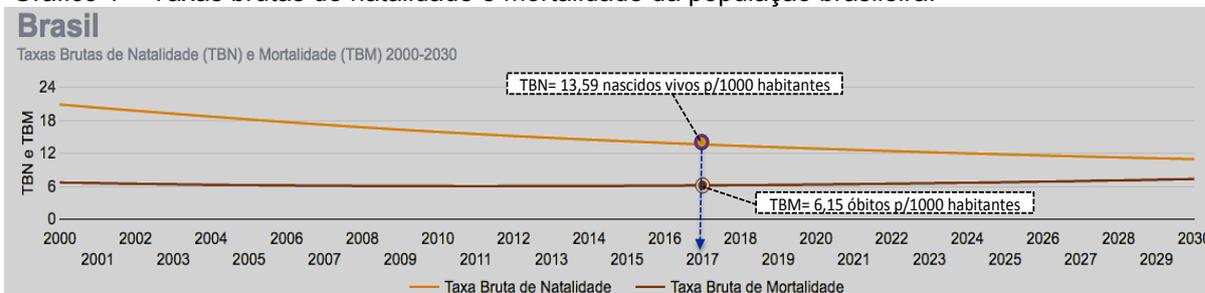
### 1.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa da presente pesquisa vai ao encontro de fatores que estendem a longevidade da população mundial (WHO, 2015) e, por conseguinte, o aumento de pessoas com necessidades específicas, ou seja, atender a demanda deste grupo por meio de produtos inclusivos elaborados na proposta de modelo MPOTA aplicado no PDIP.

No Brasil, conforme os estudos e pesquisas divulgados na análise de condições de vida do IBGE (2014), a esperança média de vida alcançou os 75,14 anos de idade, e associando à queda do nível geral da fecundidade, resulta no aumento absoluto e relativo da população idosa para os próximos anos.

O Gráfico1 ilustra as taxas brutas de natalidade que vem diminuindo no decorrer dos anos.

Gráfico 1 – Taxas brutas de natalidade e mortalidade da população brasileira.



Fonte: IBGE (2014).

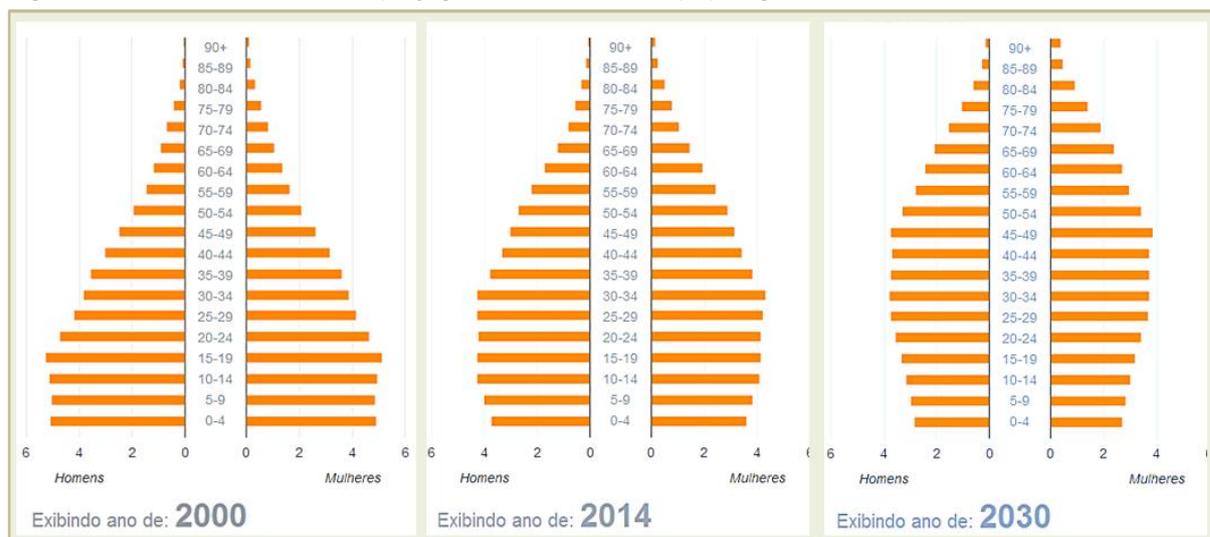
Neste cenário, a estimativa de projeção de esperança de vida vem aumentando, e segundo o IBGE (2008; 2014), estima-se que a população brasileira alcance 81,3 anos de idade no ano de 2050 e 84,3 anos em 2100. Tal fato é decorrente do controle e da redução de várias enfermidades, restabelecendo a saúde de pessoas, devido aos avanços obtidos no sistema de saúde pública, na medicina, nos novos medicamentos, nos aparelhos com tecnologias, nas melhorias na infraestrutura urbana (IPEA, 1999; VERAS, 2009; VILAR, 2009). Além de que, nos dias de hoje, consegue-se resgatar muitos casos de acidentes graves ou de atendimento de emergência, que anteriormente eram consideradas fatalidades.

Entretanto, este aumento da expectativa de vida da população está intrínseco com os gastos na saúde per capita, pois o envelhecimento do corpo físico aumenta a fragilidade orgânica, que tende às doenças crônicas e degenerativas. O fato de envelhecer, que faz parte da natureza humana, procede a situação de desgaste fisiológico, de tal forma que faz diminuir as percepções sensoriais, cognitivas e as funções motoras, sendo necessário em muitos casos, depender do uso constante dos medicamentos e de produtos de apoio para executar suas atividades (PASSARELLI, 1997; VERAS, 2009). Vilar (2009) afirma que esta frequência de necessidades aumenta na faixa etária acima de 60 anos, desde serviços de investigação diagnóstica e o consumo de mais serviços hospitalares e ambulatoriais, pois a cultura e política brasileira ainda carecem de programas de saúde que priorizem práticas de prevenção de doenças para promover o envelhecimento saudável e reduzir o impacto dos casos de doenças crônicas, como diabetes mellitus, hipertensão arterial sistêmica e doenças cardiovasculares, que exigem

monitoramento do paciente por apresentar fatores de riscos. Portanto, a tendência encontra-se no aumento da demanda de produtos de apoio, e também de profissionais cuidadores qualificados para população idosa e com necessidades específicas de atendimento. Nos dias de hoje, um membro da família disposto a cuidar do paciente acaba sendo a melhor alternativa, imobilizando mais uma pessoa de vida produtiva.

Além disso, o aumento da esperança de vida tem alterado o formato da pirâmide etária dos brasileiros, com estreitamento da base e o alargamento do topo, refletindo no grupo de população mais envelhecida e diminuindo a população jovem, cujas características são encontradas nos países mais desenvolvidos, conforme demonstrada na projeção e estimativa da população brasileira nos anos de 2000, 2014 e 2030 pelo IBGE (2014) na Figura 1.

Figura 1 – Pirâmide etária com projeção e estimativa da população brasileira.

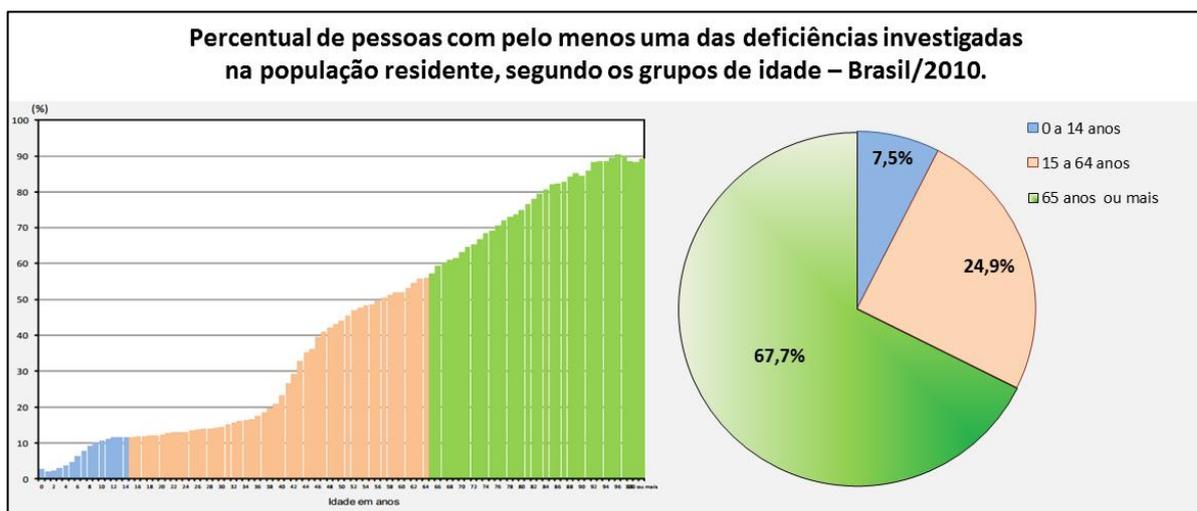


Fonte: IBGE (2014).

Neste cenário, o produto orientado para TA tem forte atributo e o seu desenvolvimento acompanha a demanda relacionada com o aumento da expectativa de vida das pessoas com deficiência ou daqueles com pelo menos uma das deficiências investigadas (IBGE, 2012). Segundo IBGE (2012), o Censo do ano de 2010 revela que cerca de 46 milhões de brasileiros, que correspondem a quase 23,9% do total da população, declararam possuir pelo menos uma das deficiências investigadas, seja mental, motora, visual ou auditiva. A maioria das pessoas deste grupo tem mais de 65 anos de idade, que equivalem 67,7%, conforme ilustra a

Figura 2. Este grupo de pessoas com idade igual ou superior a sessenta anos, é assegurado no Estatuto do Idoso (BRASIL, 2016), por Lei, “as oportunidades e facilidades, para preservação de sua saúde física e mental e seu aperfeiçoamento moral, intelectual, espiritual e social, em condições de liberdade e dignidade”.

Figura 2 – Percentual de pessoas com deficiência classificados por idade.



Fonte: Baseado de IBGE (2012).

Além disso, entre pessoas com deficiências, mais de 52% são consideradas inativas, e mais de 78% não ultrapassaram os nove anos de educação formal (UNICEF, 2009). De acordo com o Censo (IBGE, 2012), a grande maioria deste grupo formado de PcD apresentam problemas sociais, econômicos e culturais, que se versam na baixa escolaridade, dificuldade para inserção social e profissional e na constituição familiar. Além das PcD, os produtos da Tecnologia Assistiva (TA) estão inseridos para os usuários com mobilidade reduzida temporária ou outros fatores, como pessoas gestantes, lactantes, obesas, fora da estatura média, que são parcela significativa da população com dificuldade ou impedida de participar plenamente das atividades sociais na comunidade. Este grupo somado às PcD chegam aproximadamente a 43,5% da população brasileira, e ao envolver familiares e outras pessoas no seu cuidado e acompanhamento, este percentual pode ultrapassar 70% dos brasileiros (BRASIL, 2009).

Nesta situação, o desenvolvimento de recursos e outros elementos da TA se tornam de suma importância para buscar soluções adequadas e para atender os usuários com necessidades específicas. Em termos de soluções, Back (1983) alerta

que no papel da engenharia encontra-se forte influência nas habilidades teóricas, práticas e sociais, e muitas das soluções tendem a abordar novos projetos de produtos e processos, considerando-se os aspectos sociais, políticos e econômicos, além dos fatores biológicos, psicológicos e outros. Estes aspectos de modo integrado em várias vertentes compõem a unidade humana, que se estende nos princípios de múltiplas diversidades, o qual Morin (2000) explica que “a complexidade humana não poderia ser compreendida dissociada dos elementos que a constituem: todo desenvolvimento verdadeiramente humano significa o desenvolvimento conjunto das autonomias individuais, das participações comunitárias e do sentimento de pertencer à espécie humana”. Assim, Back (1983) realça a necessidade de conhecer as funções específicas e os requisitos detalhados, cujo projeto deve “ser executado para satisfazer uma necessidade humana”, e sempre visualizando a condição mais econômica possível a fim de constituir um produto que esteja ao alcance da maioria das pessoas.

#### 1.4 OBJETIVO

O objetivo principal desta pesquisa é propor e desenvolver um Modelo Conceitual de Projeto orientado para a Tecnologia Assistiva – MPOTA (*Design for Assistive Technology* - DFAT). Este modelo pertence à estrutura do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para Tecnologia Assistiva (OKUMURA, 2012), de modo que, concentra-se na Macrofase de Elaboração do Projeto de produto inclusivo, bem como, no encaminhamento para a fase de implementação.

Para alcançar o objetivo principal foram empregados os objetivos específicos a seguir:

1. Estudar os contextos teórico-conceituais para perfazer a revisão bibliográfica dos temas a seguir:

- a) *Design* em Engenharia, Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto e suas Ferramentas, Processos de Desenvolvimento de Produtos e o ambiente de Engenharia Simultânea;
  - b) Tecnologia Assistiva, os usuários de produtos orientados para tecnologia assistiva (pessoas com limitação física, sensorial e cognitiva, pessoas com deficiência e pessoas idosas com necessidades especiais) e a abordagem acerca de acessibilidade e inclusão social;
  - c) Modelos de tecnologias sociais e a definição do Estudos de Casos Múltiplos.
2. Investigar e analisar os modelos de processos de desenvolvimento de produtos, modelos de Projetos Orientados (*Design for*) e Modelos de *Design*;
  3. Estruturar conceitualmente o modelo de Projetos Orientado para Tecnologia Assistiva;
  4. Implementar, aplicar em Estudos de Casos Múltiplos, avaliar e validar a proposta do modelo conceitual.

Deste modo, formula-se um modelo conceitual no PDIP que tem o propósito de identificar a especificidade do usuário na execução de suas atividades para configurar um produto da Tecnologia Assistiva que tenha acessibilidade ao maior número de usuários. Assim, esta pesquisa apresenta uma proposta de modelo de Projeto, o *Design for Assistive Technology - DFAT*, com a expectativa de unir os conceitos aplicados na engenharia para o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos. Emprega-se o método de estudos de casos múltiplos para validação da proposta do modelo MPOTA, abordando o PDIP orientado para TA e seu usuário.

## 1.5 ESTRUTURA DA TESE

A presente tese está estruturada em seis capítulos que compreendem as seguintes proposições:

- a) No primeiro Capítulo encontra-se a introdução da pesquisa, compreendendo a contextualização, motivação e justificativa acerca da escolha do tema, bem como, os objetivos do estudo;
- b) O segundo Capítulo é constituído de contextos da Metodologia Científica da Pesquisa compreendendo os aspectos de definição e seleção da pesquisa qualitativa e da metodologia Estudos de Caso Múltiplos e a estruturação do protocolo dos Estudos de Caso Múltiplos no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para tecnologia assistiva. Na sequência, apresenta a metodologia de pesquisa e o procedimento de pesquisa aplicados nesta pesquisa.
- c) O terceiro Capítulo apresenta a fundamentação teórica embasada na revisão da literatura sobre os temas concernentes ao estudo: Design na Engenharia, Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, Tecnologia Assistiva e Modelos de tecnologias sociais;
- d) No Capítulo quatro apresenta-se um estudo aprofundado nos modelos de processo de desenvolvimento de produto, *designers for* e as contribuições da pesquisa;
- e) O Capítulo cinco apresenta a proposta do modelo conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva - MPOTA e as principais funções do modelo – o Modelador;
- f) No Capítulo seis encontra-se a aplicação da proposta do modelo MPOTA através de Estudos de Casos Múltiplos e análise dos resultados obtidos;
- g) O Capítulo sete apresenta a Conclusão da Pesquisa e Considerações Finais. Finalizando com recomendação para continuidade de pesquisas futuras.

## **CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **2.1 DEFINIÇÃO DE METODOLOGIA DE PESQUISA**

A escolha das técnicas de pesquisa e a organização do procedimento do trabalho são episódios deste capítulo, Metodologia de Pesquisa. Esclarece ainda o caminho percorrido para elaboração do projeto de pesquisa de cunho científico. Marconi e Lakatos (2010) argumentam que as atividades vinculadas à ciência com sistematização de conhecimentos são as “proposições logicamente correlacionadas sobre o comportamento de certos fenômenos”. Tais atividades na pesquisa são procedimentos formais, que apresentam “pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”. Neste aspecto, Gil (2008) também menciona que a pesquisa deve seguir um processo formal e sistemático para elaborar o método científico e deve classificar do seu ponto de vista em tipo de natureza, a forma de abordagem ao problema, os objetivos da pesquisa e os procedimentos técnicos.

### **2.2 CONCEITUAÇÃO DE METODOLOGIA CIENTÍFICA: ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS**

O estudo de metodologia proporciona o encaminhamento da pesquisa para conduzir a melhor forma de abordagem, tal qual, Miguel (2007) justifica a necessidade de embasamento científico para o planejamento e condução dos estudos localizando as questões da pesquisa e os seus respectivos métodos e técnicas. Logo, Marconi e Lakatos (2010) argumentam que a pesquisa é um procedimento de tratamento científico que envolve método de pensamento reflexivo para conhecer a realidade ou verdades parciais.

Neste aspecto, para um estudo que se aprofunda no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP), é relevante identificar e planejar uma

modalidade metodológica de pesquisa que perfaça o delineamento da proposta do modelo de projeto, o MPOTA, que envolve equipe multidisciplinar num ambiente simultâneo e flexível para conduzir adequadamente o roteiro da pesquisa. Por isso, há necessidade de uma estrutura de estudo, que compreende desde os levantamentos da revisão bibliográfica, a forma e coleta de dados e, ao final, a validação do modelo proposto.

Segundo Gil (2002), um planejamento bem estruturado, direciona e facilita o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, um plano de estudo delineado que “considera o ambiente em que são coletados os dados e as formas de controle das variáveis envolvidas”.

Esclarece-se que este tópico da pesquisa foi publicado nos anais do 9º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos (OKUMURA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2013).

### **2.2.1 Pesquisa Qualitativa e Metodologia Estudo de Caso**

Esta seção aborda o tipo de pesquisa e a metodologia aplicada para validar a proposta do Modelo Conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva.

Segundo Bryman (1989), a pesquisa qualitativa busca uma profunda compreensão do contexto da situação e realça a sequência dos acontecimentos ao longo do tempo. Berto e Nakano (1998) afirmam que a pesquisa qualitativa aproxima a teoria com os dados, compreendendo o processo dos fenômenos pela sua descrição e interpretação. Em relação a metodologia Estudo de Caso, é uma pesquisa resultante de profundo estudo detalhado no tema da pesquisa podendo ser um fato, pessoa, grupo ou instituição (BERTO; NAKANO, 1998).

Como estratégia de pesquisa, o Estudo de Caso tende a esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões, onde o foco da pesquisa está no tópico das “decisões” (YIN, 2005). Assim, o autor recomenda ao pesquisador que “tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real” e esclarece que, normalmente, os estudos de caso, como estratégia, colocam questões do tipo “como” e “por que”. Gil (2002), Berto e Nakano (2000) e Miguel (2007) deram

continuidade da pesquisa, que se trata de uma análise aprofundada, permitindo amplo e detalhado conhecimento do objeto em estudo.

Nestes termos, Marconi e Lakatos (2010) e Gil (2002) afirmam que as pesquisas têm como motivação e objetivo a solução e compreensão de problemas.

Desse modo, Yin (2005) revela que o Estudo de Caso compreende um método que abrange lógica de planejamento, técnicas de coleta de dados e abordagens específicas à análise dos mesmos e podem ser conduzidos e escritos por diferentes motivos, podendo ser casos individuais ou generalizações amplas baseadas em evidências do estudo. No entanto, para qualidade do projeto de estudo de caso precisa-se condicionar o desenvolvimento os pontos: a validade do constructo, validade interna (estudos causais e explanatórios), validade externa e confiabilidade. No Quadro 1 apresentam-se os critérios para julgar a qualidade dos projetos de pesquisa e as táticas recomendadas de estudo de caso.

Quadro 1 – Táticas do Estudo de Caso para os quatro testes de projeto.

Testes de caso	Tática do estudo	Fase da pesquisa	Princípios
<b>Validade do constructo</b>	Utiliza fontes múltiplas de evidências	Coleta de dados	Estabelecer medidas operacionais corretas para os conceitos que estão sob estudo
	Estabelece encadeamento de evidências	Coleta de dados	
	O rascunho do relatório do estudo de caso é revisado por informantes-chave	Composição	
<b>Validade interna (apenas para estudos explanatórios ou causais, e não para estudos descritivos ou exploratórios)</b>	Faz adequação ao padrão	Análise de dados	Estabelecer uma relação causal, por meio da qual são mostradas certas condições que levam a outras condições, como diferenciadas de relações espúrias.
	Faz construção da explicação	Análise de dados	
	Estuda explicações concorrentes	Análise de dados	
	Utiliza modelos lógicos	Análise de dados	
<b>Validade externa</b>	Utiliza teoria em estudos de caso único	Projeto de pesquisa	Estabelecer o domínio das quais as descobertas de um estudo podem ser generalizadas.
	Utiliza lógica da replicação em estudos de casos múltiplos	Projeto de pesquisa	
<b>Confiabilidade</b>	Utiliza protocolo de estudo de caso	Coleta de dados	Demonstrar que as operações de um estudo como os procedimentos de coleta de dados podem ser repetidas, apresentado os mesmos resultados.
	Desenvolve banco de dados para o estudo de caso	Coleta de dados	

Fonte: Elaboração própria baseado em YIN (2005).

O projeto de pesquisa é um modelo lógico de provas que permite deduzir as relações entre as variáveis investigadas, logo, os componentes essenciais para formar o projeto são (YIN, 2005):

- a) As questões de estudos são do tipo “como” e “por que”, onde a tarefa inicial é esclarecer a natureza do estudo;
- b) As proposições de estudo direcionam para o escopo do assunto, e sendo o tema da “exploração”, deve apresentar uma finalidade e os critérios que serão utilizados para avaliação;
- c) A unidade de análise define o que é um “caso”, fazendo com que a literatura existente possa tornar uma referência para determinar o caso e a lógica que une os dados às proposições e os critérios para interpretar as constatações.

Nas etapas da análise de dados na pesquisa deve haver um projeto de pesquisa dando base a essa análise para interpretar as ligações entre os dados das proposições e os critérios. Desta forma, Yin (2005) salienta a importância de utilizar a teoria para realizar estudos de caso, pois auxilia tanto na definição do projeto de pesquisa e na coleta de dados adequados, como também se torna o veículo principal para a generalização dos resultados do estudo de caso.

Yin (2005) aconselha que um projeto de estudo de caso possa ser modificado por novas informações ou constatações importantes, fazendo com que altere ou modifique o projeto original. No entanto, as alterações devem seguir certa atenção, pois há necessidade de entender precisamente a natureza da alteração, ou seja, “a questão é a flexibilidade necessária não deve reduzir o rigor com o qual os procedimentos do estudo de caso são seguidos”.

O protocolo para estudo de caso, semelhante ao questionário de levantamento, coleta os dados do estudo que são o contexto da pesquisa e a parte a ser investigada. Estes dados do estudo são os procedimentos e as regras gerais, que também se converte para uma parte totalmente diferente daquela de um instrumento que são as variáveis de controle (YIN, 2005; MIGUEL, 2007). Sendo assim, o protocolo é uma das táticas principais para aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso e destina-se a orientar o pesquisador ao realizar a

coleta de dados a partir de um estudo de caso único, de forma geral, segue as etapas (YIN,2005):

- a) Uma visão geral do projeto do estudo de caso (objetivos do projeto, questões do estudo de caso e leituras sobre o tópico investigado);
- b) Procedimentos de campo (apresentação de credenciais, acesso aos “locais” do estudo de caso, fontes gerais de informações e advertências de procedimentos);
- c) Questões do estudo de caso (as questões específicas que o pesquisador do estudo de caso deve manter em mente ao coletar os dados, planilha para disposição específica de dados e as fontes em potencial de informações para responder a questão);
- d) Guia para o relatório do estudo de caso (esboço, formato para os dados, uso e apresentação de outras documentações, e informações bibliográficas).

Na análise dos dados, Miguel (2007) orienta que a base está na descrição detalhada do caso, e neste estágio, possibilita identificar os dados e informações relevantes para a pesquisa bem como *insights*.

No relatório de estudo de caso incluem-se os seguintes tópicos:

- a) o público a que os relatórios dos estudos de caso se destinam;
- b) relatórios de estudo de caso como parte de estudos maiores de multimétodos; as estruturas ilustrativas para as composições do estudo de caso - conforme apresentada no Quadro 2, as seis estruturas e suas aplicações a propósitos diferentes dos estudos de caso de Yin;
- c) os procedimentos a serem adotados ao realizar um relatório de estudo de caso e, como conclusão, as especulações sobre as características de um estudo de caso exemplar.

Quadro 2 – Tipos de estruturas para a composição dos Estudos de Caso.

Tipo de Estrutura	Propósito do estudo de caso (casos únicos ou múltiplos)	
	Estrutura	Descrição
Análítica Linear	Explanatório Descritivo Exploratório	Artigos de revista e publicações em ciência experimental
Comparativa	Explanatório Descritivo Exploratório	Resultado de análise de casos cruzados. Descrição e repetido várias vezes de uma maneira claramente comparativa
Cronológica	Explanatório Descritivo Exploratório	Sequência de capítulos, seções. Uma vez que todas as minutas tiverem sido concluídas, pode-se retornar à sequência cronológica normal para compor a versão final
De construção teórica	Explanatório Exploratório	A sequência dos capítulos ou das seções seguirá alguma lógica de construção da teoria que dependerá do tópico ou da teoria específica, deve desenredar uma nova parte do argumento teórico que está sendo feito. Os casos explanatórios examinarão as várias facetas de um argumento causal; os casos exploratórios debaterão o valor de se investigar mais a fundo as várias hipóteses ou proposições.
De “suspense”	Explanatório Descritivo	Inverte a abordagem analítica já descrita. A “resposta” ou o resultado direto de um estudo de caso é, paradoxalmente, apresentado no capítulo ou na seção inicial. É uma estrutura atraente para estudos de caso explanatório e descritivo que não possui nenhum resultado especialmente importante.
Não sequencial	Descritivo	Mesmo alterando as ordens dos capítulos, não alteraria o valor descritivo.

Fonte: Baseado em YIN, 2005.

Miguel (2007) alerta que o relatório de pesquisa deve estar estreitamente relacionado à teoria, isto é, os resultados e as evidências devem estar associados à teoria, possibilitando a geração de nova teoria. Todavia, Yin (2005) acrescenta, no final do seu livro, outras características ao estudo de caso para elaborar o trabalho de forma atraente: o engajamento, a instigação e a sedução, ou seja, o autor enfatiza o entusiasmo para produzir um estudo de caso em relação à investigação, e que transmita amplamente os resultados obtidos, que as conclusões da pesquisa causem “uma tempestade na terra”.

### 2.2.2 Seleção de Metodologia

Para selecionar a metodologia adequada, Miguel (2010) afirma que compreender a abordagem a partir da formulação do problema através do aprofundamento literário, onde se identificam as lacunas de pesquisa, e o pesquisador seleciona a estrutura organizacional “mais apropriada, úteis e eficazes para a investigação”, que possibilite “atender à problemática estudada no sentido de proposição de soluções”. Bem como, Marconi e Lakatos (2010) e Gil (2002) afirmam que as pesquisas têm como motivação e objetivo a solução e compreensão de problemas.

Neste aspecto, a metodologia Estudos de Casos Múltiplos é o instrumento que atende a este trabalho, pois conforme Yin (2005), tratando-se de Estudo de Caso, a pesquisa é uma investigação empírica que abarca fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, principalmente quando as definições faltam ser esclarecidas, deste modo, “baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados”. Desta forma, todos os tipos de Estudo de Caso tendem a esclarecer o motivo pelo qual uma questão foi tomada, como foram implementadas e os resultados alcançados (GIL, 2002; YIN, 2005; MIGUEL, 2007). Além disso, Berto e Nakano (2000) e Nakano (2010) revelam que entre as modalidades de pesquisa, a tipologia Estudo de Caso é crescente nas publicações de artigos da Engenharia de Produção.

Neste aspecto, a investigação encaminha-se para os Estudos de Casos Múltiplos (ECM) devido às evidências estarem implícitas na especificidade do usuário, que requer multidisciplinaridade nas diferentes fases de elaboração do projeto, além da diversidade no campo de conhecimento. Deste modo, o ECM permite uma abordagem em diferentes segmentos, que podem ser conduzidas simultaneamente, mesmo contendo tipos de variáveis distintos nas fases do projeto. Assim, o método aplicado nesta pesquisa descreve uma estruturação na tipologia ECM, levando em consideração a necessidade de “um estudo minucioso sobre a adequação, aplicação e adaptação dessas tipologias para a Engenharia de Produção” (BERTO; NAKANO, 1998).

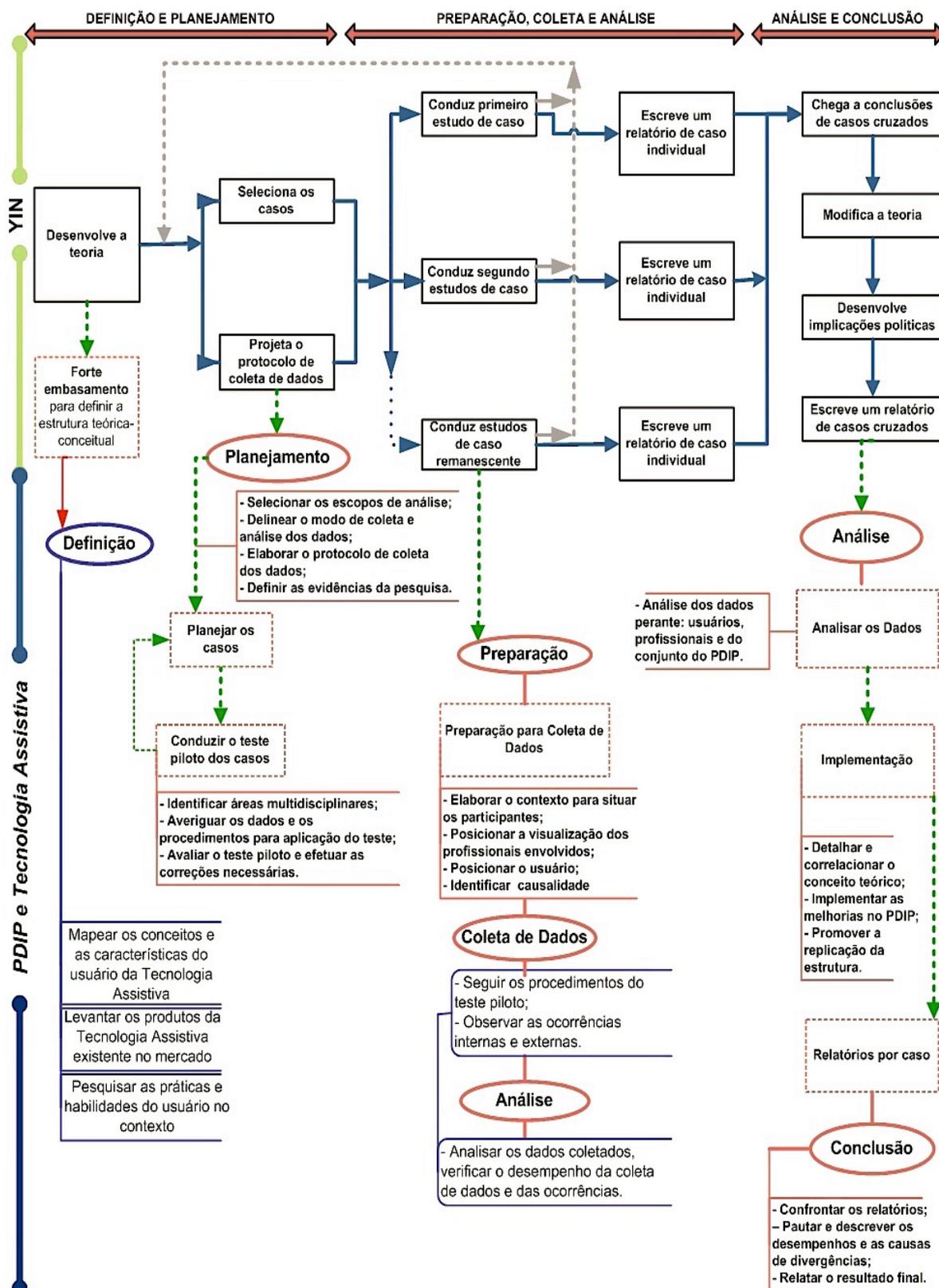
### **2.2.3 Estruturação do Estudos de Casos Múltiplos para o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto de Tecnologia Assistiva**

De acordo com Berto e Nakano (1998), a Engenharia de Produção é uma área de natureza “humanizada” e multidisciplinar, que pode alçar em diferentes áreas de pesquisa, conforme as adaptações necessárias, inclusive nos assuntos de domínios, que se concentram conhecimentos de pesquisas acadêmicas. Estas adaptações possibilitam ajustes, os quais se transformam em modalidade de pesquisa, que desdobram para delinear outras competências de estudo semelhantes em áreas diferentes, como é o caso do método de pesquisa e tipologia de estudo de caso, cujos autores Bryman (1989) de Ciências Sociais e Yin (2005) de Psicologia são referenciados em outras áreas e também na engenharia.

Neste aspecto, para versar uma estrutura do tipo Estudos de Casos Múltiplos (ECM) aplicado ao Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) orientado TA, contempla-se inicialmente a abordagem de Yin (2005), explanando as principais etapas que são: definição, planejamento, preparação e análise da coleta, e a análise e conclusão. Na sequência, classifica-se e organiza-se a condução de estudo nas etapas principais definidas por Yin (2005), identificando as disposições semelhantes e formando a infraestrutura básica do Estudos de Casos Múltiplos, possibilitando a sustentação das atividades orientadas para Tecnologia Assistiva.

No decorrer desta pesquisa foram exploradas diferentes áreas multidisciplinares para projetar o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP), cujos produtos da Tecnologia Assistiva apresentam uma discussão dos resultados para cada estudo, os quais são os relatórios individuais de coleta de dados, conforme ilustra a Figura 3. Estes relatórios são resultados das etapas percorridas na estrutura do Estudos de Casos Múltiplos, que seguiram o mesmo protocolo. Assim, o contexto de acessibilidade implementa-se desde a fase do Planejamento de Projeto, visando identificar as características do usuário do produto, bem como, identificar os requisitos para elaborar a declaração do escopo do projeto.

Figura 3 – Metodologia Estudos de Casos Múltiplos aplicado no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: Autor baseado em Yin (2005).

No caso, tratando-se de projeto orientado para o usuário com deficiência, identificam-se as características e habilidades utilizadas para locomover e executar as atividades como a percepção do tato, as habilidades sensoriais e outros, conforme o tipo de deficiência abordada. No final, são confrontados os relatórios para análise dos resultados e a conclusão da pesquisa. Além disso, existe a possibilidade de replicação do estudo para cada projeto de produto, conforme a análise dos aspectos multidisciplinar relacionados.

O método Estudo de Caso concede uma investigação e aplicação da proposta do modelo em diferentes tipos de pesquisa empírica abordando as diversas áreas do conhecimento. No entanto, tratando-se do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto envolvendo a Tecnologia Assistiva, que visa um produto de acessibilidade, o método Estudos de Casos Múltiplos possibilita ampliar para o contexto de multidisciplinaridade, de tal forma que abrange uma pesquisa qualitativa específica de cada área, investigando as diferentes expectativas dos profissionais envolvidos, cuja essência, encontra-se em aproximar os conhecimentos, que convergem para um PDIP focado para atender aos requisitos do usuário.

Assim, a princípio desdobra-se na metodologia e nas metas de qualidade, pois Baxter (2001) assegura que estes objetivos são refinados nas metas técnicas de projeto e, por fim, são mais detalhadas nas especificações para produção, bem como, alavanca as soluções de acessibilidade em vista da TA. Além disso, estas soluções estão no contexto da evolução da sociedade, que apresentam transformações e avanços econômicos, culturais e sociais, e são desafios para atualizar e agregar novos valores aos produtos. Em termos de replicação dos fenômenos na estrutura de ECM, pode-se expor e corrigir os novos resultados, ou mesmo descartar, e efetuar a retroalimentação no PDIP orientado para TA (OKUMURA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2013).

Dörner (1998) argumenta que a abordagem de um simples estudo de caso contempla para uma teoria individualizada, no entanto a aplicação de pequenos números de estudos de casos revela o que é específico para os indivíduos e também o que não é considerado, conseqüentemente, torna-se um método de validação e possibilita alcançar rapidamente uma teoria generalizada.

## 2.3 PROCEDIMENTO DO MÉTODO CIENTÍFICO DE PESQUISA

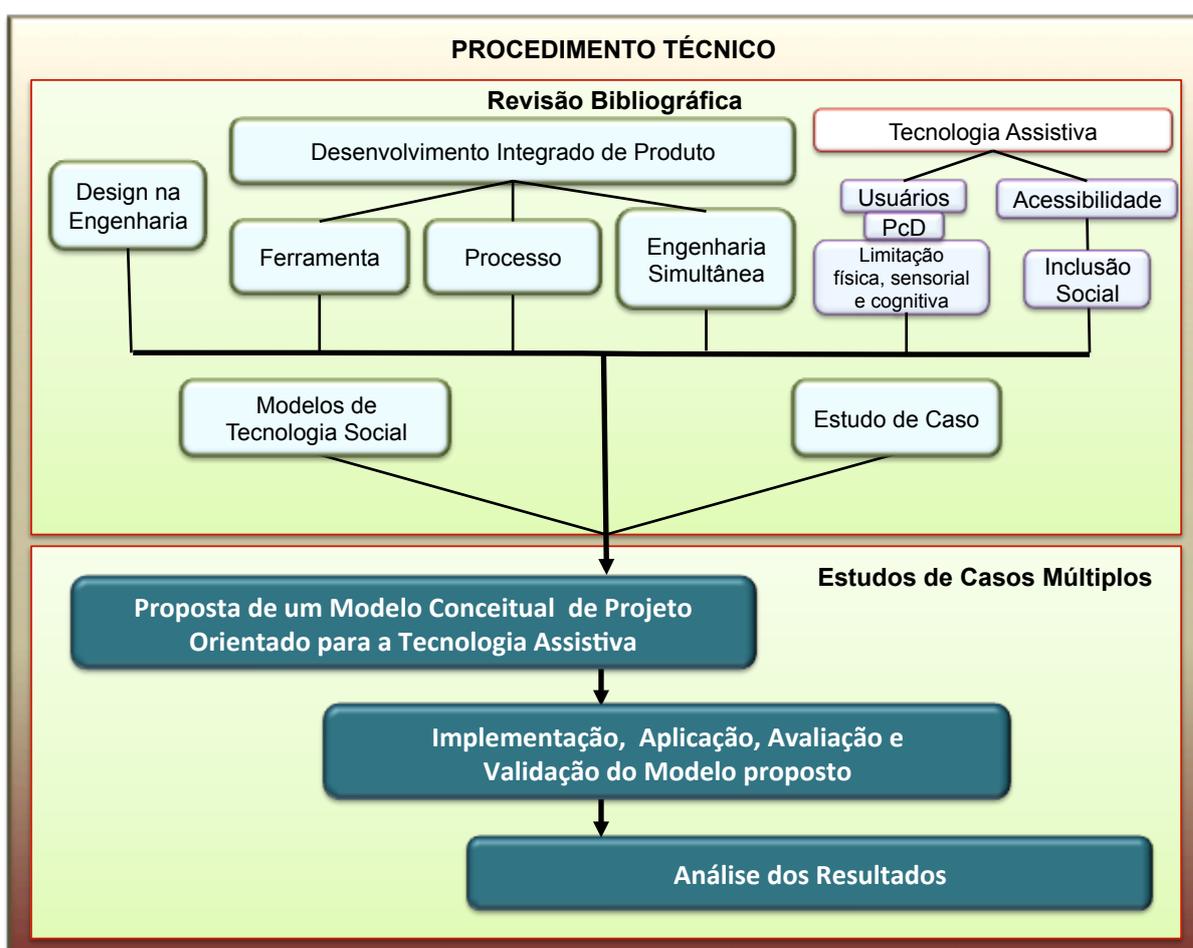
O procedimento do método científico neste estudo tem a natureza de pesquisa aplicada com o propósito de gerar novos conhecimentos para aplicações práticas direcionadas para solução de problemas específicos. Este se inicia por meio de fundamentação teórica como orientação para restringir a amplitude dos fatos a serem estudados, e segue para um referencial de análise dos dados dentro de uma metodologia que abrange os objetivos de pesquisa e o contexto de investigação (NUNAN, 1997; MARCONI E LAKATOS, 2010). Frente ao objetivo científico, a pesquisa é exploratória por conduzir uma investigação que tende a aumentar a experiência, aprofundando o estudo, que concebe um maior conhecimento em relação ao fenômeno investigado (TRIVIÑOS, 1987).

A abordagem do fenômeno investigado é qualitativa pelas múltiplas fontes de evidências, que não podem ser expressas em números, visando uma profunda compreensão do contexto da situação investigada e dando ênfase na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado (BRYMAN, 1989). Para Myers (1997), a pesquisa qualitativa embasa as análises de documentos bibliográficos e a observação dos participantes, de tal forma que constitui uma estrutura conceitual global e informações detalhadas de tópicos específicos. Estes aspectos serão investigados neste objeto de estudo para compreender melhor o problema social e humano envolvido, cujos dados qualitativos incidem diretamente no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos orientados para Tecnologia Assistiva e seus usuários. Assim como, o resultado qualitativo de dados pode promover uma nova tecnologia, seja nos conceitos, *design* ou no desenvolvimento, que é projetada para intervir em alguma configuração, ou mesmo para permitir nova função a ser executada, ou alcançar um objetivo a ser realizado. Portanto, esta concepção baseia-se na estrutura de teoria e da tecnologia, que submetido a algum tipo de teste, determina a extensão em que se podem atingir os propósitos da pesquisa (JABAR *et al.*, 2009). Desta forma, revelam-se os conceitos, métodos e procedimentos técnicos empregados para formar o constructo do presente estudo, e também o modo de validação da pesquisa, que estabelece um conjunto de escopos perfazendo a pesquisa na íntegra.

## 2.4 PROCEDIMENTO TÉCNICO DA PESQUISA

O procedimento técnico da pesquisa se inicia com a revisão bibliográfica para sustentar a estrutura exploratória aplicada na metodologia de Pesquisa Estudos de Casos Múltiplos (FIGURA 4). O conceito e a definição de metodologia de Estudos de Casos Múltiplos são aprofundados no item 2.5. Na revisão de literatura buscou-se a aquisição de conhecimento para concepção da pesquisa. Na parte dos Estudos de Casos Múltiplos se apresenta a proposta do Modelo conceitual de Processo de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA). Na sequência, realiza-se a implementação, aplicação e validação da proposta, finalizando com a análise dos resultados obtidos.

Figura 4 – Metodologia de Pesquisa.



Fonte: Autor.

Desta forma, o procedimento de Estudos de Casos Múltiplos é o instrumento adequado para constituir o caminho desta pesquisa. A aplicação do Modelo Conceitual em quatro estudos de caso, que abrangem um estudo profundo e exaustivo, permite um conhecimento detalhado (GIL, 2008), que aborda os conceitos e definições para o modelo de projeto de desenvolvimento integrado de produto inclusivo. Além disso, tem o propósito de investigar e identificar os conceitos ou variáveis relacionados ao comportamento humano proporcionando a formação de ideias para entendimento do conjunto de problemas (MALHOTRA, 1993).

## CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO E CONCEITUAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta as revisões da literatura dos temas pertinentes à pesquisa para perfazer a estrutura teórica.

Os principais temas para compor a estrutura teórica são: *Design* em Engenharia, Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, Tecnologia Assistiva e Modelos de Tecnologia Social.

Esta abordagem teórica tem o propósito de aquisição de conhecimento na essência do domínio alcançado, o qual se fortalece nos conceitos e apresenta o embasamento necessário para atingir os objetivos propostos.

### 3.1 O DESIGN NA ENGENHARIA

O termo *Design* equivalente a Projeto, é definido como concepção de um projeto ou modelo, podendo designar o processo de planejamento de um produto, ou um planejamento, ou desenho de um produto antes dele ser construído ou manufaturado. Frequentemente encontra-se complementando o escopo do projeto como: *circuit design* (leiaute de componentes e interconexões em um circuito); *industrial design* (projeto industrial ou projeto de produtos manufaturados por máquinas); *design automation* (automação de projeto); *product design* (projeto de produtos); *design department* (departamento de projetos); *design language* (linguagem de projeto que descreve a arquitetura ou estrutura interna de um sistema ou componente de software); *design methodology* (uma metodologia de projeto define um conjunto de padrões estruturais e procedurais que devem ser seguidos no desenvolvimento de um projeto); *design parameters* (especificações para o projeto de um produto); *design requirements* (necessidades do projeto) e outros (MICHAELIS, 2012). Todavia, Papanek (1984) alerta que o assunto *Design* se desdobrou rapidamente em outras áreas e, em muitos casos, apresentam segmentos em que utilizam como instrumento de motivação do consumo, focado e impulsionado nos resultados e desempenho econômicos dos produtos.

### 3.1.1 O Princípio da Ciência de Projeto na Engenharia

Conforme Eder (2004, 2008), Eder & Hosnedl (2008) e Hubka & Eder (1996), as ciências formam uma rede de hierarquia, e o seu conjunto se forma em ciências específicas. Estas, por sua vez, subdividem-se e herdaram as propriedades de nível superior acrescentando detalhes para conceber um novo desdobramento da ciência, tal qual, pode-se afirmar que a Ciência de Projetos da Engenharia provém das Ciências de Projetos como parte de uma subdivisão. Para tanto, Hubka e Eder (1996) esclarecem que esta estrutura se classifica em quatro grandes competências, que são:

- a) a teoria do conhecimento: apresenta uma estrutura descritiva;
- b) a informação do objeto: apresenta estrutura técnica do objeto como sistemas;
- c) a prática da informação: apresenta uma estrutura prescrita;
- d) o processo da informação: apresenta a estrutura referente o projeto de engenharia e sistemas.

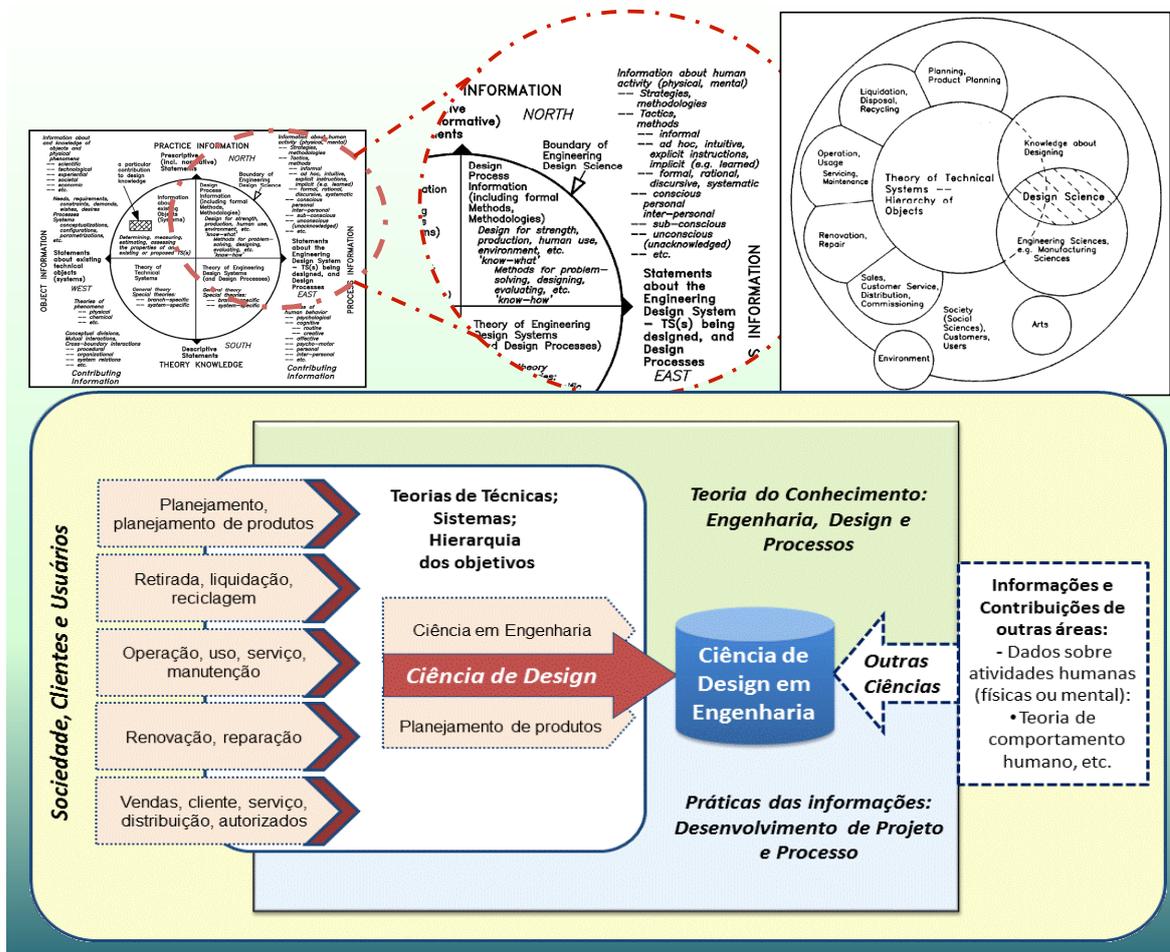
A partir destas competências, os autores definem suas subdivisões que são:

- a) Teoria do conhecimento & Informação do objeto: Teoria de sistemas técnicos;
- b) Informação do objeto & Prática da informação: Informações com relação ao objeto ou sistemas existentes;
- c) Prática da informação & Processo da Informação: Informação do processo de projeto (incluindo métodos e metodologias);
- d) Processo da informação & Teoria do conhecimento: Teoria dos sistemas de projeto de engenharia e processos de projetos.

Mediante a pesquisa focada no *Design* em Engenharia, detalha-se o estudo das competências de Prática da informação e o Processo da informação, que se desdobram nos temas de processos de projetos, produção, usuário e meio ambiente (HUBKA; EDER, 1996). Nestas subdivisões, os autores mostram também a borda da Ciência no *Design* em Engenharia e a influência das informações relacionadas com atividades do homem vindas de estudos de outras áreas.

Os autores consideram as competências de Teoria do Conhecimento e Práticas de Informações para designar a Ciência de *Design* em Engenharia. Neste caso, a Teoria do Conhecimento abrange os aspectos de Engenharia, *Design* e Processos, e nas Práticas de Informações encontram-se a área de Desenvolvimento de Projeto e do Processo. Além disso, leva-se em consideração, as informações e contribuições de outros segmentos da ciência para complementar a pesquisa em Ciência de *Design* em Engenharia, cujos aspectos envolvem requisitos da sociedade, principalmente do cliente e do usuário, que são dados essenciais fornecidos para o Desenvolvimento de Produto, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – As competências e a Ciência de *Design* em Engenharia.



Fonte: Autor baseado em Hubka e Eder (1996)

Deste modo, o propósito desta pesquisa se posiciona em Ciência de *Design* em Engenharia para delinear a proposta do Modelo conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.

### 3.2 O DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO

As atividades de projetar em engenharia se encontram nos principais tópicos de Desenvolvimento Integrado de Produtos, cuja investigação em diferentes fatores influencia na elaboração do produto desde o projeto. A essência da função tem viés no sistema sociotécnico, que visualiza a base de manufaturabilidade e estende-se inclusive na estratégia de planejamento para contribuir com a grande parte do produto interno bruto de qualquer país (HUBKA; EDER, 1998).

Pahl e Beitz (1996) definem que as atividades no Desenvolvimento Integrado de Produtos são multifacetadas e interdisciplinares, e busca como resultado de planejamento e esclarecimento de tarefas nos processos. Assim, tais processos requerem melhoria na qualificação do corpo técnico e boas práticas na estruturação e no gerenciamento, sendo relevante aprofundar nos conceitos, métodos e ferramentas que abordam o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP).

Neste aspecto, entre as linhas metodológicas, a revisão teórica para este tópico se concentra no Processo de Desenvolvimento de Produto, ferramentas do PDP, projetos no PDP, Engenharia Simultânea, Macro fase de elaboração do PDIP, *Design for X*, Usabilidade e Ergonomia do produto.

#### 3.2.1 O Processo de Desenvolvimento de Produto

O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) é um conjunto de atividades que se iniciam com a exigência do mercado, os requisitos dos clientes, levando-se em consideração o envolvimento tecnológico e a estratégias competitivas da empresa. Assim, o PDP aborda a área do conhecimento que consiste nos fatores do projeto como a qualidade, a competitividade, o custo, a

redução do tempo de lançamento, os quais compreendem aspectos de planejamento ao longo das fases que o produto passa. Logo, considera-se um processo de negócios para criar produtos mais competitivos, em menos tempo, para atender as exigências do mercado, acompanhando a evolução da tecnologia e os requisitos dos usuários (ROZENFELD *et al.*, 2006; BACK *et al.*, 2008; BROWNING, 2008; OKUMURA, 2012).

Dentro do escopo do PDP, Rozenfeld *et al.* (2006) destacam que, cada vez mais, amplia-se o processo de negócio em que são incorporadas estratégias de produto, de mercado, tecnológicas da empresa, e o acompanhamento no ciclo do produto. Além disso, no ambiente competitivo, Santos (1996) afirma que os novos produtos necessitam principalmente de vantagens superiores aos produtos concorrentes no mercado, assim como, é uma área de relevância e diferenciação nas empresas (CLARK; FUJIMOTO, 1991; CLAUSING, 1994; WHEELWRIGHT; CLARK, 1995; BROWNING, 2010), pois possibilita um modelo ou um processo conceitual direcionado ao projeto de um novo produto, transformando em oportunidades de mercado juntamente com as técnicas em recursos de informações (CLARK; FUJIMOTO, 1991; BROWNING, 2008). Deste modo, Futami (2012) argumenta que o PDP operacionaliza toda a estratégia organizacional e a aprendizagem é relevante na criação de novos produtos.

Clark e Fujimoto (1991) caracterizam o PDP com as seguintes fases: geração de produto, planejamento do produto, projeto do produto, projeto do processo e produção-piloto. Por sua vez, Griffin (1997) enfatiza quanto ao tipo de produto e a cultura organizacional, onde existe certo grau de complexidade na inovação que envolve o PDP, e apresenta as etapas: exploração, projeto, análise do negócio, desenvolvimento, teste e comercialização. Griffin (1997) também afirma sobre as boas práticas no PDP provenientes das pesquisas empíricas e coloca a formalização do PDP com revisões nas etapas e promove o uso de estratégia utilizando de forma integrada os métodos e ferramenta no planejamento de desenvolvimento do projeto. Neste sentido, Futami (2012) afirma que o desenvolvimento de novos produtos depende da competência construída por meio da aprendizagem dos projetistas, que é uma das funções geradas nos projetos selecionados.

Desse modo, Eckart (2006) argumenta que o PDP pode ser aplicado na concepção de um novo produto de consumo, ou remodelação de um produto existente, ou para concepção de um só componente ou direcionar para um

subsistema de um sistema maior, cujo processo tem o desafio de reconhecimento e identificação de uma necessidade do produto em questão, que se pode exigir um esforço significativo para desenvolvê-lo.

Neste ponto, Romano (2003) comenta que o PDP abrange as fases de planejamento do projeto, execução e encerramento, onde as fases cobrem a elaboração do projeto do produto e do processo de manufatura, resultando respectivamente, na construção de protótipos funcionais e no desenvolvimento ferramental de manufatura e de montagem para serem usados na produção do produto. Romano (2003) e Pereira (2014) analisam as informações referentes à elaboração de projeto de vários autores que definem as fases diferentemente um do outro, e afirmam que existe uma grande similaridade entre os modelos. Nesta abordagem, Pereira (2014) apresenta quatorze fases diferentes no PDP, cujo procedimento de cada fase apresenta uma particularidade para atender o escopo do produto abordado.

### **3.2.2 As Ferramentas no Processo de Desenvolvimento de Produto**

Segundo Smith (2002), o objetivo do PDP é converter as necessidades e requisitos dos clientes em informação para que um produto ou sistema técnico possa ser projetado e produzido. Assim, no PDP, vinculam-se a identificação das necessidades do mercado e do cliente, e propõe-se soluções adequadas em toda fase do ciclo de vida do produto, desde a elaboração do projeto, assegurando e atribuindo a manufaturabilidade, buscando a qualidade, o custo reduzido e o preço competitivo. Portanto, o ambiente de desenvolvimento de produto compreende uma diversidade de métodos, ferramentas e modelos, os quais surgiram rapidamente e foram providos conforme o segmento da área de atuação e a necessidade de solucionar adequadamente as lacunas identificadas no processo do mesmo. Incluem-se outras ferramentas que são desdobramentos daquelas existentes pelas ocorrências de implementações. A este fato, relaciona-se a busca de qualidades potenciais das ferramentas de desenvolvimento, e Clark e Clark (1996) salientam que a escolha das ferramentas visa a estratégia e está intrínseca ao objetivo que a organização pretende atingir. No entanto, Santos (1996) argumenta que as empresas, de modo geral, investigam as melhores condições para o

desenvolvimento de novos produtos, além da opção estratégica, é uma necessidade para se manter no ambiente competitivo. Desta forma, Araujo e Duffy (1997) afirmam que o processo de seleção de ferramenta está baseado em três dimensões fundamentais: funcionalidade, adequação ao uso e qualidades; e também, consideram a influência dos elementos de intuição, conhecimento e experiência por parte das pessoas envolvidas para decidir a aquisição.

Em termos de buscar as ferramentas, há métodos e modelos adequados para o desenvolvimento de produto de forma que os utilizem conforme o nível de complexidade a ser abrangido Medeiros (1981) define como métodos sistemáticos ou intuitivos e afirma que:

a utilização de métodos sistemáticos se justifica na medida em que a explicitação do processo contribua para que se criem soluções levando em conta a experiência de um maior número de pessoas, inclusive pessoas não pertencentes à equipe de projeto; para que se possa produzir uma maior qualidade, e não só quantidade de soluções; e para que se possa acelerar o tempo gasto no processo de criar e avaliar soluções.

### **3.2.3 Definição de Projeto no Desenvolvimento de Produto**

O termo Projeto vem da circunstância de formar uma ideia ou plano para realizar um ato ou de formular uma configuração para comunicação e ação. Para elaborar um projeto, Back (1983) menciona que é uma atividade orientada para o atendimento da necessidade humana, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos de nossa cultura, por conseguinte, abarcam-se fatores técnicos, humanos, econômicos, sociais e políticos. Portanto, Back *et al.* (2008) sustentam que o projeto é um plano de um empreendimento a ser realizado – um produto com objetivo de atender a uma necessidade. O projeto, também denominado novos produtos, pode ser classificado em variantes de produtos existentes que são por evolução, por inovação ou criativos. Além da concepção de um novo produto, Rozenfeld *et al.* (2006) ressaltam que na atividade de PDP se encontram o desenvolvimento do projeto detalhado, planejamento de processo, testes, projeto de fábrica, acompanhamento no lançamento do produto.

Em termos de evolução, o projeto caracteriza-se pela possibilidade de melhorias nos modelos precedentes, por isso apresenta menos risco de falhas pelo conhecimento adquirido no modelo anterior, no entanto, apresenta menos possibilidade de competição. Por inovação requer um tempo mais longo no esforço de desenvolvimento e maior custo de pesquisa; e, nos criativos são produtos que potencializam novos campos do mercado, tem longo tempo de desenvolvimento e custo de pesquisa e risco elevados.

Do ponto de vista da engenharia, Back *et al.* (2008) definem que o projeto é o “uso de princípios científicos, informações técnicas e imaginação na definição de estruturas, máquinas ou sistemas para desempenhar funções pré-especificadas com máxima economia e eficiência”. Portanto, o projeto configura “uma atividade cognitiva, fundamentada em conhecimento e experiência, dirigida à busca de soluções ótimas para produtos técnicos, a fim de determinar a construção funcional e estrutural, e criar documentos com informações precisas e claras para a fabricação”. Desta forma, Medeiros (1981) sugere o alto nível de detalhamento, principalmente na etapa de análise, de observar os diferentes níveis do projeto isoladamente e no conjunto global para prever os problemas que forem detectados, conforme demonstrado nas metodologias de projeto no Quadro 3. Medeiros (1981) acrescenta também a possibilidade do processo se desenvolver linearmente ou em paralelo, onde se seguem várias etapas simultaneamente.

Quadro 3 – Metodologias de Projeto.

<b>Etapa de Identificação</b>	Identificação inicial do contexto de projeto (situação do projeto, processos de solução, produtos e política existentes, mercado e normas de legislação). Identificação dos fabricantes e usuários.
	Planejamento do trabalho (definição do escopo do projeto, do produto ou sistema de produtos.). Viabilização do projeto.
<b>Etapa de Análise</b>	<p>Análise do processo de trabalho.</p> <p>Análise das tarefas de comando (importância, frequência e tempo de uso).</p> <p>Análise dos fatores antropométricos.</p> <p>Análise das condições ambientais.</p> <p>Análise das tarefas de manutenção.</p> <p>Análise dos fatores morfológicos.</p> <p>Análise dos fatores de operação (sistema, subsistemas e funções técnicas do produto, obsolescência).</p> <p>Análise dos fatores de difusão.</p> <p>Análise dos fatores de produção.</p> <p>Análise e avaliação dos produtos existentes.</p>

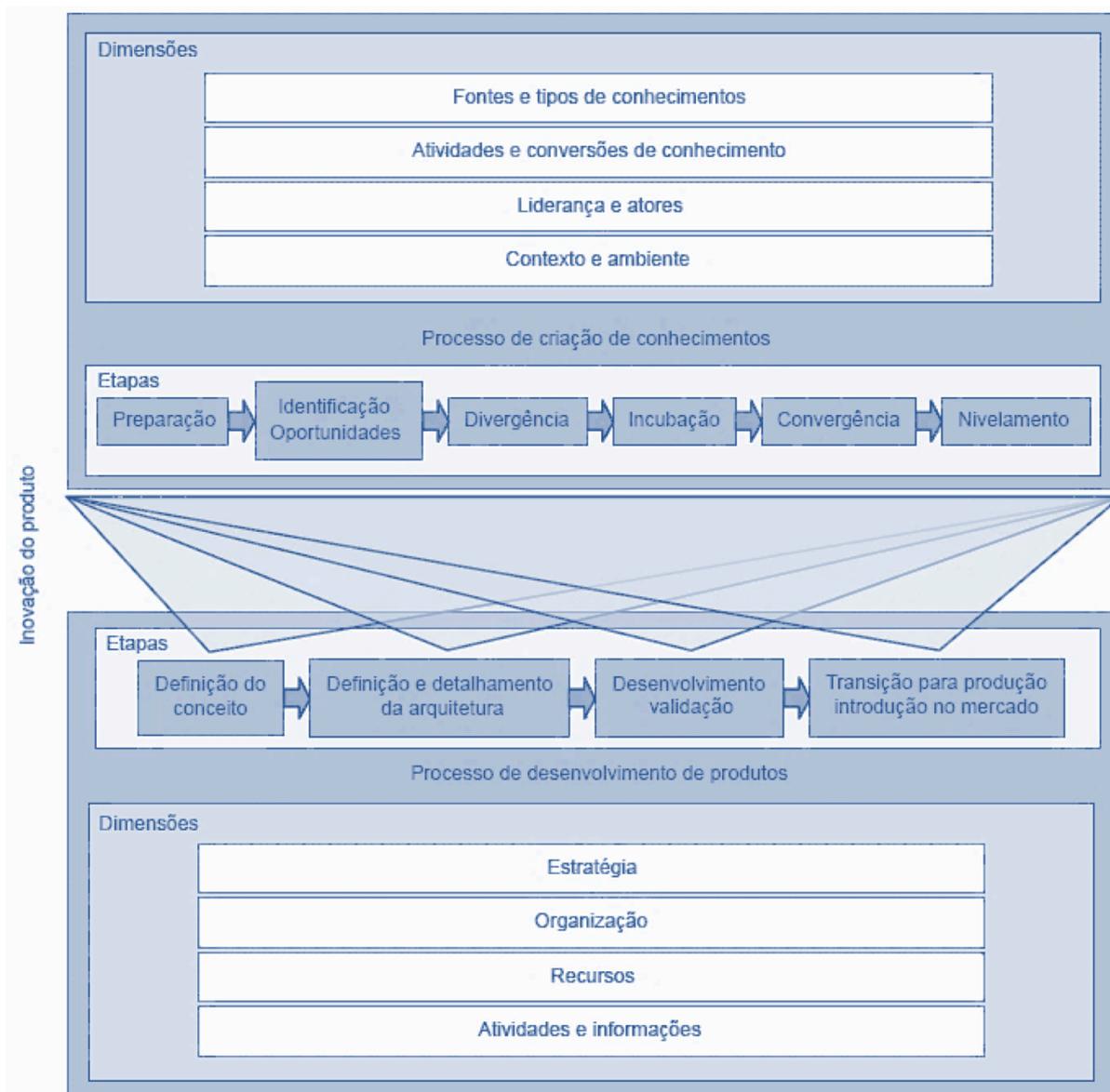
<b>Etapa de Definição dos Requisitos</b>	Definição dos requisitos e restrições. Definição de características e subsistemas do produto. Fracionamento e hierarquização dos subsistemas do produto. Programação da etapa seguinte.
<b>Etapa de Desenvolvimento</b>	Desenvolvimento de alternativas de concepção do produto como um todo. Avaliação e seleção de alternativas de concepção. Avaliação e seleção de alternativas para o produto. Desenvolvimento de alternativas para cada subsistema. Detalhamento da solução para cada subsistema. Desenvolvimento de alternativas para cada componente. Avaliação e seleção de alternativas para cada componente. Detalhamento da solução para cada componente. Desenvolvimento de alternativas para cada peça. Avaliação e seleção de alternativas para cada peça. Detalhamento da solução para cada peça. Desenvolvimento da concepção formal – avaliação da compatibilização dos subsistemas – execução de modelos e desenhos.
<b>Etapa de Testes</b>	Construção de protótipo(s) da(s) solução(ões) adotada(s).
<b>Revisão de Projetos</b>	Revisão de documentação.

Fonte: Adaptado de Medeiros (1981).

Diferentes atividades são efetuadas durante as fases do projeto na expectativa dos resultados que dependem da criatividade, desempenho, custo, data de entrega, lançamento do produto e outros. Estas fases geralmente consistem em: estudo de viabilidade, projeto preliminar, projeto detalhado, revisão e testes, planejamento da produção, planejamento do mercado, planejamento para consumo e manutenção e planejamento da obsolescência (BACK, 1983).

Na Figura 6, Rozenfeld *et al.* (2006) apresentam um modelo referencial para o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) com inovação do produto, que destaca as dimensões fundamentais do processo de criação de conhecimento para o processo de desenvolvimento de produtos. As dimensões fundamentais são: fontes e tipos de conhecimento, atividades e conversões de conhecimento, liderança e atores, e contexto e ambiente. Essas dimensões passam por um processo de criação de conhecimento seguindo as seguintes etapas: preparação, identificação de oportunidades, divergências, incubação, convergência e nivelamento. O processo de criação de conhecimento influencia para definir conceito, detalhamento da arquitetura, etapas de desenvolvimento e validação, e a etapa de transição para produção e introdução no mercado. Após a criação de conhecimento, passa-se para o Processo de Desenvolvimento de Produtos constituindo as dimensões de estratégia, organização, recursos, atividades e informações.

Figura 6 – Modelo referencial de PDP e inovação do produto.



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Nesta conjuntura, a definição do projeto também se estende como *Design* para expressar a área relacionada ao desenho industrial, e o profissional que atua, de forma geral, tem conhecimento de ergonomia, expressão e estética do produto. Do mesmo modo, encontram-se as linhas que concerne à metodologia, a ferramenta e ao processo de desenvolvimento do produto quanto à multidisciplinaridade, ao ciclo de vida do produto, à integração de equipes e à simultaneidade de atividades de desenvolvimento. Desta forma, conforme Back *et al.* (2008), o produto deve ser adequado aos atributos requeridos pelos usuários, desde a sua fase de concepção

até o descarte, e para isso, desenvolveu-se considerável número de técnicas para otimização integrada do produto. Nestes termos, a primeira técnica adotada e orientada por Einstein diz que o melhor projeto é o mais simples que funciona. Seguem-se alguns dos diversos conceitos e siglas que foram encontrados na literatura acerca de desenvolvimento produtos que surgiram a partir de década de 1980 (BACK *et al.*, 2008):

- a) projeto para configuração (*Design for Configuration*);
- b) projeto para precisão (*Design for Precision*);
- c) projeto para estética (*Design for Aesthetics*);
- d) projeto para custo (*Design for Cost/Profit – DFC*);
- e) projeto para robustez (*Design for Robustness*);
- f) projeto para modularidade (*Design for Modularity*);
- g) projeto para segurança e responsabilidade civil (*Design for Safety/liability – DFS*);
- h) projeto para normalização (*Design for Standards*);
- i) projeto para teste (*Design for Testability*);
- j) projeto para o ciclo de vida do produto (*Design for Life Cycle – DFCLC*) para avaliar continuamente as questões técnicas e econômicas do produto em todo o seu ciclo de vida;
- k) projeto para manufatura (*Design for Manufacturing – DFM*) para otimizar o sistema de manufatura como um todo;
- l) projeto para montagem (*Design for Assembly – DFA*) para otimizar a montagem do produto;
- m) projeto para confiabilidade (*Design for Reliability – DFR*) para avaliar os fatores que influenciam a confiabilidade do produto;
- n) projeto para meio ambiente (*Design for Environment – DFE*) para avaliar o impacto ambiental durante todas as fases do ciclo do produto;
- o) projeto para qualidade (*Design for Quality – DFQ*) para avaliar e garantir os requisitos para qualidade do produto;
- p) projeto para embalagem (*Design for Packaging/Transportability*);
- q) projeto para uso/ergonomia (*Design for Use/Ergonomics/Human Factors*);
- r) projeto para inspeção (*Design for Inspectability*);

- s) projeto para manutenibilidade (*Design for Maintainability/Repair*);
- t) projeto para apoio logístico (*Design for Supportability*);
- u) engenharia simultânea (*Concurrent Engineering – CE*) uma filosofia ou prática desenvolvimento de produto;
- v) desenvolvimento integrado do produto (*Integrated Product Development*);
- w) projeto universal (*Universal Design*) – projeto que facilita o uso pela maioria das pessoas, incluindo grupo de pessoas com características específicas como canhotos, idosos e pessoas com deficiências.

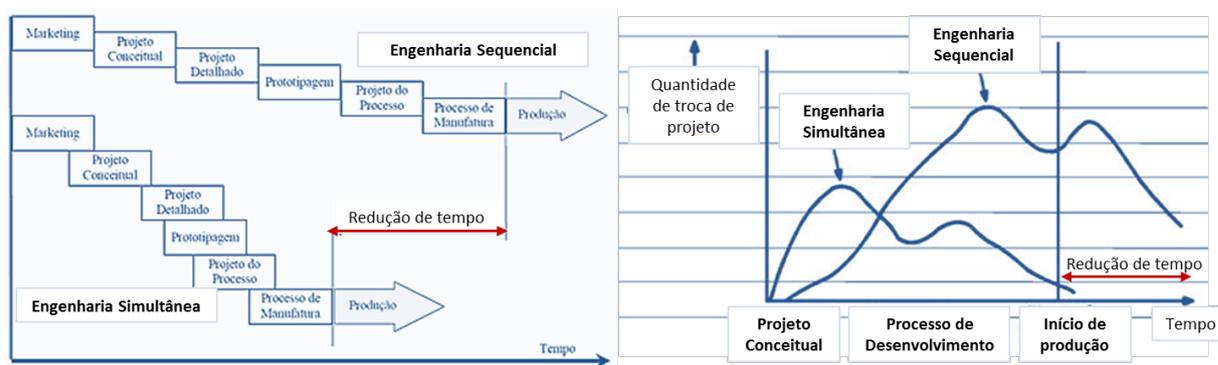
### 3.2.4 Engenharia Simultânea

A expressão “*Concurrent Engineering*” foi traduzido para o português por Engenharia Concorrente, Engenharia Paralela ou Engenharia Simultânea. O nome paralelo ou simultâneo aparece como alternativa para substituir o processo sequencial, também chamado de engenharia tradicional, para processo simultâneo de forma integrada, resultando em redução de custos e prazos. Logo, os agentes envolvidos quando utilizam a Engenharia Simultânea (ES) são conhecidos como 7Ts – *Tasks, Teamwork, Techniques, Technology, Time, Tools e Talents* (PRASAD,1996). Desta forma, Rozenfeld *et al.* (2006) observam que nos dias de hoje a Engenharia Simultânea é considerada a visão dos processos na sistematização do PDP.

A ES busca instrumentos e metodologias que permitem, aos membros da equipe do processo, o acesso compartilhado das informações atualizadas de modo que possam armazená-las e processá-las simultaneamente. Este acesso deve ser o mais livre possível de barreiras organizacionais ou geográficas, preservando os sigilos normais impostos pela dinâmica dos negócios (KRUGLIANSKAS, 1994).

Neste aspecto, Back e Ogliari (2001) e Eckart (2006) salientam que a ES envolve elementos como a qualidade, a redução do custo, o desenvolvimento integrado do produto, o gerenciamento do desenvolvimento do produto e outros, e quando comparadas com a engenharia sequencial, conforme apresenta a Figura 7, a abordagem de ES resulta também na redução de tempo no processo de desenvolvimento do produto.

Figura 7 – Engenharia Sequencial e Simultânea.



Fonte: Adaptado de Back; Ogliari, (2001) e Eckart (2006).

Eckart (2006) argumenta que a escolha de PDP baseado em um conceito de design pobre pode ser um erro caro, e exemplifica com projeto na área automobilística: “pelo menos 80 por cento do custo do ciclo de vida de um veículo é parado pela influência da escolha de conceito”. Logo, a ES pode sustentar rapidamente a evolução de conceitos e requisitos e evitar grandes erros ou retrabalho no final do projeto. Ou seja, Eckart (2006) esclarece que quando a ES é aplicada, o ciclo de projeto é reduzido porque ocorrem poucas alterações no *Design* pois existe a realização simultânea da fase de concepção anterior com a próxima fase no PDP, resultando menor frequência de erro no projeto.

Para Winner *et al.* (1988 *apud* PRASAD, 1996), a ES é concernente na sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e dos processos relacionados, incluindo as fases de manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer com que as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes. Ashley (1992 *apud* PRASAD, 1996) confirma que a abordagem sistemática que enfatiza o atendimento das expectativas dos clientes incluindo os valores de trabalho em equipes como confiança e compartilhamento para conduzir modificações durante todo o ciclo de vida do produto.

O conceito de ES se tornou mais abrangente podendo fazer o uso de métodos e sistemas integrados (ROZENFELD *et al.*, 2006), como incluir a cooperação e o consenso entre os envolvidos no desenvolvimento, o emprego de

recursos computacionais (CAD/CAE/CAM) e a utilização de metodologias (DFx, QFD, FMEA entre outras).

Conforme Kruglianskas (1992), Cleetus (1992), Hunt (1993), Hartley (1998), Back et al. (2008), entre as principais características da ES estão relacionadas: ênfase na satisfação do cliente, equipes multidisciplinares, autonomia das equipes, desenvolvimento simultâneo, líder para coordenar todo o processo de desenvolvimento de produto, padronização dos projetos, compartilhamento de informações, ferramentas informatizadas para agilizar os processos, práticas gerenciais e instrumentais para garantir a qualidade. Cabe ainda nas características, o trabalho em equipe, a forma de liderança, o envolvimento de fornecedores e clientes, o desenvolvimento simultâneo e integrado, a capacidade da manufatura em fazer protótipo, teste ferramental e produção-piloto, enfim, toda a condução dos projetos é considerada fatores para gestão e desempenho do PDP (CLARK; FUJIMOTO, 1991), (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993), (BROWNING, 2010).

Prasad (1997) salienta a prática das etapas que se sobrepõem e interagem na procura de solução, isto é, as divisões das etapas na ES são mais didáticas e não se percebe a interdependência existente entre elas, e assim, promove cada fase que tenha sobreposição e interatividade o que facilita na solução de problemas, reduz o tempo total de desenvolvimento, melhora a qualidade e reduz os custos. Para Futami (2012), a dinâmica e as incertezas do projeto requerem novos conhecimentos, os quais direcionam para formulação de novos métodos, que desencadeiam novas aprendizagens.

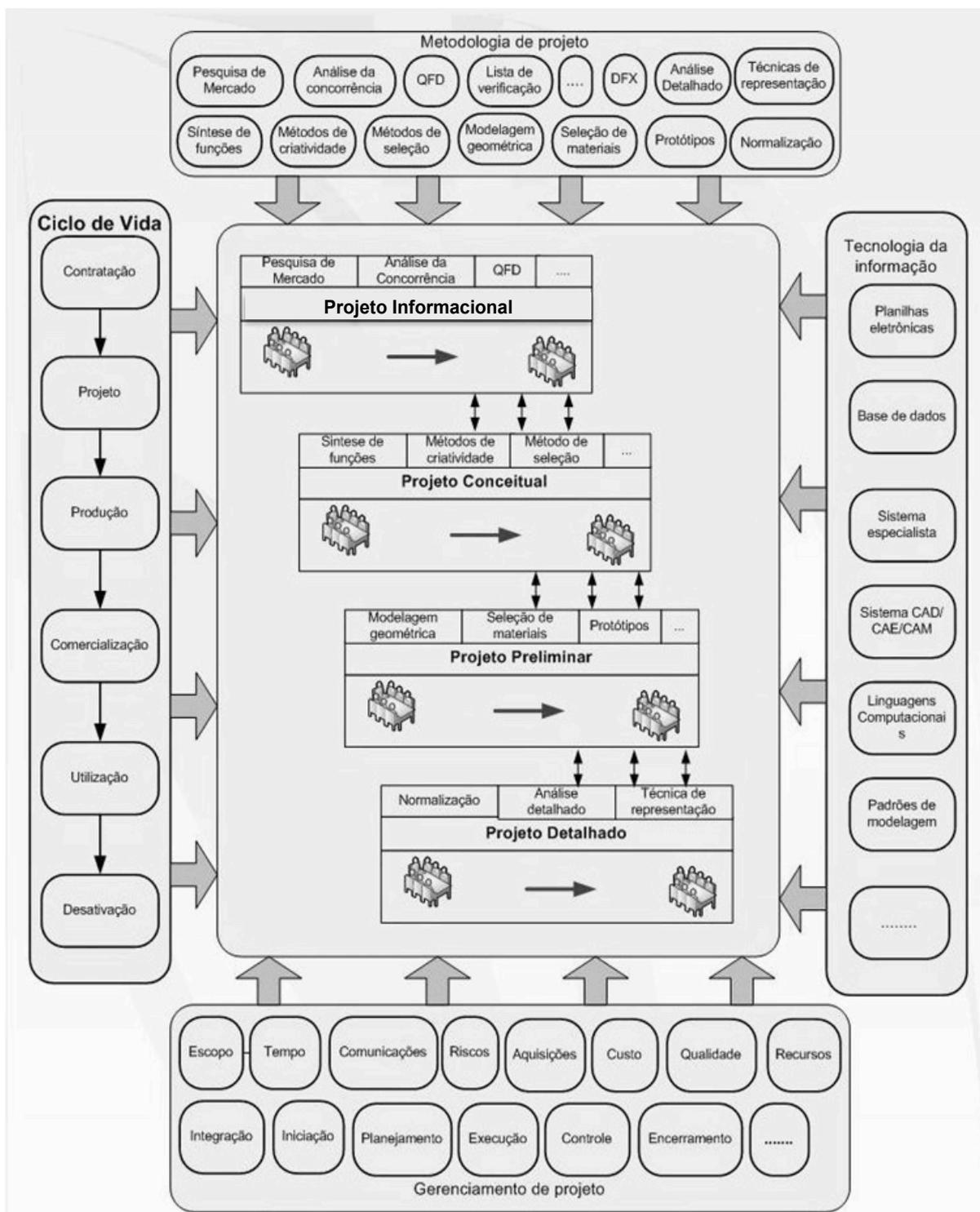
### **3.2.5 Desenvolvimento de Projeto Integrado de Produtos**

De acordo com Back *et al.* (2008), o processo de desenvolvimento integrado de produtos (PDIP) é uma metodologia por meio da qual uma equipe multidisciplinar desenvolve um projeto, considerando simultaneamente ao longo do seu desenvolvimento, as necessidades e restrições do ciclo de vida do produto. Baxter (2001) complementa e define que o desenvolvimento de novos produtos é uma atividade complexa, envolvendo diversos interesses e habilidades, tais como de atender os consumidores quanto aos desejos por novidades e melhores produtos a preços razoáveis; aos vendedores por requerer diferenciações e vantagens

competitivas; e por sua vez, aos empresários por querer pouco investimento e retorno rápido do capital. Por isso, este processo requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle detalhado e uso de métodos sistemáticos com abordagem interdisciplinar. Assim, os fatores internos da empresa devem estar voltados para cooperação entre a área técnica e marketing, onde informam as observações do mercado quanto aos benefícios significativos para os consumidores, que orientam as definições com precisão no planejamento e na especificação prévia do produto. Nestes termos, Back (1983) recomenda os estudos nas disciplinas opcionais de ciências humanas, ciências econômicas, ciências sociais e inclusive de artes, pois o profissional de engenharia frequentemente é forçado a considerar outros fatores paralelos. Assim, prepara-o de forma a abranger amplamente os fatos conhecidos para conversão adequada das especificações requeridas ao executar a função de projetar o produto em questão.

Back *et al.* (2008) afirmam que o modelo integrado para o projeto, apresentado na Figura 8, possibilita visualizar e inferir uma série de estudos e desenvolvimentos necessários para suportar as atividades do projeto destacando-se entre eles: o estudo de modelos genéricos do ciclo de vida do produto (contratação, projeto, produção, comercialização, utilização e desativação); desenvolvimento e implementação de métodos de projeto (pesquisa de mercado, análise de concorrência, QFD, lista de verificação, DFX, análise de detalhamento, técnicas de representação, síntese de funções, métodos de criatividade, método de seleção, modelagem geométrica, seleção de materiais, protótipos e normalização); gerenciamento de projeto (envolve escopo, tempo, comunicação, riscos, aquisições, custo, qualidade, recursos, integração, iniciação, planejamento, execução controle, encerramento e outros) e desenvolvimento de ferramenta computacionais de apoio ao projeto (planilhas eletrônicas, base de dados, sistema especialista, Sistema CAD/CAE/CAM, linguagem computacional, padrões de modelagem e outros). Estas atividades atuam diretamente no processo de desenvolvimento integrado nas fases: Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado.

Figura 8 – Modelo integrado para o projeto do produto.



Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008) e Okumura (2012).

As contribuições do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP) na elaboração do produto são:

- a) **redução de custos**, pois as mudanças ocorrem no decorrer do PDIP e quanto antes solucionado, menor será o custo envolvido (BACK *et al.*, 2008), (ROZENFELD *et al.*, 2006);
- b) **melhoria da qualidade**, Rozenfeld *et al.* (2006) afirmam que aumenta a qualidade do produto e diminui as modificações quando o processo é focado para o cliente e envolve os fornecedores;
- c) **aprendizado**, decorrente da equipe de PDIP ter contato nas diversas informações que proporcionam o conhecimento e habilidades diversificadas que contribuem para resolução de problemas (TAKEUCHI; NONAKA, 1986);
- d) **redução no prazo de desenvolvimento**, Corrêa e Gianesi (1994) afirmam que este item envolve a concepção moderna do PDIP e está relacionada com a melhoria de comunicação para o desenvolvimento simultâneo do produto, contribuindo na redução de retrabalhos;
- e) **flexibilidade**, Hauser e Clausing (1988) afirmam que o sistema de PDIP é realizado num ambiente integrado que fluem melhores alternativas para mudanças nos projetos conforme a necessidade do cliente.

Neste aspecto, Cunha (2008) menciona que no PDIP ocorre o fortalecimento do fluxo de informação entre as diversas funções que demandam por grupos constituídos de pessoas oriundas de diferentes áreas de conhecimento, e assim, predispõe o relacionamento interpessoal para concretizar a troca de informações num nível técnico aceitável, pois, uma das principais questões no PDIP é “do interfaceamento de informações entre as funções, assim construindo as bases do trabalho interfuncional”.

### 3.2.5.1 Modelo de Desenvolvimento Integrado de Produtos

Os modelos de referência surgiram para proporcionar uma visão única do PDP, nivelando os conhecimentos entre as pessoas que estão envolvidas para participar de um desenvolvimento específico. Futami (2012) comenta que o conhecimento e experiência do projetista determinam as características técnicas e econômicas do produto. Sendo assim, passa-se por uma linguagem única na empresa que servirá de base para todos. Desta forma, Rozenfeld *et al.* (2006) apresentam o modelo referencial de Processo de Desenvolvimento de Produto, conforme ilustrado na Figura 9, que mostra as macrofases Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento. A macrofase Desenvolvimento é destacada, concentrando os aspectos tecnológicos correspondentes à definição do produto, assim como suas características e forma de produção.

Figura 9 – Visão geral do modelo de referência.

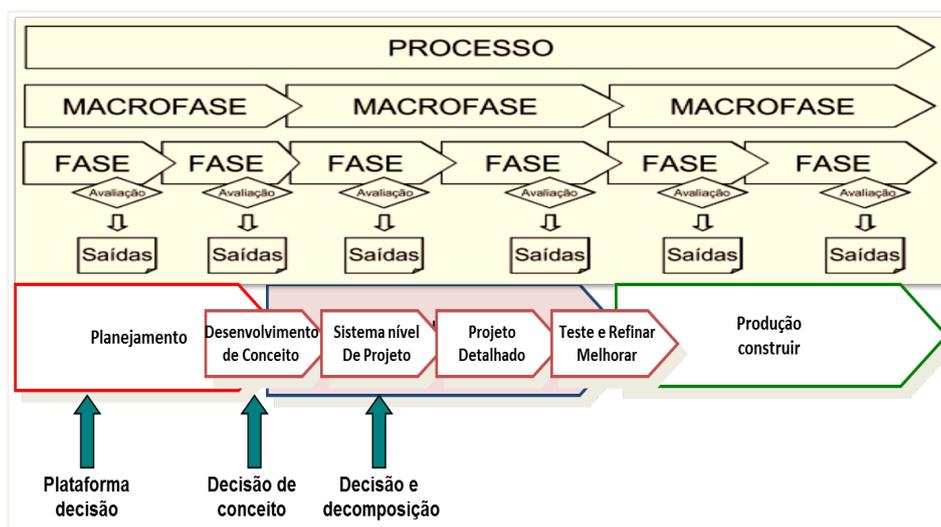


Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Por sua vez, Back *et al.* (2008) propõem um modelo de referência do PDIP para auxiliar no entendimento e prática do processo àqueles que atuam na área implementando melhorias no PDP. Neste modelo de referência, definido por Romano (2003), esboça-se primeiramente uma representação gráfica genérica do modelo, e logo abaixo, está relacionada a arquitetura do produto de Ulrich e Eppiger (2011) no PDP, conforme apresentado na Figura 10. Romano (2003) exprime de

forma generalizada que o processo, representado na Figura 10, é conjunto de macrofases, e que por sua vez, cada macrofase constitui em “n” fases.

Figura 10 – Representação gráfica genérica do modelo de referência.



Fonte: Autor baseado em Romano (2003) e Ulrich e Eppinger (2011).

Os números de macrofases e de fases variam de acordo com o processo do produto estudado e, ao final de cada fase, apresentam-se os pontos de avaliação dos resultados das fases e as saídas desejadas. Portanto, para cada fase são descritos os elementos: entradas de dados, traçar as atividades, tarefas, domínios, mecanismos, controles e saídas (ROMANO, 2003; OKUMURA, 2012).

Os autores Ulrich e Eppinger (2011) apresentam as diferentes formas de decisão durante as fases do PDP, que determinam os procedimentos subsequentes. As principais decisões estão na fase do Planejamento, o qual determina a viabilidade de prosseguir para o desenvolvimento do produto; na escolha dos conceitos, que serão aplicados na formação do projeto; e na fase de constituir o grupo de conceitos, como sistemas, que ocorrem as decomposições das atividades no projeto.

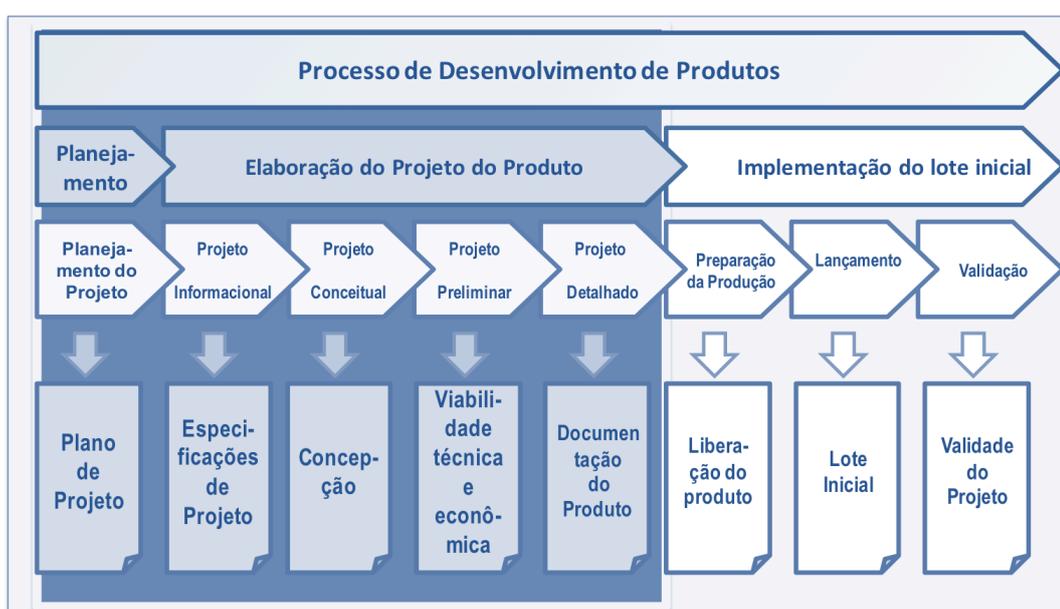
Esta pesquisa se concentra na fase de planejamento e na macro fase de elaboração do projeto do produto e, por conseguinte, nas fases e as tarefas. As fases compreendem o planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e o projeto detalhado; e as tarefas são procedentes de acordo com a sequência das fases dos projetos, abrangendo o plano de projeto, especificações de projeto, concepção do projeto, viabilidade técnica e econômica e a

documentação do produto. Portanto, para continuidade, seguem-se a abordagem das definições das fases envolvida neste projeto.

O modelo referencial de Back *et al.* (2003), demonstrado na Figura 11, apresenta a decomposição de três macrofases em oito fases, descritas abaixo:

- a) **planejamento do projeto:** envolve a elaboração do plano do projeto do produto, principal resultado da fase;
- b) **elaboração do projeto do produto:** decompõem-se nas fases de projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Entende-se estas fases como um conjunto de tarefas que é caracterizado por escopo, tempo de execução, recursos necessários e riscos. Os resultados destas fases trazem respectivamente: as especificações do projeto, a concepção do produto, a viabilidade técnica e econômica e a documentação do produto;
- c) **implementação do lote piloto:** decompõem-se em três fases que são preparação da produção, lançamento e validação do produto. Como resultado obtêm-se respectivamente, a liberação do produto, a liberação do lote piloto e a validação do produto.

Figura 11 – Representação gráfica do modelo do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos – PRODIP



Fonte: Adaptado de BACK *et al.* (2008).

De acordo com Romano (2003) e Back *et al.* (2008), nas atividades de tarefas da macrofase de elaborar o produto constam-se os seguintes elementos:

- a) **entradas**: informações ou objetos físicos a serem processados ou transformados pela tarefa;
- b) **mecanismos**: recursos físicos e/ou informações necessárias para a execução da tarefa como metodologias, técnicas, ferramentas;
- c) **controles**: informações usadas para monitorar ou controlar tarefas;
- d) **saídas**: informações ou objetos físicos processados ou transformados pela tarefa.

#### 3.2.5.2 Fase: Planejamento do Projeto

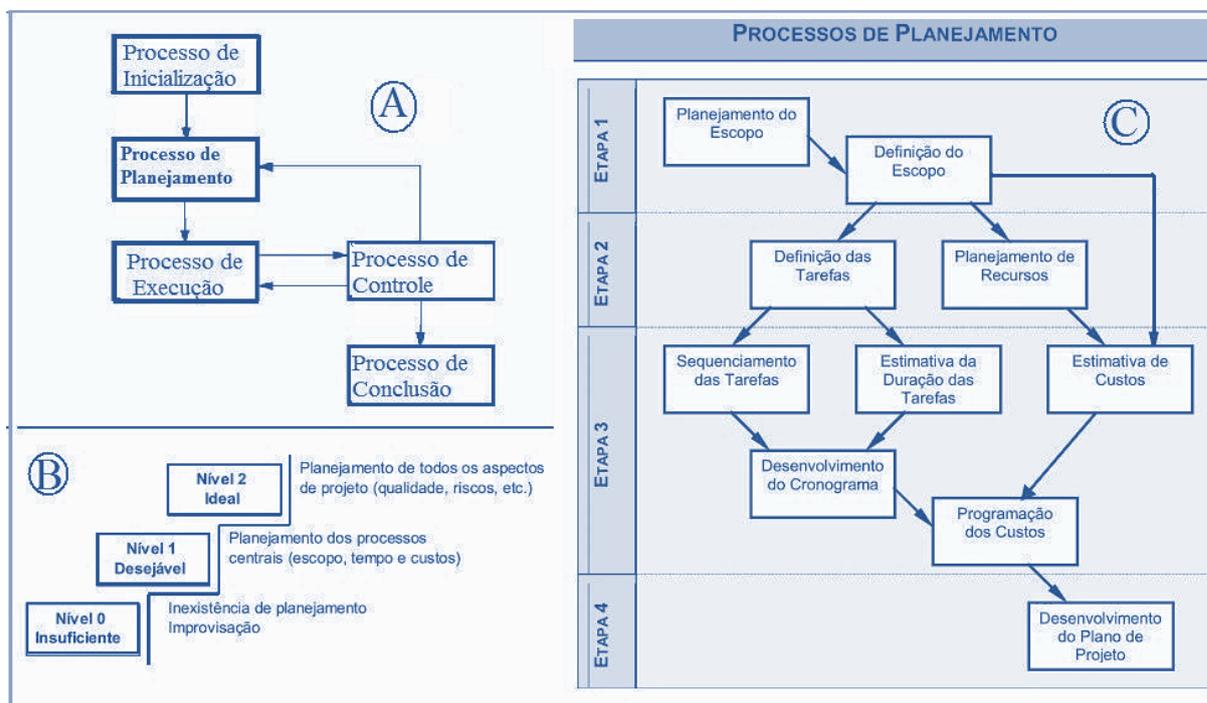
Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o planejamento do projeto é “uma fase macro de um dos projetos de novo produto planejados no portfólio”, onde consiste em agrupar informações relevantes para a execução do projeto. Essas informações estão relacionadas ao escopo do projeto e do produto, previsões das atividades e sua duração, prazos, orçamentos, definição do pessoal responsável, recursos necessários para realizar o projeto, especificação dos critérios e procedimentos para avaliação da qualidade, análise de riscos, e indicadores de desempenho selecionados para o projeto e produto. Portanto, o bom planejamento favorece e destaca o produto e a empresa no atual mercado competitivo, pois nesta fase, o produto a planejar encontra-se sob informações incipientes. Desta forma, Back *et al.* (2006) sugerem o uso de metodologias e métodos de apoio para reduzir as incertezas no processo de planejamento.

O gerenciamento de projeto de produtos é como um conjunto de conhecimentos multidisciplinar utilizado para gerenciar tarefas necessárias ao desenvolvimento de um produto, onde a tarefa designa “um trabalho que deve concluir em determinado prazo”. Sendo assim, o gerenciamento de projeto tem a importância na função de assistir as tarefas de pesquisa, de projeto e de administração e os conhecimentos utilizados no desenvolvimento de produtos. Portanto, o desenvolvimento de produto deve estar inserido no ambiente de

engenharia simultânea para que os trabalhos estejam conectados e promova integração de vários processos. Desta forma, um processo estará relacionado com a situação operacional e a utilização de recursos (ROMANO, 2003).

Romano *et al.* (2000) apresentam um modelo de gerenciamento de projetos com interesse de atender as necessidades de forma objetiva, clara e completa, o qual se apoiou no documento “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK), do Project Management Institute (PMI)”, que tem aprovação do American National Standard Institute (ANSI) como a norma americana de gerenciamento de projeto. Assim, demonstrado na Figura 12 – quadro “A”, o fluxo do processo geral, cujos grupos de processos são conectados pelas saídas de seus processos e resultam na entrada para o próximo processo. Em alguns casos, ocorre a tarefa de gerenciamento que se sobrepõe em cada fase do projeto, caracterizando a natureza integrada do gerenciamento de projetos.

Figura 12 – Modelo de gerenciamento do processo de projeto.



Fonte: adaptado de Romano *et al.* (2000).

Neste aspecto, o processo de planejamento tem relevância para o gerenciamento, pois abarca a elaboração do plano de projeto do produto, que em seguida, orienta o processo de execução na busca de alcançar os objetivos. Além destes processos, Romano *et al.* (2000) mencionam que podem fazer parte de

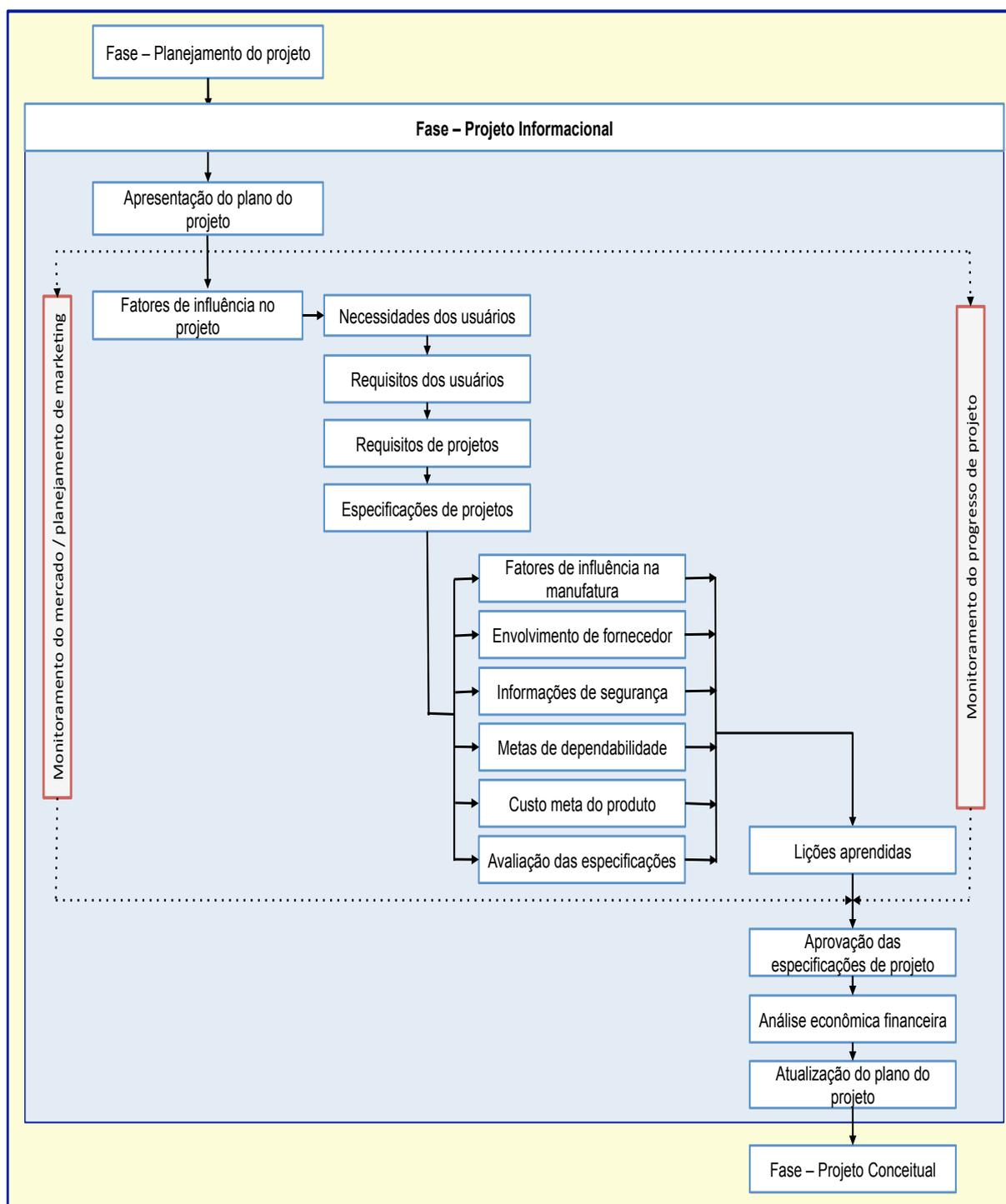
outros processos como facilitadores, dedicados ao planejamento da qualidade, planejamento dos riscos, planejamento organizacional, planejamento dos recursos humanos, planejamento das comunicações e planejamento de compras. Quanto à avaliação, Romano *et al.* (2000) explicam através dos níveis de planejamento zero, 1 e 2, conforme ilustrado na Figura 12 – quadro “B”, onde o nível zero corresponde ao trabalho realizado como “insuficiente” por falta de documentação ou registros para a execução do projeto; o próximo, nível 1, classificado como “desejável” se refere à verificação dos processos centrais de planejamento que envolvem o escopo, custo e tempo no plano de projeto; e o nível 2 ocorre quando exceder os processos descritos do nível 1, passando-se para a situação “ideal”, os quais abrangem outros processos como planejamento organizacional, qualidade, comunicação, riscos, entre outros.

Na Figura 12 – quadro “C” ilustra-se o planejamento de projeto destacando-se em quatro etapas os respectivos processos. Na primeira etapa está o planejamento e definição do escopo do projeto, na qual serão identificados o conteúdo de trabalho e seus resultados. Na segunda etapa, procedem as necessidades de recursos e das tarefas para a execução dos procedimentos de projeto. Na terceira etapa, segue-se a programação de quando e como serão utilizados os recursos e tarefas abordados na etapa anterior. E, na quarta etapa, finaliza-se o planejamento do projeto confeccionando o plano de projeto. Neste sentido, Romano *et al.* (2000) afirma que um planejamento estruturado fornece “uma filosofia, uma estrutura e um formato das informações a serem manipuladas, permitindo o levantamento do que é necessário fazer na execução do projeto”, assim como organiza as informações para que as equipes de gerenciamento e de projeto possam utilizá-las da melhor forma.

### 3.2.5.3 Fase: Projeto Informacional

A fase do projeto informacional se destina às especificações de projeto do produto, em que são identificadas as necessidades dos clientes que são desdobradas em requisitos dos usuários, conforme demonstrado na Figura 13. Estes requisitos são definidos como requisitos de projeto de produto, considerando diferentes atributos: funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, de modularidade, estéticos e legais, entre outros (BACK *et al.*, 2008).

Figura 13 – Fluxograma da fase de projeto informacional



Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008).

Rozenfeld *et al.* (2006) definem que a fase inicial da pesquisa de informações inclui o estabelecimento do ciclo de vida do produto, os quais formalizam as características do produto a ser desenvolvido. Portanto, Romano (2003) salienta que da fase de planejamento de projeto até o final da fase de projeto informacional correspondem à análise da necessidade de realização de todas as atividades das fases de projeto conceitual e preliminar, principalmente quando se refere ao caso de produtos aperfeiçoados e adaptados. Para Pahl e Beitz (1996), o projeto informacional, que corresponde à fase de esclarecimento da tarefa no projeto, proporciona a análise das concepções conhecidas com relação ao atendimento às especificações de projeto e nos casos de inexistência das concepções. Esses autores aconselham passar para a fase seguinte do projeto preliminar ou projeto detalhado. Desta forma, a atividade da fase de projeto informacional é a de mapear o ciclo de vida do produto e definir, para cada fase desse ciclo, os clientes envolvidos com o produto e o projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Na fase do projeto informacional, Romano (2003) enfatiza as etapas e sugestão das tarefas a serem executadas, conforme o Quadro 4. Nesta fase, os requisitos do cliente aparecem de forma subjetiva, pois geralmente são expressos na “linguagem do consumidor”, por isso, Rozenfeld *et al.* (2006) recomendam que sejam descritos por meio de características técnicas, ou seja, possíveis de serem mensuradas definindo-se, assim, os chamados requisitos do produto. Os requisitos do produto associados aos valores não mensuráveis formam as especificações do projeto que levam à verificação da viabilidade econômica, o *gate* da fase e o registro das decisões tomadas, e lições aprendidas.

Quadro 4 – Estrutura detalhada do modelo NeDIP/UFSC do projeto informacional.

Etapas	Sugestão para tarefas
Pesquisar informações sobre o tema de projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabelecer o ciclo de vida do produto</li> <li>- Pesquisar por informações técnicas</li> </ul>
Identificar as necessidades dos clientes do projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir os clientes do projeto ao longo do ciclo de vida do produto</li> <li>- Coletar necessidades dos clientes</li> </ul>
Estabelecer os requisitos dos clientes	Desdobrar as necessidades dos clientes em requisitos dos clientes

Estabelecer os requisitos do projeto	Definir os requisitos do projeto
Hierarquizar os requisitos de projeto	Aplicar a matriz da casa da qualidade
Estabelecer as especificações do projeto	Aplicar o quadro de especificações de projeto

Fonte: Baseado em Romano (2003).

Neste contexto, Back *et al.* (2008) afirmam que os requisitos do projeto são resultados da transformação, do agrupamento, compactação e classificação das necessidades dos usuários, cujos resultados expressam atributos de qualidade do produto, geralmente de forma qualitativa.

A aprovação desta fase compreende o cumprimento de algumas características das especificações obtidas, tais como: abrangência, ambiguidade, redundância, clareza, praticabilidade e se as metas das especificações de custo estão de acordo com o custo do produto. Sendo assim, Rozenfeld *et al.* (2006) afirmam que na atividade de revisar e atualizar o escopo do produto são coletadas e analisadas as informações que auxiliam a equipe de projeto a entender, da forma mais completa possível, o real problema, como: análise do problema de projeto, analisar tecnologias disponíveis e necessárias, pesquisar padrões/normas, patentes e legislação, e pesquisar produtos concorrentes e similares.

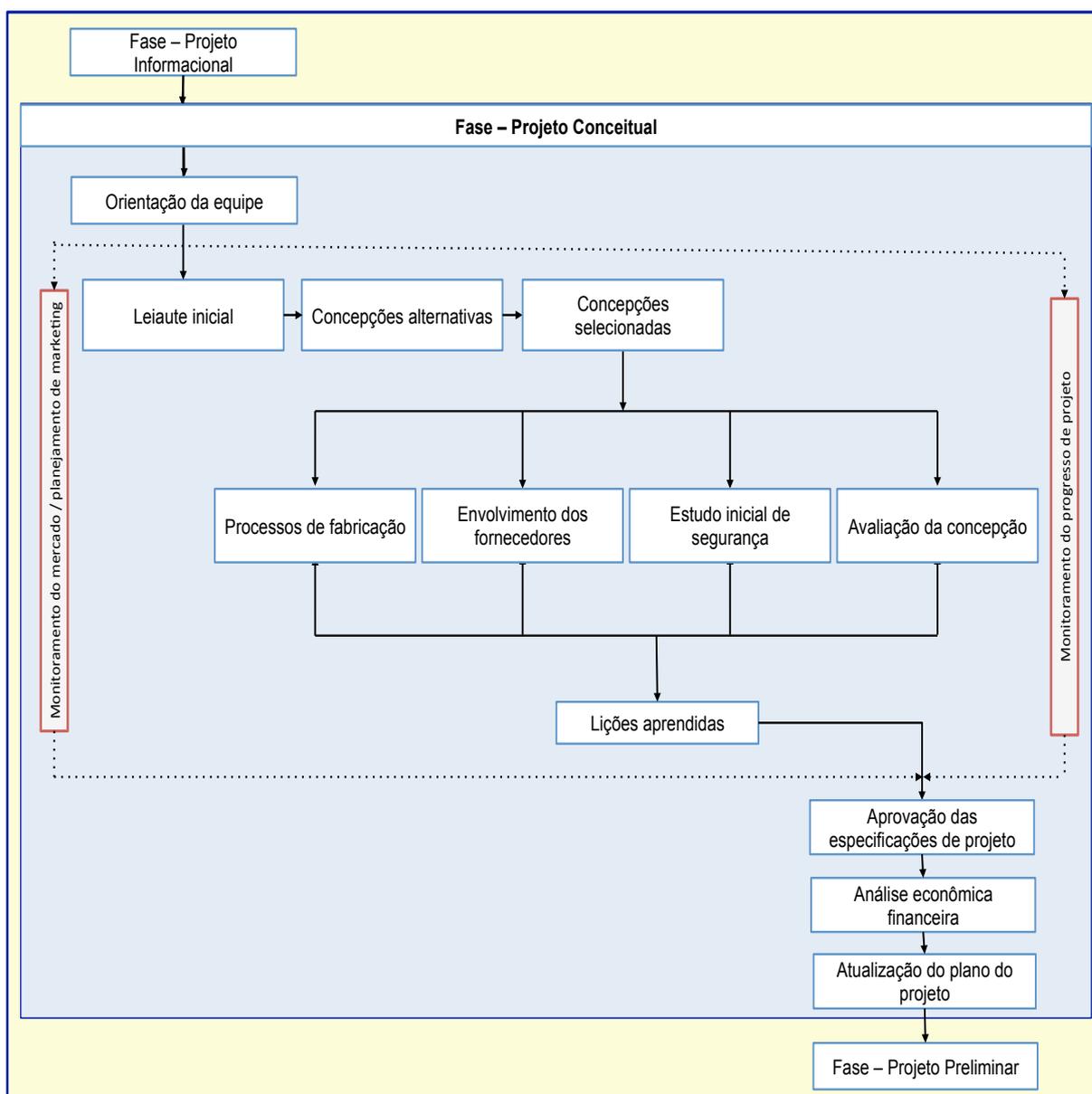
Segundo Back *et al.* (2008), os principais métodos aplicados para abordar as necessidades dos usuários são: entrevistas estruturadas com usuários; parcerias ou alianças no projeto; informações de consultores e especialistas; método de *Delphi*; sessões de *brainstorming*; experiências pessoais e da empresa; análise de perfis de uso; pesquisa em material publicado e método do desdobramento da função qualidade.

#### 3.2.5.4 Fase: Projeto Conceitual

A fase Projeto Conceitual tem o objetivo de estabelecer a estrutura funcional do produto envolvendo a definição da função global. Esta atividade coloca o planejamento de marketing para monitoramento do mercado e identificação de variações que podem influenciar no desenvolvimento da concepção, conforme demonstrado na Figura 14. Desta forma, a seleção da concepção faz uma análise

comparativa entre as alternativas, considerando: as especificações de projeto; o custo meta ou alvo; os riscos de desenvolvimento e do plano de manufatura quanto a complexidade, prazo, custo, envolvimento de fornecedores, e as metas de qualidade, de segurança e de dependabilidade (BACK *et al.*, 2008).

Figura 14 – Fluxograma da fase de projeto conceitual.



Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008).

Nesta fase do projeto conceitual, Baxter (2001) salienta que o foco está em produzir os princípios de projeto para o novo produto que deve ser suficiente para atender às exigências do consumidor e apresentar como produto inovador ao mercado. Para isso é preciso atingir os benefícios básicos no projeto conceitual, ou seja, as linhas básicas da forma e função do produto que são definições de uma boa compreensão das necessidades do consumidor e dos produtos concorrentes. Além disso, Back e Forcellini (2000) realçam que no projeto conceitual são executados cerca de 20% do trabalho do projeto e, estes definem 80% do seu custo, devido ao processo estar evoluindo da fase abstrata para a concretização do projeto de produto sem ter custos de recursos. Neste contexto, Romano (2003) sintetiza que a fase de planejamento conceitual é de desenvolver a concepção do produto a partir da verificação do escopo do problema, que inclui a análise das especificações de projeto e a identificação das restrições. Segue-se com o estabelecimento da estrutura funcional e a pesquisa por princípios de solução, os quais determinam as concepções alternativas para avaliação e seleção das concepções mais promissoras.

Para a fase de planejamento conceitual, Back *et al.* (2008) recomendam o uso de métodos ou procedimentos que permitam soluções inovadoras, ou seja, aprofundar em processos criativos ou geração de concepções para obter um conjunto de soluções, de forma rápida e resultados inovadores. Por isso, Baxter (2001) enfatiza as gerações de ideias como ferramenta, cujas etapas da criatividade passam por:

- 1) período de preparação para absorver e digerir as informações disponíveis;
- 2) ideias geradas com o máximo de imaginação e criatividade possíveis, e
- 3) melhor ideia for selecionada em comparação com os critérios estabelecidos no início do processo.

Baxter (2001), Rozenfeld *et al.* (2006) e Back *et al.* (2008) sugerem alguns métodos e ferramenta, conforme relacionados no Quadro 5.

Quadro 5 – Métodos e Ferramenta para criatividade e inovação.

Tipo de Métodos	Métodos e Ferramentas
<b>Intuitivos de geração de concepções do produto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brainstorming</li> <li>- Método de Delphi</li> <li>- Método Sinético (Técnicas de criação com atividade espontânea cerebral e do sistema nervoso por meio de analogias diretas, pessoais, simbólicas e outras)</li> <li>- Método da listagem de atributos</li> <li>- Método da instigação de questões</li> <li>- Brainwriting</li> <li>- Análise paramétrica</li> <li>- Análise do problema</li> <li>- Análise morfológica</li> <li>- MESCRAI (modifique, elimine, substitua, combine, rearranje, adapte, inverta)</li> <li>- Analogias (proximidade, semelhança, contraste, causa-efeito)</li> <li>- Avaliação FISP (Fases integradas de solução de problemas)</li> </ul>
<b>Sistemáticos de geração de concepções</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método da matriz morfológica</li> <li>- Análise do valor</li> <li>- Teoria de solução inventiva de problemas – TRIZ</li> </ul>

Fonte: Okumura (2012) baseado em Baxter (2001); Rozenfeld *et al.* (2006); Back *et al.* (2008).

No início da fase de Projeto Conceitual, Rozenfeld *et al.* (2006) argumentam que o produto é modelado funcionalmente e descrito de uma forma abstrata, independente de princípios físicos. Para isso, inicia-se com a definição global do produto que, em seguida, é desdobrada em várias estruturas de funções do produto até que seja selecionada. Assim como para cada estrutura de funções, define-se a arquitetura que contem a estrutura do produto em termos dos componentes e suas conexões. Através dessa arquitetura se originam as concepções que agregam informações de estilo e dos possíveis fornecedores, que direcionarão o processo de seleção para definir a concepção que melhor atende às especificações-meta e a outros critérios de escolha.

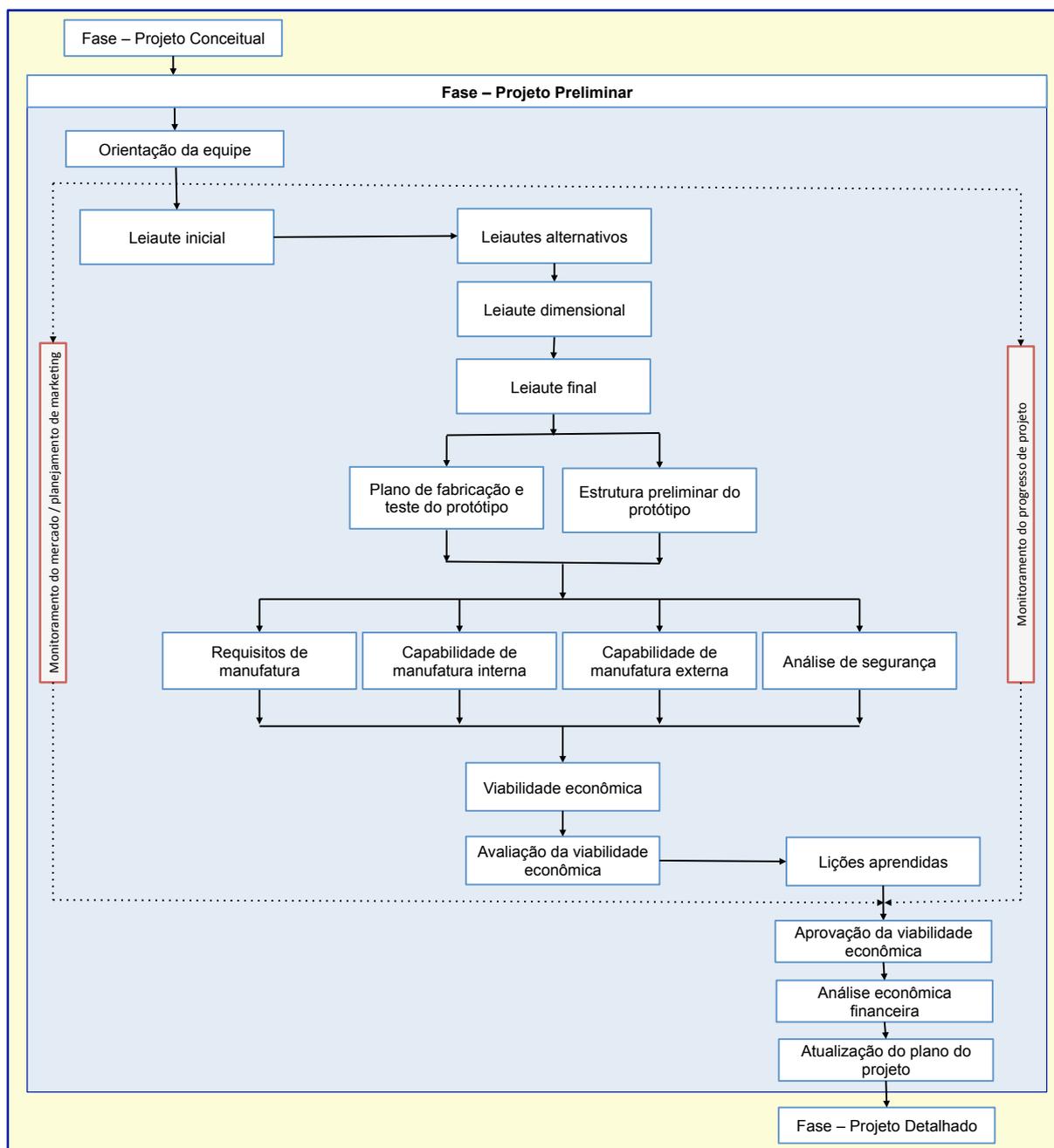
Nesta fase, são tratados os aspectos gerais de custos que possam desenvolver ou identificar uma concepção economicamente viável, a comparação de concepções alternativas e adoção dos princípios do projeto que tornem o produto mais competitivo sob este ponto de vista pois, a análise de custo do ciclo de vida tem como principais aplicações: determinar a viabilidade de concepção do projeto, dar suporte à seleção da melhor concepção, definir os níveis de atributos mais apropriados, efetuar a análise de compromisso e determinação de quais são as atividades mais críticas em relação ao custo elevado. Desta forma, o custo total do ciclo de vida compreende os custos de todas as atividades desenvolvidas ao longo do período, sendo conveniente decompor em duas classes: custo de aquisição e custo de pós-venda. O custo de aquisição compreende o custo de pesquisa, projeto, construção e teste de protótipos, elaboração de informações de operação de operação e manutenção do produto, fabricação do produto, custos de administração, custos de garantia e o lucro da empresa fabricante (BACK *et al.*, 2008).

Back *et al.* (2008) acrescentam que durante os estudos para identificação dos processos de fabricação, ocorre o procedimento da atividade simultânea, como a definição de prazos junto ao fornecedor para o desenvolvimento do projeto preliminar e detalhado das subfunções especificadas na estrutura funcional, e paralelamente, é realizado o estudo inicial de segurança na concepção selecionada. A conclusão desta fase passa por aprovação para a fase seguinte, sendo assim, pode-se realizar a análise e atualização econômica e financeira do plano do projeto (BACK *et al.*, 2008).

### 3.2.5.5 Fase: Projeto Preliminar

A fase do Projeto Preliminar constitui na elaboração do projeto do produto. Inicia-se com a orientação da equipe de desenvolvimento acerca das atualizações do plano do projeto, conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxograma da fase de projeto preliminar.



Fonte: Okumura (2012) adaptado de Back *et al.* (2008).

Segundo Romano (2003), a fase do projeto preliminar tem como objetivo obter o detalhamento inicial das concepções do produto, sendo que as principais atividades incluem a elaboração dos *layouts* preliminares, detalhados e os desenhos de formas, encerrando-se com a verificação dos documentos gerados, onde o resultado da fase é o *layout* definitivo da concepção do produto.

As tarefas realizadas nesta fase são:

- 1) identificação das especificações de projeto que relacionam os requisitos de dimensões, leiaute de posição, material, segurança, ergonomia e manufatura;
- 2) definição dos componentes e/ou unidades de grupos existentes a serem utilizados, ou seja, comprados e/ou desenvolvidos por fornecedores;
- 3) revisão das patentes e considerações sobre aspectos legais e de segurança;
- 4) seleção de leiautes alternativos para atender ao número de modelos do produto definidos no planejamento de marketing;
- 5) estabelecimento das principais dimensões dos componentes, tipo de material, processo de fabricação, tolerâncias;
- 6) realização de testes com *mock-up* para confirmar o atendimento dos leiautes dimensionais sob o ponto de vista da viabilidade técnica do projeto, dos processos de manufatura, visando à otimização da concepção.

Juntamente às tarefas são monitorados o mercado e o planejamento de marketing para identificar variações que podem influenciar no estabelecimento do leiaute final do produto (BACK *et al.*, 2008).

Esta fase do projeto preliminar faz uso de diferentes tipos de modelos para delinear o protótipo, como icônicos, analógicos, numéricos, computacionais e protótipos virtuais. Também, inicia-se o desenvolvimento do plano de fabricação e de teste do protótipo e a elaboração da estrutura preliminar do protótipo. Assim, definem-se os requisitos de manufatura do protótipo, avalia-se a capacidade de manufatura interna e externa dos componentes e, realiza-se a análise de segurança sobre o leiaute final. Back *et al.* (2008) argumentam que ao final da fase são realizadas a análise econômica e financeira e a atualização do plano do projeto acerca do atendimento ao plano estratégico de negócio da empresa.

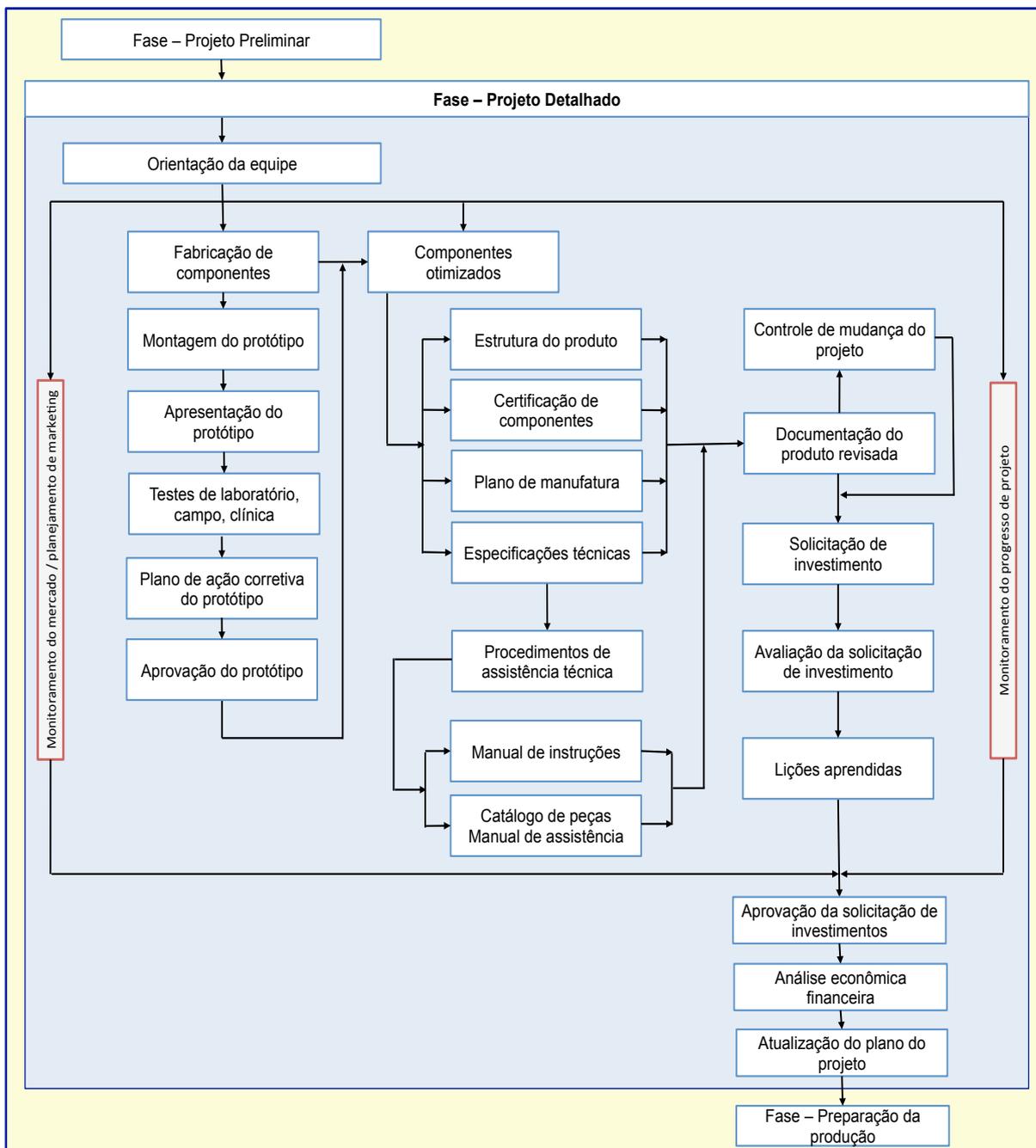
### 3.2.5.6 Fase: Projeto Detalhado

De acordo com Romano (2003), a fase do projeto detalhado tem o objetivo de fixar a disposição, a forma, as dimensões e as tolerâncias de todos os componentes, assim como, as especificações dos materiais e a viabilidade técnica e econômica são reavaliadas. Como resultado, esta fase compreende a documentação necessária para construção e a montagem do protótipo e produção do produto projetado, conforme ilustrado na Figura 16.

Neste contexto, Back *et al.* (2008) salientam que a fase do projeto detalhado tem os seguintes propósitos: aprovação do protótipo; finalização das especificações dos componentes; detalhamento do plano de manufatura; e preparação da solicitação de investimento. Simultaneamente ao teste e à aprovação do protótipo é realizada a conclusão das especificações dos componentes, e assim, a estrutura do produto é completada, os componentes certificados, o plano de manufatura detalhado e as especificações técnicas fixadas. Cabe também, a elaboração dos manuais de instrução, de assistência técnica e do catálogo de peças.

Após concluir o projeto do produto e o plano de manufatura, são efetuadas a revisão da documentação e a implementação do controle das mudanças do projeto, . Segue-se para avaliação no plano estratégico de negócio da empresa e encerra com a análise econômica e financeira do projeto de produto e a atualização do plano do projeto para solicitação do investimento. Do mesmo modo da fase do projeto preliminar, esta fase continua o acompanhamento em paralelo ao planejamento de marketing e monitoramento do mercado.

Figura 16 – Fluxograma da fase de projeto detalhado.



Fonte: Okumura (2012) adaptado de Back *et al.* (2008).

### 3.3 TECNOLOGIA ASSISTIVA

O termo “tecnologia assistiva” foi proposto por Sasaki (1996), que procede da tradução de “*assistive technology*” para o português, cuja palavra “assistiva” é resultado do fenômeno da evolução da língua, tanto em inglês como no português. O termo surgiu decorrente ao uso do vocabulário técnico ou popular, nas conversas, nos debates, e na literatura como contexto de algo “que assiste, ajuda, auxilia”, e referenciada para confecção ou fabricação, ou mesmo para prestação de serviços de profissionais na intervenção tecnológica para atender pessoa com necessidades especiais.

Em muitos casos, o termo tecnologia assistiva é encontrado como “assistida”, “ajudas técnicas” ou “técnica de apoio”, mencionadas antes da atualização, e também de dúvida pelo fato de não constar ainda nos dicionários. Entretanto, começam gradativamente a conversão, tanto que nas Leis e nas Chamadas Públicas de projetos oficiais consta o termo tecnologia assistiva (TA), assim, Brasil (2009), Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) e a Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República e dentro do Decreto nº 5.296, tem a perspectiva de “aperfeiçoar, dar transparência e legitimidade no desenvolvimento da Tecnologia Assistiva no Brasil”. Galvão Filho (2009) afirma que o termo Tecnologia Assistiva é “uma expressão nova, que se refere a um conceito ainda em pleno processo de construção e sistematização”.

#### 3.3.1 Definição de Tecnologia Assistiva

Em 1988, o congresso dos Estados Unidos da América (EUA) aprovou a Lei, que estabelece sobre tecnologias para dar assistência para pessoas com deficiência, conhecida como “*Technology Related Assistance for Individuals with Disabilities Act* (Tech Act)”. O termo “tecnologia assistiva” é utilizado e definido na lei que refere sobre a educação para crianças com deficiência em 1990 no “*Education of the Handicapped Act* (EHA)”. Mais tarde a EHA foi alterado para “*Individuals with Disabilities Education Act* (IDEA)”, e juntamente com a “*Americans with Disabilities Act* (ADA)” atribuíram o termo e a definição da TA. Em seguida, em 1995, a lei “Tech

Act” foi atualizada, e em 1998 foi estabelecida utilizando o termo da TA e as mesmas definições que constam na IDEA e ADA (USA, 1990; 1998).

Na literatura, no Estatuto da Pessoa com Deficiência e no Estatuto da Pessoa Idosa encontram-se muitas definições semelhantes sobre a Tecnologia Assistiva apresentando algumas particularidades ou complementando uma a outra, que são relacionadas a seguir:

- a) 1990 a 1994 – A IDEA e ADA utilizam o termo TA e definem em dispositivo da TA e serviços da TA, assim, o termo "dispositivo de tecnologia assistiva", significa qualquer item, peça de equipamento ou sistema de produto, seja o mesmo adquirido comercialmente, modificado ou personalizado, o qual é usado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Quanto o termo "serviço de tecnologia assistiva", significa qualquer serviço que auxilia diretamente uma pessoa com deficiência seja para escolher, adquirir ou no uso de um dispositivo da Tecnologia Assistiva (USA, 1990; 1998);
- b) 1995 - Cook e Polgar (2015) corroboram com a definição de USA (1990), e complementam que a TA é: “uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas funcionais encontrados pelos indivíduos com deficiência”;
- c) 1998 - Em Public Law 108-364 de 2004, citada como Lei da Tecnologia Assistiva de 1998 dos Estados Unidos da América (USA, 1998; 2004), que foi estabelecida desde 1995, apresenta a mesma definição de EHA e ADA dividindo a TA em dispositivos e serviços (USA, 1990; 1998; RESNA, 2014);
- d) 1998 - No Empowering Users Through Assistive Technology (EUSTAT), formado por uma comissão de especialistas de países da União Européia, estabeleceram uma clareza do que compreende no contexto tecnologia: “Em primeiro lugar, o termo tecnologia não indica apenas objetos físicos, como dispositivos ou equipamento, mas antes se refere mais genericamente a produtos, contextos organizacionais ou “modos de agir” que encerram uma série de princípios e componentes técnicos” (EUROPEAN COMMISSION DGXIII, 1998; BRASIL, 2009);

- e) 1999 - Conforme o Decreto nº 3.298/1999 (BRASIL, 1999), cujo termo de TA está como Ajudas Técnicas, define que “ajudas técnicas, para os efeitos deste Decreto, são os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social (BRASIL, 2009);
- f) 2004 - No Decreto Federal nº 5296/2004 encontra-se o termo ajuda técnica e salienta-se que são “produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida” (BRASIL, 2004; 2016);
- g) 2007 - Na Norma Internacional ISO 9999 (2007) encontra-se a TA como Ajudas Técnicas e está definida como: “[...] qualquer produto, instrumento, estratégia, serviço e prática, utilizado por pessoas com deficiência e pessoas idosas, especialmente produzidos ou geralmente disponíveis para prevenir, compensar, aliviar ou neutralizar uma deficiência, incapacidade ou desvantagem e melhorar a autonomia e a qualidade de vida dos indivíduos”;
- h) 2007 - O Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) e a Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (SEDH) (2007) definiram a TA de forma bem abrangente: “uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”;
- i) 2008 - O Catálogo Nacional de Ajudas Técnicas de Portugal (CNAT, 2008) apresenta como: “ajudas técnicas de qualquer produto, instrumento, estratégia, serviço e prática utilizada por pessoas com deficiência e pessoas idosas, especialmente produzida ou geralmente disponível para prevenir, compensar, aliviar ou neutralizar uma deficiência, incapacidade ou desvantagem e melhorar a autonomia e a qualidade de vida dos indivíduos”;

- j) 2008 - O Instituto de Tecnologia Social - ITS (ITS; MICROSOFT, 2008) define de modo conciso que a TA “é toda e qualquer ferramenta, recurso ou processo utilizado com a finalidade de proporcionar uma maior independência e autonomia à pessoa com deficiência ou dificuldades”;
- k) 2008 – Hersh e Johnson (2008) do *Center for International Rehabilitation Research Information and Exchange* (CIRRIE) conceituam que tecnologia assistiva abrange tecnologias, equipamentos, dispositivos, aparelhos, serviços, sistemas, processos e modificações ambientais, os quais são utilizados por pessoas com deficiência e/ou idosos para superar as barreiras sociais, infraestruturas e outras, permitindo sua plena participação na sociedade e a capacidade de realizar atividades com segurança e facilidade;
- l) 2009 - Galvão Filho (2009b) explica que a TA concerne a qualquer recurso, produto ou serviço que favoreça a autonomia, a atividade e a participação da pessoa com deficiência, o qual se encontra como forte aliado nas tecnologias de informação e comunicação. Deste modo, por meio da TA e tecnologia de informação e comunicação, as pessoas até com graves comprometimentos começam a poder realizar atividades ou desempenhar tarefas que, até bem recentemente, lhes eram inalcançáveis;
- m) 2013 - Conforme Bersch (2013), TA “é um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão”.

### **3.3.2 História da Tecnologia Assistiva**

Pode-se considerar que os recursos orientados à Tecnologia Assistiva (TA) existe há muito tempo e acompanham a história do homem desde os primórdios, pois qualquer instrumento que é utilizado como apoio, possibilitando executar uma atividade, mesmo improvisado, assume as funções de TA. Neste contexto, Fritz (2002) menciona o uso do cajado por Moisés e Aarão na história bíblica, que tinham mais de 80 anos de idade para atravessar o deserto de Egito ou para subir o Monte Sinai (FRITZ, 2002). No entanto, os produtos da TA ganharam impulso somente em

meados do século XX, juntamente com a Engenharia de Reabilitação devido a necessidade de melhorar as próteses e órteses de milhares de soldados que retornaram com deficiência física da Segunda Guerra Mundial só em 1940 (STORY *et al.*,1998).

A partir da década de 1950, os centros de engenharia de reabilitação buscaram soluções pesquisando áreas de tecnologias e reabilitação, incluindo questões de mobilidade, comunicação e transporte. Com isso, a área de engenharia de reabilitação tornou-se especializada com fundamentação e aplicação de metodologias científicas, cuja função, assiste tecnologicamente o usuário específico por meio de dispositivos de apoio, possibilitando aumentar as capacidades físicas, sensoriais e cognitivas, por conseguinte, proporcionando certa autonomia. Assim, o objetivo comum entre a engenharia de reabilitação e a Tecnologia Assistiva está em reduzir as barreiras impeditivas para que pessoas com alguma limitação possa realizar a sua atividade.

Em 1994, a National Assembly of State Arts Agencies (NASAA, 1994) lança o primeiro manual de “Design for Accessibility” juntamente com as instituições: *National Endowment for the Arts, National Endowment for the Humanities, Center for the Performing Arts, MetLife Foundation* e *John F. Kennedy Center for the Performing Arts*, cujo o objetivo estava direcionado principalmente para pessoas com deficiência e pessoas idosas para participar nos programas culturais, de modo que o ambiente seja totalmente acessível para todos os cidadãos americanos. Este manual se constitui desde os aspectos de instalações, locais de encontros, consulta em sites, impressão de materiais e nas atividades dos eventos culturais, para que possibilite a participação de todas as pessoas nas áreas de ciências humanas, artes e atividades culturais no país, que são providências tomadas devido ao quadro da população apresentar a realidade de cinquenta e quatro milhões de americanos com deficiência e trinta e sete milhões de idosos (com 65 anos ou mais).

Sasaki (2003) apresenta os estudos ambientais que explana a reconstituição histórica de integrar pessoas com deficiência e mobilidade reduzida nos países desenvolvidos, em termos de teoria de projetos e conceitos empregados nas construções ambientais, arquitetônicas e produtos, conforme ilustrado no Quadro 6.

Quadro 6 – A construção de ambiente e objetos em países desenvolvidos.

Teoria de Projeto	Definição	Período	Foco	Conceito	Paradigma
<b>Desenho adaptável</b>	Adaptar os ambientes obstrutivos. Para pós-construção. Ex: construir uma rampa provisória	Década de 60 e 70	Pessoas com deficiência	Adaptabilidade	Integração (até 1979)
<b>Desenho acessível</b>	Deixou de incorporar elementos obstrutivos nos projetos de produtos e ambientes. Para pré-construção. Ex: construir uma rampa.	Década de 80	Pessoas com deficiência	Acessibilidade	Integração (1980-1984)  Inclusão (a partir de 1985)
<b>Desenho universal</b>	Projetados para todos. Para pré-construção. Ex. construir uma rampa adequada para cadeirantes, gestantes, idosos, etc.	Década de 90 + século 21	Pessoas com e sem deficiência	Universalidade	Inclusão

Fonte: Baseado em SASSAKI, 2003; 2011.

Assim, Sasaki (2003) divide em três períodos, e relata que:

- a) No período de 1960 à 1970, a prática do conceito era **adaptabilidade**, onde aplicava-se o **desenho adaptável**, ou seja, a função era de adaptar os ambientes para as pessoas com deficiência, principalmente os locais pós-construídos como prédios antigos que foram projetados sem conceitos de acessibilidade. Sendo assim, inicia-se o paradigma com o termo “integração social”;
- b) Na década de 80, a prática do conceito passou para **acessibilidade**, concebendo o projeto de **desenho acessível**, cujo objetivo era de não inserir elementos obstrutivos nos projetos de produtos e ambientes, isto é, os projetos de pré-construção começaram a focar no acesso das pessoas com deficiência, e assim, o paradigma de integração foi alterado para “inclusão social”.

- c) A partir da década de 90, entra o conceito de **universalidade** que concerne à prática do projeto com **desenho universal**, em que os projetos na pré-construção são definidos para o acesso a todos, portanto, focados às pessoas sem e com deficiência. E, o paradigma prossegue com a “inclusão social”.

Outra definição próxima de TA é o princípio do desenho universal, a qual a TA atende às necessidades específicas dos indivíduos e o desenho universal tem a visão de atender a todos, logo, verifica-se que existe a diferença entre o aspecto de “universal” e de “apoio”. No entanto, Story *et al.* (1998) salientam que existem produtos com pontos em comum, e a estrutura projetada possibilita atender a maioria das pessoas, e ter mais a função de Tecnologia Assistiva. Estes tipos de dispositivos são normalmente constituídos de alta tecnologia, tais como *software* de reconhecimento de voz. Portanto, Hersh (2010a) afirma que produtos com Design Universal são acessíveis e utilizáveis, tanto quanto possível, constituindo um leque de usuários na maior medida possível, sem a necessidade de adaptação ou necessidade de método ou conceito especializado.

Entretanto, leva-se em consideração a importância da cooperação entre os profissionais de áreas diferentes, que podem contribuir na diversidade de atender o usuário, quanto à investigação de novos designers e aprofundamento nas técnicas de reabilitação, ergonomia de deficiência e envelhecimento, assim como envolver nos estudos de ambientes funcionais, seguro, atrativo e de expectativas de negócios (OKUMURA, 2012; OKUMURA, CANGIOLIERI JUNIOR, 2014). Portanto, a TA é resultado da aplicação dos avanços tecnológicos em áreas conhecidas, cujos domínios de profissionais de áreas diferentes se interagem para restabelecer a função humana ou potencializar as habilidades das pessoas com deficiência, que estende no âmbito de fabricação, uso de equipamentos, de recursos ou de estratégias. Assim, a aplicação da TA aprimora o desempenho humano com tarefas como de autocuidado e atividades profissionais (BRASIL, 2009).

### 3.3.3 Produtos da Tecnologia Assistiva

Segundo Murphy (1999) e Bersch (2013), os produtos da TA em termos de dispositivos ou recursos apresentam a classificação conforme os objetivos funcionais e finalidades que se destinam, sendo assim, na Norma Técnica Internacional – UNIT-ISO 9999 (2007) e no Programa de Certificação em Aplicações da Tecnologia Assistiva – ATACP do College of Extended Learning and Center on Disabilities, da California State University de Northridge, estão relacionados conforme a utilização, prescrição, estudo e pesquisa destes dispositivos e serviços, e, oferecem ao mercado focos específicos de serviço e especialização. No Quadro 7 apresenta-se as classificações dos recursos da TA.

Quadro 7 – Classificação dos recursos da Tecnologia Assistiva.

Nº	CLASSIFICAÇÃO
01	<b>Auxílios de mobilidade:</b> a mobilidade pode ser auxiliada por bengalas, muletas, andadores, carrinhos, cadeiras de rodas manuais ou elétricas, scooters e qualquer outro veículo, equipamento ou estratégia utilizada na melhoria da mobilidade pessoal.
02	<b>Órteses e próteses:</b> próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo. Órteses são colocadas junto a um segmento corpo, garantindo-lhe um melhor posicionamento, estabilização e/ou função. São normalmente confeccionadas sob medida e servem no auxílio de mobilidade, de funções manuais (escrita, digitação, utilização de talheres, manejo de objetos para higiene pessoal), correção postural, entre outros.
03	<b>Auxílios para a vida diária e vida prática:</b> materiais e produtos que favorecem desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras ou facilitam o cuidado de pessoas em situação de dependência de auxílio, nas atividades como se alimentar, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais. São exemplos os talheres modificados, suportes para utensílios domésticos, roupas desenhadas para facilitar o vestir e despir, abotoadores, velcro, recursos para transferência, barras de apoio, etc.
04	<b>Projetos arquitetônicos para acessibilidade ou mobilidade pessoal:</b> projetos de edificação e urbanismo que garantem acesso, funcionalidade e mobilidade a todas as pessoas, independente de sua condição física e sensorial. Adaptações estruturais e reformas na casa e/ou ambiente de trabalho, através de rampas, elevadores, adaptações em banheiros, mobiliário entre outras, que retiram ou reduzem as barreiras físicas.
05	<b>Sistemas de controle de ambiente:</b> Através de um controle remoto, as pessoas com limitações motoras, podem ligar, desligar e ajustar aparelhos eletro-eletrônicos como a luz, o som, televisores, ventiladores, executar a abertura e fechamento de portas e janelas, receber e fazer chamadas telefônicas, acionar sistemas de segurança, entre outros, localizados em seu quarto, sala, escritório, casa e arredores. O controle remoto pode ser acionado de forma direta ou indireta e neste caso, um sistema de varredura é disparado e a seleção do aparelho, bem como a determinação de que seja ativado, se dará por acionadores (localizados em qualquer parte do corpo) que podem ser de pressão, de tração, de sopro, de piscar de olhos, por comando de voz etc.

06	<p><b>Comunicação Aumentativa e Alternativa:</b> Destinada a atender pessoas sem fala ou escrita funcional ou em defasagem entre sua necessidade comunicativa e sua habilidade em falar e/ou escrever. Recursos como as pranchas de comunicação, construídas com simbologia gráfica (BLISS, PCS e outros), letras ou palavras escritas, são utilizados pelo usuário da CAA para expressar suas questões, desejos, sentimentos, entendimentos. A alta tecnologia dos vocalizadores (pranchas com produção de voz) ou o computador com softwares específicos, garantem grande eficiência à função comunicativa.</p>
07	<p><b>Adaptações em veículos:</b> acessórios e adaptações que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir um automóvel, facilitadores de embarque e desembarque como elevadores para cadeiras de rodas (utilizados nos carros particulares ou de transporte coletivo), rampas para cadeiras de rodas, serviços de auto- escola para pessoas com deficiência.</p>
08	<p><b>Auxílio de equipamentos para melhorar o ambiente, ferramentas e máquinas, como recursos de acessibilidade ao computador:</b> conjunto de hardware e software especialmente idealizado para tornar o computador acessível, no sentido de que possa ser utilizado por pessoas com privações sensoriais e motoras. São exemplos de equipamentos de entrada os teclados modificados, os teclados virtuais com varredura, mouses especiais e acionadores diversos, softwares de reconhecimento de voz, ponteiros de cabeça por luz entre outros. Como equipamentos de saída pode-se citar o sintetizador de voz, monitores especiais, os softwares leitores de texto (OCR), impressoras braile e linha braile.</p>
09	<p><b>Adequação postural:</b> ter uma postura estável e confortável é fundamental para que se consiga um bom desempenho funcional. Fica difícil a realização de qualquer tarefa quando se está inseguro com relação a possíveis quedas ou sentindo desconforto. Um projeto de adequação postural diz respeito à seleção de recursos que garantam posturas alinhadas, estáveis e com boa distribuição do peso corporal. Indivíduos cadeirantes, por passarem grande parte do dia numa mesma posição, serão os grandes beneficiados da prescrição de sistemas especiais de assentos e encostos que levem em consideração suas medidas, peso e flexibilidade ou alterações músculo-esqueléticas existentes. Adequação postural diz respeito a recursos que promovam adequações em todas as posturas, deitado, sentado e de pé, portanto, as almofadas no leito ou os estabilizadores ortostáticos, entre outros, também podem fazer parte deste capítulo da TA.</p>
10	<p><b>Auxílios para cegos ou para pessoas com visão subnormal:</b> equipamentos que visam a autonomia das pessoas com deficiência visual na realização de tarefas como: consultar o relógio, usar calculadora, verificar a temperatura do corpo, identificar se as luzes estão acesas ou apagadas, cozinhar, identificar cores e peças do vestuário, verificar pressão arterial, identificar chamadas telefônicas, escrever, ter mobilidade independente etc. Inclui também auxílios ópticos, lentes, lupas e telelupas; os softwares leitores de tela, leitores de texto, ampliadores de tela; os hardwares como as impressoras braile, lupas eletrônicas, linha braile (dispositivo de saída do computador com agulhas táteis) e agendas eletrônicas.</p>
11	<p><b>Auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo:</b> auxílios que inclui vários equipamentos (infravermelho, FM), aparelhos para surdez, telefones com teclado-teletipo (TTY), sistemas com alerta tátil-visual, entre outros.</p>

Fonte: Baseado em UNIT-ISO 9999, 2007; BERSCH, 2013.

Nestes termos, podem-se considerar dispositivos da TA, desde artefatos simples, como uma bengala de apoio, talheres adaptados ou um lápis com uma empunhadura mais grossa para facilitar a preensão, até sofisticados programas especiais de computador que visam à acessibilidade (ITS; MICROSOFT, 2008; BERSCH, 2013).

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) tem concessionárias cadastradas de dispositivos de TA, como de órteses, prótese, cadeira de roda, bengala, saco de colostomia e outros, que são distribuídos na Unidade Básica de Saúde, conforme a densidade populacional no território nacional, e são repassados gratuitamente para população com necessidades destes recursos (BRASIL, 2014).

### **3.3.4 Usuários de Tecnologia Assistiva**

Conforme Brasil (2009; 2016), os usuários de Tecnologia Assistiva são pessoas “com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”. Dentro do embasamento teórico, encontram-se também designados para pessoas com necessidades especiais (PNE), que demandam recursos, atendimento ou apoio diferenciado para alcançar a sua autonomia. Entre as pessoas com alguma necessidade específica para realizar alguma tarefa, estão pessoas com deficiência, gestante, lactantes, idosa e outras com alguma limitação física, sensorial ou cognitiva. Observa-se que nem todas as pessoas idosas ou gestantes são usuários de recursos de TA.

Apesar do avanço da tecnologia permitir o prolongamento da idade, aumentam a frequência da população com pelo menos uma deficiência investigada na faixa etária a partir dos 45 anos, e também, aumentam os pacientes com mais 60 anos para atendimentos de doenças crônicas ou com múltiplas patologias, ou doenças degenerativas (EMANUEL, 2014). Veras (2009) atribui a longevidade das pessoas como parte da gerontologia contemporânea, que é considerado um fenômeno mundial com repercussões nas áreas sociais e econômicas. Para a antropóloga Debert (1999), o envelhecimento contemporâneo traz novas expectativas de consumos e estilos de vida adequados, os quais, para estes usuários idosos “as rugas ou a flacidez se transformam em indícios de lassitude moral e devem ser tratadas com a ajuda dos cosméticos, da ginástica, das vitaminas, da indústria do lazer”. Assim, a autora desassocia a idade cronológica com os aspectos de envelhecimento e incapacidades, pois dependem da classe social, econômica e fatos que influenciam durante os anos vividos para se considerar uma pessoa idosa saudável ou debilitada, tal qual, não existe definição

ou classificação para tipo de envelhecimento e desconhece o momento que apresenta o desgaste físico do corpo humano. Assim, algumas características podem-se assemelhar a de pessoas com deficiência (PcD). Porquanto, nesta pesquisa direciona-se o usuário da TA ao tipo de deficiência de pessoas com deficiência (PcD).

#### 3.3.4.1 Terminologia e Trajetória Histórica sobre Pessoas com Deficiência

Em relação à terminologia para referenciar a deficiência das pessoas, Sasaki (2003) aborda o assunto, de modo que a linguagem não expresse discriminação, seja voluntariamente ou involuntariamente. Porém, as denominações encontradas e utilizadas, por influência do Movimento Internacional de Pessoas com Deficiência, as pessoas com alguma limitação física, mental ou sensorial são: pessoa portadora de deficiência, pessoa com necessidades especiais e pessoa especial.

Perante a expressão “pessoa com necessidades especiais” acolhe pessoas com deficiência, idosos, gestantes e outros que necessite de um atendimento ou apoio diferenciado. Assim como, o termo “pessoa portadora de deficiência”, o qual é concordado em nível internacional, e usado para identificar o segmento, porém Sasaki (2003) afirma que a pessoa não porta uma deficiência como se fosse um chapéu que se retira, e em seguida, num momento posterior recolocá-lo; por isso, estabelece o termo “pessoa com deficiência” e a sigla “PcD”.

Nestes termos, Sasaki (2003) afirma que estas denominações demonstram “uma transformação de tratamento que vai da invalidez e incapacidade à tentativa de nominar a característica peculiar da pessoa, sem estigmatizá-la”, assim como, as terminologias utilizadas residem no fato de que cada época coloca o significado compatível com os valores vigentes em cada sociedade, enquanto que, esta evolui em seu relacionamento com as pessoas que possuem este ou aquele tipo de deficiência.

Sassaki (2003) descreve a trajetória dos termos utilizados ao longo da história no Brasil em atenção à PcD, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 - Trajetória dos termos utilizados ao longo da história para pessoas com deficiência no Brasil.

EPOCA	TERMOS E SIGNIFICADOS	VALOR DA PESSOA
<p><b>No começo da história, durante séculos.</b> Romances, nomes de instituições, leis, mídia e outros meios mencionavam “os inválidos”. Exemplos: “A reabilitação profissional visa a proporcionar aos beneficiários inválidos...” (Decreto federal nº 60.501, de 14/3/67, dando nova redação ao Decreto nº 48.959-A, de 19/9/60).</p>	<p>“<b>Os inválidos</b>”. O termo significava “<u>indivíduos sem valor</u>”. Em pleno século 20, ainda se utilizava este termo, embora já sem nenhum sentido pejorativo.</p> <p>Outro exemplo:</p> <p>“Inválidos insatisfeitos com lei relativa aos ambulantes” (Diário Popular, 21/4/76).</p>	<p>Aquele que tinha deficiência era tido como socialmente inútil, um peso morto para a sociedade, um fardo para a família, alguém sem valor profissional.</p> <p>Outros exemplos:</p> <p>“Servidor inválido pode voltar” (Folha de S. Paulo, 20/7/82).  “Os cegos e o inválido” (IstoÉ, 7/7/99).</p>
<p><b>Século 20 até ± 1960.</b> “Derivativo para incapacitados” (Shopping News, Coluna Radioamadorismo, 1973).</p> <p>“Escolas para crianças incapazes” (Shopping News, 13/12/64).</p> <p>Após a I e a II Guerras Mundiais, a mídia usava o termo assim: “A guerra produziu incapacitados”, “Os incapacitados agora exigem reabilitação física”.</p>	<p>“<b>Os incapacitados</b>”. O termo significava, de início, “<u>indivíduos sem capacidade</u>” e, mais tarde, evoluiu e passou a significar “<u>indivíduos com capacidade residual</u>”. Durante várias décadas, era comum o uso deste termo para designar pessoas com deficiência de qualquer idade. Uma variação foi o termo “<b>os incapazes</b>”, que significava “<u>indivíduos que não são capazes</u>” de fazer algumas coisas por causa da deficiência que tinham.</p>	<p>Foi um avanço a sociedade reconhecer que a pessoa com deficiência poderia ter capacidade residual, mesmo que reduzida.</p> <p>Mas, ao mesmo tempo, considerava-se que a deficiência, qualquer que fosse o tipo, eliminava ou reduzia a capacidade da pessoa em <u>todos</u> os aspectos: físico, psicológico, social, profissional etc.</p>
<p><b>De ± 1960 até ± 1980.</b></p> <p>“Crianças defeituosas na Grã-Bretanha tem educação especial” (Shopping News, 31/8/65).</p> <p>No final da década de 50, foi fundada a Associação de Assistência à Criança Defeituosa – AACD (hoje denominada Associação de Assistência à Criança Deficiente).</p> <p>Na década de 50 surgiram as primeiras unidades da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais - APAE.</p>	<p>“<b>Os defeituosos</b>”. O termo significava “<u>indivíduos com deformidade</u>” (principalmente física).</p> <p>“<b>os deficientes</b>”. Este termo significava “<u>indivíduos com deficiência</u>” física, intelectual, auditiva, visual ou múltipla, que os levava a executar as funções básicas de vida (andar, sentar-se, correr, escrever, tomar banho etc.) de uma forma diferente daquela como as pessoas sem deficiência faziam. E isto começou a ser aceito pela sociedade.</p> <p>“<b>os excepcionais</b>”. O termo significava “<u>indivíduos com deficiência intelectual</u>”.</p>	<p>A sociedade passou a utilizar estes três termos, que focalizam as deficiências em si sem reforçarem o que as pessoas não conseguiam fazer como a maioria. Simultaneamente, difundia-se o movimento em defesa dos direitos das pessoas superdotadas (expressão substituída por “pessoas com altas habilidades” ou “pessoas com indícios de altas habilidades”). O movimento mostrou que o termo “os excepcionais” não poderia referir-se exclusivamente aos que tinham deficiência intelectual, pois as pessoas com</p>

		superdotação também são excepcionais por estarem na outra ponta da curva da inteligência humana.
<p><b>De 1981 até ± 1987.</b> Por pressão das organizações de pessoas com deficiência, a ONU deu o nome de “Ano Internacional das <u>Pessoas Deficientes</u>” ao ano de 1981. E o mundo achou difícil começar a dizer ou escrever “<u>pessoas deficientes</u>”. O impacto desta terminologia foi profundo e ajudou a melhorar a imagem destas pessoas.</p>	<p><b>“Pessoas deficientes”.</b> Pela primeira vez em todo o mundo, o substantivo “deficientes” (como em “os deficientes”) passou a ser utilizado como adjetivo, sendo-lhe acrescentado o substantivo “pessoas”.</p> <p>A partir de 1981, <u>nunca mais</u> se utilizou a palavra “indivíduos” para se referir às pessoas com deficiência.</p>	<p>Foi atribuído o valor “pessoas” àqueles que tinham deficiência, igualando-os em direitos e dignidade à maioria dos membros de qualquer sociedade ou país.</p> <p>A Organização Mundial de Saúde (OMS) lançou em 1980 a Classificação Internacional de <u>Impedimentos, Deficiências e Incapacidades</u>, mostrando que estas três dimensões existem simultaneamente em cada pessoa com deficiência.</p>
<p><b>De ± 1988 até ± 1993.</b></p> <p>Alguns líderes de organizações de pessoas com deficiência contestaram o termo “pessoa deficiente” alegando que ele sinaliza que a pessoa inteira é deficiente, o que era inaceitável para eles.</p>	<p><b>“Pessoas portadoras de deficiência”.</b> Termo que, utilizado somente em países de língua portuguesa, foi proposto para substituir o termo “pessoas deficientes”.</p> <p>Pela lei do menor esforço, logo reduziram este termo para “portadores de deficiência”.</p>	<p>O “portar uma deficiência” passou a ser um valor agregado à pessoa. A deficiência passou a ser um detalhe da pessoa. O termo foi adotado nas Constituições federal e estaduais, e em todas as leis e políticas pertinentes ao campo das deficiências. Conselhos, coordenadorias e associações passaram a incluir o termo em seus nomes oficiais.</p>
<p><b>De ± 1990 até hoje.</b> O art. 5º da Resolução CNE/CEB nº 2, de 11/9/2001, explica que as necessidades especiais decorrem de três situações, uma das quais envolvendo dificuldades vinculadas a deficiências e dificuldades não-vinculadas a uma causa orgânica.</p>	<p><b>“Pessoas com necessidades especiais”.</b> O termo surgiu primeiramente para substituir “deficiência” por “necessidades especiais”, alterado para a expressão <b>“portadores de necessidades especiais”</b>. Depois, esse termo passou a ter significado próprio sem substituir o nome “pessoas com deficiência”.</p>	<p>De início, “necessidades especiais” representava apenas um novo termo. Depois, com a vigência da Resolução nº 2, “necessidades especiais” passou a ser um valor agregado tanto à pessoa com deficiência quanto a outras pessoas.</p>
<p><b>Mesma época acima.</b> Surgiram expressões como “crianças especiais”, “alunos especiais”, “pacientes especiais” e assim por diante numa tentativa de amenizar a contundência da palavra “deficientes”.</p>	<p><b>“Pessoas especiais”.</b> O termo apareceu como uma forma reduzida da expressão “pessoas com necessidades especiais”, constituindo um eufemismo dificilmente aceitável para designar um segmento populacional.</p>	<p>O adjetivo “especiais” permanece como uma simples palavra, sem agregar valor diferenciado às pessoas com deficiência. O “especial” não é qualificativo exclusivo das pessoas que têm deficiência, pois ele se aplica a qualquer pessoa.</p>

<p><b>Em junho de 1994.</b> A Declaração de Salamanca preconiza a educação inclusiva para todos, tenham ou não uma deficiência.</p>	<p><b>“Pessoas com deficiência”</b> e pessoas sem deficiência, quando tiverem necessidades educacionais especiais e se encontrarem segregadas, têm o direito de fazer parte das escolas inclusivas e da sociedade inclusiva.</p>	<p>O valor agregado às pessoas é o de elas fazerem parte do grande segmento dos excluídos que, com o seu poder pessoal, exigem sua inclusão em todos os aspectos da vida da sociedade. Trata-se do empoderamento.</p>
<p><b>Em maio de 2002.</b> Frei Betto escreveu no jornal O Estado de S.Paulo um artigo em que propõe o termo “portadores de direitos especiais” e a sigla PODE. Alega o proponente que o substantivo “deficientes” e o adjetivo “deficientes” encerram o significado de falha ou imperfeição enquanto que a sigla PODE exprime capacidade.</p> <p>O artigo, ou parte dele, foi reproduzido em revistas especializadas em assuntos de deficiência.</p>	<p><b>“Portadores de direitos especiais”.</b> O termo e a sigla apresentam problemas que inviabilizam a sua adoção em substituição a qualquer outro termo para designar pessoas que têm deficiência. O termo “portadores” já vem sendo questionado por sua alusão a “carregadores”, pessoas que “portam” (levam) uma deficiência. O termo “direitos especiais” é contraditório porque as pessoas com deficiência exigem equiparação de direitos e não direitos especiais. E mesmo que defendessem direitos especiais, o nome “portadores de direitos especiais” não poderia ser exclusivo das pessoas com deficiência, pois qualquer outro grupo vulnerável pode reivindicar direitos especiais.</p>	<p>Não há valor a ser agregado com a adoção deste termo, por motivos expostos na coluna ao lado e nesta.</p> <p>A sigla PODE, apesar de lembrar “capacidade”, apresenta problemas de uso: 1) Imaginem a mídia e outros autores escrevendo ou falando assim: “Os Podes de Osasco terão audiência com o Prefeito...”, “A Pode Maria de Souza manifestou-se a favor...”, “A sugestão de José Maurício, que é um Pode, pode ser aprovada hoje...” 2) Pelas normas brasileiras de ortografia, a sigla PODE precisa ser grafada “Pode”.</p> <p>Norma: Toda sigla com mais de 3 letras pronunciada como uma palavra deve ser grafada em caixa baixa com exceção da letra inicial.</p>
<p><b>De ± 1990 até hoje e além.</b></p> <p>A década de 90 e a primeira década do século 21 e do Terceiro Milênio estão sendo marcadas por eventos mundiais, liderados por organizações de pessoas com deficiência.</p>	<p><b>“Pessoas com deficiência”</b> passa a ser o termo preferido por um número cada vez maior de adeptos, boa parte dos quais é constituída por pessoas com deficiência que, no maior evento (“Encontrão”) das organizações de pessoas com deficiência, realizado no Recife em 2000, conclamaram o público a adotar este termo. Elas esclareceram que não são “portadoras de deficiência” e que não querem ser chamadas com tal nome.</p>	<p>Os valores agregados às pessoas com deficiência são:</p> <p>1) o do empoderamento [uso do poder pessoal para fazer escolhas, tomar decisões e assumir o controle da situação de cada um] e</p> <p>2) o da responsabilidade de contribuir com seus talentos para mudar a sociedade rumo à inclusão de todas as pessoas, com ou sem deficiência.</p>

Fonte: SASSAKI, 2003.

Diante do contexto baseado no modelo social de direitos humanos, independente da limitação funcional, somado ao advento da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, foi estabelecido no âmbito da legislação brasileira como “parâmetro valorativo do ordenamento jurídico brasileiro, e assim a positivação da expressão traduzida para a língua portuguesa como pessoa com deficiência” (SASSAKI, 2003; BRASIL, 2004).

Deste modo, no Brasil (2007) consta a definição de deficiência, que é toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano; e, deficiência permanente, aquela que ocorreu ou se estabilizou durante um período de tempo suficiente para não permitir recuperação ou ter probabilidade de que se altere, apesar de novos tratamentos.

#### 3.3.4.2 Estatística de pessoas com deficiência e pessoas idosas

Conforme o resultado preliminar do censo demográfico do ano 2010 (IBGE, 2011, 2012; BRASIL, 2012), 45 milhões de pessoas declararam ter pelo menos uma das deficiências investigadas, que correspondem a 23,9% do total da população brasileira (190 milhões). O Quadro 9 apresenta PcD classificada por tipo de deficiência e conforme o critério aplicado no ano de 2010.

Quadro 9 – Pessoas com deficiência por tipo de deficiência.

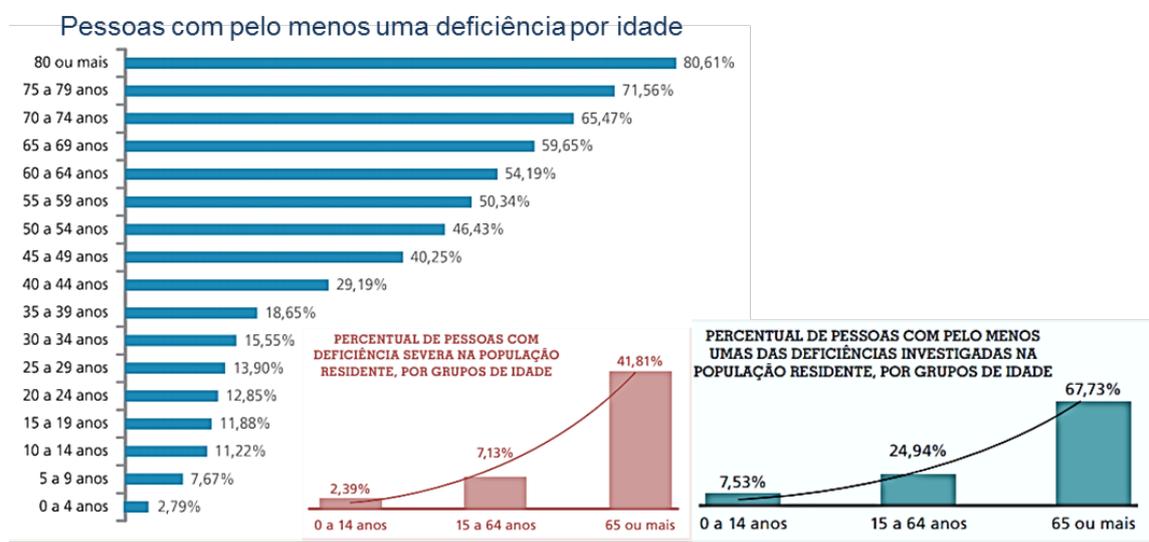
<b>Grau de Deficiência</b>	<b>Deficiência Visual</b>	<b>Deficiência Auditiva</b>	<b>Deficiência Motora</b>	<b>Deficiência Intelectual / Mental</b>
<b>Não consegue de modo algum</b>	528.624	347.481	740.456	- não aplica-
<b>Grande dificuldade</b>	6.056.684	1.799.885	3.701.790	- não aplica-
<b>Alguma dificuldade</b>	29.206.180	7.574.797	8.831.723	- não aplica-
<b>Total</b>	35.791.488	9.722.163	13.273.969	2.617.025
Pelo menos uma das deficiências investigada: 45.623.910				

Fonte: Baseada no IBGE (2011; 2012), BRASIL (2012).

Na análise por grupo de idade referente à proporção de pessoas com pelo menos uma deficiência ou incapacidade, no Censo de 2010 (IBGE, 2012; BRASIL, 2012), consta que entre crianças de 0 a 14 anos de idade, 7,53% delas apresenta pelo menos um tipo de deficiência. Essa proporção passa a 24,94% das pessoas em idade ativa (15 a 64 anos). Mais da metade das pessoas de 65 anos ou mais (67,73%) declararam ter pelo menos uma deficiência investigada, sendo 41,81% apresentando situação de deficiência severa. O crescimento da proporção se verifica com a idade, e é consequência do aumento das limitações nas atividades, o que decorre do envelhecimento.

Desta forma, na composição da pirâmide etária, conforme apresentado na Figura 17, do total de pessoas com pelo menos um tipo de deficiência, constata-se que o maior número absoluto de pessoas com deficiência encontra-se na população de 40 a 49 anos de idade, especialmente a feminina, e aumenta a proporção de deficiências investigadas conforme o avanço da idade.

Figura 17 – Composição etária da população com pelo menos uma deficiência e proporção de pessoas com pelo menos uma das deficiências investigadas por idade no Brasil no ano de 2010.



Fonte: IBGE,2011;2012, BRASIL, 2012.

Logo, existem no Brasil, cerca de 4,5 milhões de pessoas de 40 a 49 anos com pelo menos uma deficiência investigada. A população feminina superou a masculina em 5,3 pontos percentuais, o correspondente a 19 milhões (21,2%) homens e 25 milhões (26,5%) mulheres. Neste caso, predomina o grupo de pessoas com pelo menos alguma dificuldade de enxergar. Quanto às dificuldades para ouvir

ou de locomoção, os grupos mais numerosos são os de pessoas de 60 a 69 anos de idade. Neste aspecto, destaca-se que a proporção de pessoas com deficiência aumenta com a idade, passando de 4,3% nas crianças até 14 anos, para 54% do total das pessoas com idade superior a 65 anos. Logo, à medida que a estrutura da população está mais envelhecida, a proporção de pessoas com deficiência aumenta.

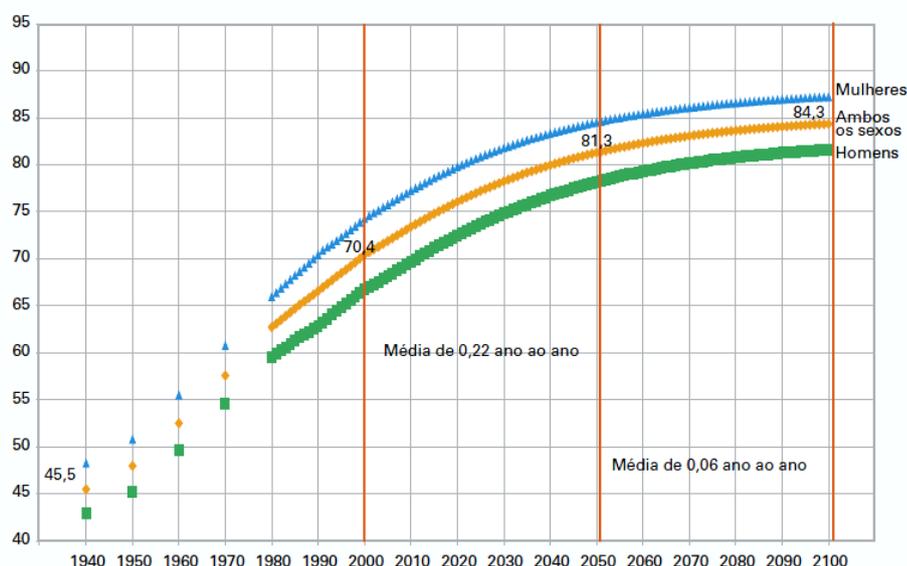
Em 2008, a PNAD – Pesquisa Nacional por Amostragem por Domicílio fez uma pesquisa e apresentou a estimativa de que existam aproximadamente 19 milhões de pessoas idosas no Brasil, cuja população masculina é cerca de 9 milhões, e 10 milhões de feminina (BRASIL, 2010). Consta na pesquisa que entre população idosa 70% das pessoas vivem de forma independente e, aproximadamente 20% apresentam alguma deficiência ou incapacidade para realizar alguma atividade cotidiana.

No PNAD, as projeções apontam que no ano de 2020 a população de pessoa idosa chegará aproximadamente a 32 milhões de pessoas no Brasil, correspondendo em torno de 15% da população total, com expectativa de ser a sexta população com o maior número de idosos no mundo. Portanto, para o Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas existem questões acerca do envelhecimento da população que envolvem assuntos culturais, sociais, econômicas e principalmente na saúde que podem influenciar o impacto na sociedade; ou seja, buscam-se as condições físicas e orgânicas, de trabalho e renda, de atividade cultural, e apoio familiar e da comunidade (BRASIL, 2010).

Conforme a estimativa da projeção da população do Brasil, a esperança de vida ao nascer, resultante do processo de interpolação/projeção, para o ano de 2050 está projetada para 81,3 anos, chegando em 2100 em 84,3 anos, conforme apresentado no Gráfico 2, IBGE (2008, 2014). Nesta projeção consideram-se os avanços da medicina e as melhorias nas condições gerais de vida da população, que repercutiram no sentido de elevar a expectativa de vida ao nascer. No entanto, aumentam também o número de usuários de Tecnologia Assistiva devido ao desgaste fisiológico do corpo humano, que reduz a mobilidade física e sensorial necessitando de dispositivos de apoio e serviços de profissionais saúde. O médico oncologista e bioeticista Ezekiel Emanuel (2014) alerta que houve o aumento de expectativa de vida com patologias, diminuição dos anos sem patologias e acréscimo dos casos de perdas funcionais. Entre as perdas funcionais, incluem-se a deficiência física e deficiência mental como depressão e demência. Além disso,

Emanuel (2014) afirma que o envelhecimento diminui o potencial de capacidade criativa e a contribuição de produtividade do indivíduo, que fica mais lenta. No entanto, o Estatuto do Idoso (BRASIL, 2016) assegura para pessoa idosa, “com absoluta prioridade, a efetivação do direito à vida, à saúde, à alimentação, à educação, à cultura, ao esporte, ao lazer, ao trabalho, à cidadania, à liberdade, à dignidade, ao respeito e à convivência familiar e comunitária”, incentivando a melhor das condições de acessibilidade e uso de produtos e serviços de Tecnologia Assistiva.

Gráfico 2 – Estimativas e projeção da esperança de vida ao nascer – Brasil 1940 a 2100.



Fonte: IBGE, 2008.

Neste estudo de projeção da população, observa-se que a taxa de crescimento da população diminuiu de 3,04% ao ano, no período 1950-1960, para 1,05% ao ano, em 2008, e poderá alcançar a -0,291%, em 2050, com uma população projetada em 215,3 milhões de habitantes, para isto, foi colocada a hipótese que o nível limite se estabilizaria em 1,5 filhos por mulher. Verifica-se que a fecundidade no Brasil foi diminuindo ao longo dos anos, basicamente como consequência das transformações ocorridas na sociedade brasileira, pois até 1960, a taxa de fecundidade total, estimada para o País, era ligeiramente superior a 6 filhos por mulher, por isso, a fecundidade limite brasileira seria em torno de 1,5 filhos por mulher, valor alcançado entre o ano de 2027 e 2028.

Neste sentido, percebe-se que a relação combinada da redução dos níveis da fecundidade e da mortalidade no Brasil tem modificado no padrão etário da população. Deste modo, o envelhecimento populacional caracteriza-se pela redução da participação relativa de crianças e jovens, acompanhada do aumento do peso proporcional dos adultos e, particularmente, de pessoas idosas. A revisão, a partir de 2008, a projeção mostrou que em 2008 as crianças de 0 a 14 anos de idade correspondiam a 26,47% da população total, o contingente com 65 anos ou mais de idade representava 6,53%. Em 2050, o primeiro grupo representará 13,15%, ao passo que a população idosa ultrapassará os 22,71% da população total.

#### 3.3.4.3 Tipos de Deficiências

Em vista dos usuários de dispositivos de TA, que têm a finalidade de utilização do produto para compensar, aliviar ou neutralizar a deficiência, incapacidade ou desvantagem, definem-se estes três termos, conforme a ISO 9999:2007 e o documento de *International Classification of Impairment, Disability and Handicap* (WHO, 1980) da Organização Mundial da Saúde - OMS, a seguir:

- a) **a deficiência** é considerada uma condição de ausência ou não funcionamento adequado de parte de corpo, ou seja, para toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano;
- b) **a incapacidade** é uma dificuldade ou impossibilidade de realizar uma ação pretendida; e
- c) **a desvantagem** é uma privação da participação social, em igualdade de direitos e condições.

Conforme Decreto Federal nº 5.296/2004 (BRASIL, 2004), ITS e Microsoft (2008), Brasil (2007), os tipos e classificação de deficiência são:

- a) **Deficiência física:** É a alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções;
- b) **Deficiência auditiva:** É a perda bilateral, parcial ou total, de 41 decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz;
- c) **Deficiência visual:** Conceitua-se:
- Cegueira – na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica;
  - Baixa Visão – significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica;
  - Os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°;
  - Ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.
- Ressaltamos a inclusão das pessoas com baixa visão a partir da edição do Decreto nº 5.296/04. As pessoas com baixa visão são aquelas que, mesmo usando óculos comuns, lentes de contato, ou implantes de lentes intra-oculares, não conseguem ter uma visão nítida. As pessoas com baixa visão podem ter sensibilidade ao contraste, percepção das cores e intolerância à luminosidade, dependendo da patologia causadora da perda visual.
- d) **Deficiência intelectual:** conceitua-se como deficiência intelectual o funcionamento intelectual significativamente inferior à média, com manifestação antes dos 18 anos e limitações associadas a duas ou mais áreas de habilidades adaptativas, tais como: comunicação; cuidado pessoal;

habilidades sociais; utilização dos recursos da comunidade; saúde e segurança; habilidades acadêmicas; lazer; e trabalho.

- e) **Deficiência múltipla:** conceitua-se como deficiência múltipla a associação de duas ou mais deficiências.

#### 3.3.4.4 Inclusão Social: pessoas com deficiência e pessoas idosas

O paradigma de inclusão se iniciou em torno do ano 1985, surgindo os termos “inclusão social”, “inclusão escolar”, “inclusão racial”, “inclusão digital” e outros, que estão presentes nos dias hoje para o grupo de pessoas discriminadas e excluídas da sociedade (SASSAKI, 2003), ou seja, existem pessoas excluídas, que ainda não frequentam espaços sociais, públicos e privados, devido à falta de interações entre as pessoas e deparar com barreiras arquitetônicas, atitudinais, de acessibilidade, comunicacionais entre outras.

No entanto, Schwarz e Haber (2009) alertam que o processo da inclusão avança e se estende para um maior entendimento sobre essa população, seu perfil, suas necessidades específicas, expectativas e percepção de sua realidade concreta. Desta forma, o convívio entre pessoas com e sem deficiência se torna mais frequente, a legislação assume papel coadjuvante e, naturalmente, orienta-se para conviver com a diversidade humana.

Em relação à atuação profissional, a reserva legal de cargos promulgada em 1991, conhecida como Lei de Cotas, é uma exigência que as empresas são obrigadas a cumprir preenchendo a vaga com PcD, e para isso, Schwarz e Haber (2009) recomendam para adotar a garantia de oportunidades iguais aos colaboradores, e o gestor deve estar consciente das particularidades e dos direitos da pessoa com deficiência, assim como, compreender que ter uma deficiência não faz daquele indivíduo um profissional melhor ou pior do que aquele sem deficiência física, sensorial ou intelectual. No entanto, mesmo passado mais de 20 anos com a Lei de Cotas, ainda existem muitos obstáculos e providências a serem tomadas. Tanto que a Lei 18.419 (2015) – Estatuto da Pessoa com Deficiência do Estado do Paraná, menciona sobre o desenvolvimento de projetos que recomenda “a criação e implantação de programas de cursos técnicos e profissionalizantes direcionados às pessoas com deficiência, possibilitando sua inclusão no mercado de trabalho de modo a atender as suas especificidades”.

Outra questão, que passa por fase de transição, é a inclusão escolar de PcD, que Ferreira (2009) afirma que os jovens e adultos com deficiência constituem hoje ampla parcela da população de analfabetos no mundo porque não tiveram oportunidades de acesso à educação na idade apropriada. Conforme Censo Demográfico de 2000 (BRASIL, 2003), a taxa de escolarização das crianças de 7 a 14 anos de idade, alunos com deficiência, é de 88,6%, portanto seis pontos percentuais abaixo da taxa de escolarização do total de crianças nesta faixa etária que é de 94,5%. No entanto, em relação ao quadro geral, as diferenças são acentuadas: 32,9% da população sem instrução ou com menos de três anos de estudo é alunos com deficiência, ou seja, em torno de 60% de PcD não foram alfabetizados, enquanto que na população total brasileira esse percentual cai para 23%, o que evidencia que o acesso de PcD à educação é reduzido. Neste sentido, a UNESCO (2003) salienta que nos resultados, referente à escolarização de PcD, são frequentes a exclusão, e as oportunidades educacionais são de baixa qualidade, não garantindo a continuidade dos estudos, ou ainda ocorrem a disparidade que toma forma de discriminação, onde a criança passa por outras necessidades e que mais tarde, como adulto, em geral, estará fora da vida comunitária, social e cultural.

O produto da TA abre a possibilidade do usuário alcançar a sua autonomia e participar mais ativamente na sociedade. Em termos do desenvolvimento da pessoa, além do produto e avanço da tecnologia, há também a questão do indivíduo pertencer e participar das práticas sociais. Assim, o produto de Tecnologia Assistiva tem também a função de instrumento mediador desta participação (VYGOTSKY, 2001), e juntamente, alcança-se nas modalidades de serviços da TA para propiciam uma estrutura que resulte em aprendizagem (FEUERSTEIN; LEWIN-BENHAM, 2012), conquistas internas e integração em todas as dimensões sociais.

### 3.4 MODELOS DE TECNOLOGIA SOCIAL

O cerne dos modelos de tecnologia social está na inclusão social sem estigmatização. Segundo Lopez *et al.* (2016), é preciso conhecer a realidade dos usuários para se projetar com foco na inclusão social, não basta apenas se colocar em seu lugar, passando-se por experiência hipotética, mas deixar que o usuário participe do processo de desenvolvimento, ou mesmo, o projetista discorra junto nos momentos que os métodos são empregados para auxiliar alguma tarefa.

Conforme Hersh e Johnson (2008), existem duas principais abordagens empregadas nos projetos, que se referem à pessoa com deficiência, que são o modelo médico e o modelo social. Nesta seção, foram conduzidos os modelos de tecnologia social, considerando alguns pontos que envolvem o modelo médico.

#### 3.4.1 Modelo Biopsicossocial

Segundo a OMS (2003), o modelo Biopsicossocial proveio da interação entre componentes da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF).

A CIF tem objetivo de proporcionar:

*“uma linguagem unificada e padronizada assim como uma estrutura de trabalho para a descrição da saúde e de estados relacionados com a saúde [...] A CIF é útil num âmbito muito largo de aplicações diferentes, por exemplo, em segurança social, na avaliação da gestão dos cuidados de saúde, em inquéritos à população a nível local, nacional e internacional. Oferece uma estrutura conceitual para a informação aplicável aos cuidados de saúde pessoais, incluindo a prevenção, a promoção da saúde e a melhoria da participação, removendo ou atenuando as barreiras sociais e estimulando a atribuição de apoios e de facilitadores sociais. É também útil no estudo dos sistemas de cuidados de saúde, tanto em termos de avaliação como de formulação de políticas” (OMS, 2003).*

Assim, a CIF é utilizada sob o domínio da saúde e domínios relacionados com a saúde, que tem base na perspectiva do corpo, no indivíduo e na sociedade, descrevendo duas listas básicas que são: (1) Funções e Estruturas do Corpo, e (2) Atividades e Participação. Além disso, concerne aos fatores ambientais e pessoais.

Na estrutura geral da CIF, ilustrada no Quadro 10, constitui-se de componentes e domínios de área com os aspectos relacionados ao corpo físico, atividades e participação, fatores ambientais e fatores pessoais.

Quadro 10 – Estrutura geral do CIF.

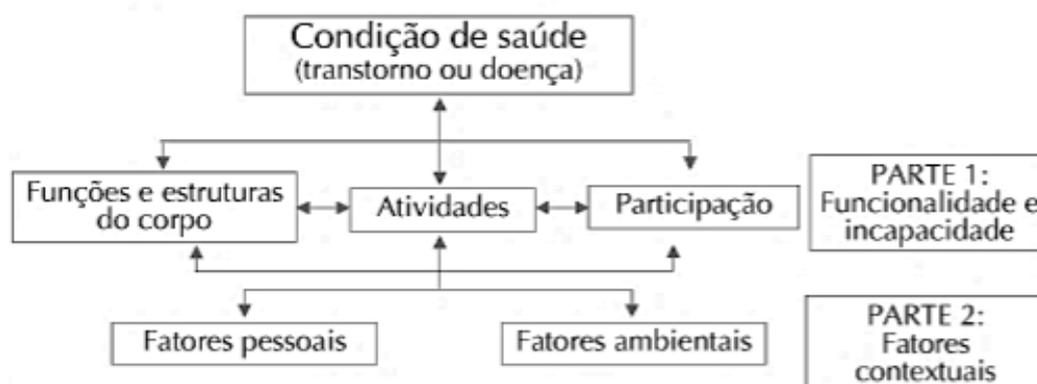
	<b>Parte 1: Funcionalidade e Incapacidade</b>		<b>Parte 2: Factores Contextuais</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Funções e Estruturas do Corpo</b>	<b>Actividades e Participação</b>	<b>Factores Ambientais</b>	<b>Factores Pessoais</b>
<b>Domínios</b>	Funções do Corpo Estruturas do Corpo	Áreas Vitais (tarefas, acções)	Influências externas sobre a funcionalidade e a incapacidade	I Influências internas sobre a funcionalidade e a incapacidade
<b>Constructos</b>	Mudança nas funções do corpo (fisiológicas)  Mudança nas estruturas do corpo (anatômicas)	Capacidade Execução de tarefas num ambiente padrão  Desempenho/Execução de tarefas no ambiente habitual	Impacto facilitador ou limitador das características do mundo físico, social e atitudinal	Impacto dos atributos de uma pessoa
<b>Aspectos positivos</b>	Integridade funcional e estrutural	Actividades Participação	Facilitadores	Não aplicável
	Funcionalidade			
<b>Aspectos negativos</b>	Deficiência	Limitação da actividade  Restrição da participação	Barreiras	Não aplicável
	Incapacidade			

Fonte: OMS (2003).

Nesta estrutura apresentam-se os aspectos positivos de funcionalidade e apoio de facilitadores, e os aspectos negativos de deficiência, incapacidade e as barreiras ambientais para realizar atividades.

O modelo biopsicossocial, ilustrado na Figura 18, apresenta aspectos multidisciplinares podendo ser usada, além da área de saúde, na educação, previdência social, medicina do trabalho, estatísticas, políticas públicas e outros (OMS, 2003, FARIAS; BUCHALLA, 2005). Deste modo, o modelo biopsicossocial possibilita a padronização da linguagem, que permite uniformizar as informações e conceitos, mesmo adotadas por profissionais de áreas diferentes (FARIAS; BUCHALLA, 2005).

Figura 18 – Modelo Biopsicossocial e interação entre componentes da CIF.



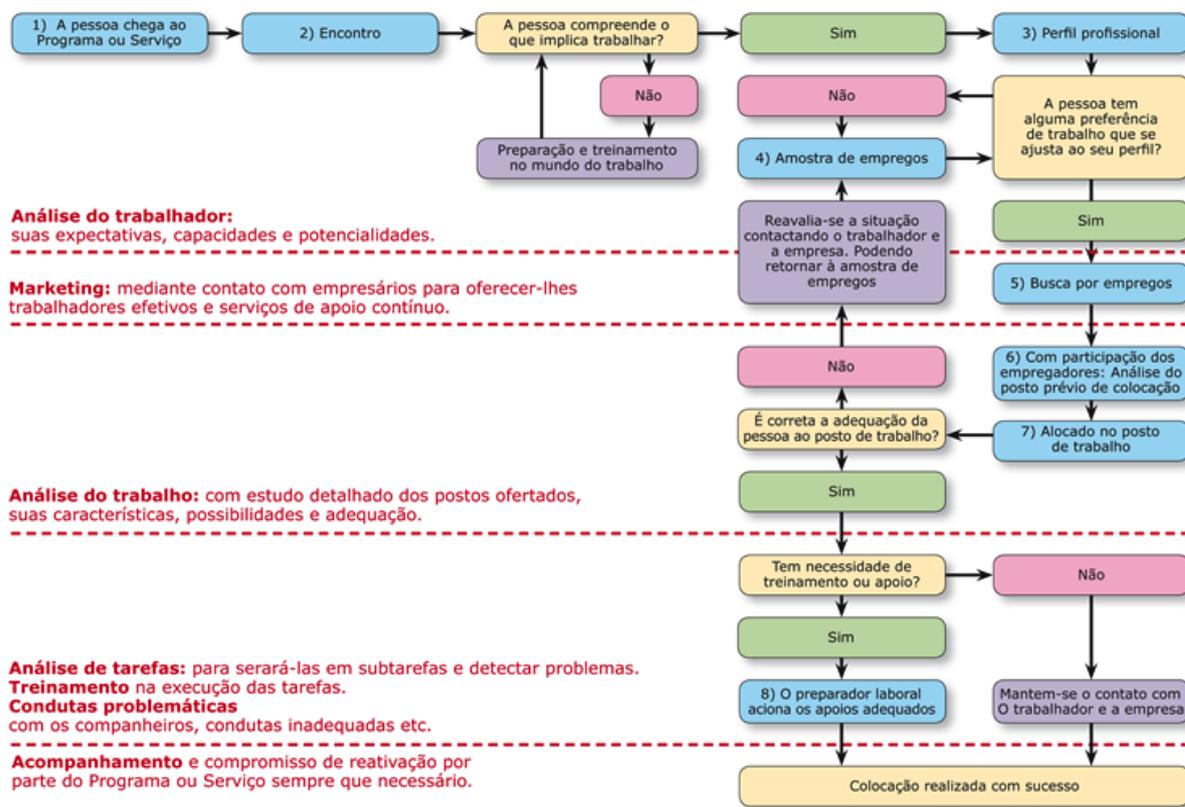
Fonte: OMS (2003).

### 3.4.2 Modelo de Inclusão Profissional

O Emprego Apoiado (EA) é uma metodologia que tem o objetivo de inserir pessoas com deficiência ou em situação de exclusão social com especial dificuldade em encontrar um emprego, no mercado de trabalho formal (ITS, 2013). Esta metodologia é considerada uma Tecnologia Social, elaborada por volta dos anos 90 nos Estados Unidos, e atualmente, está consolidada e institucionalizada em vários países da Europa e na América Latina formando a Rede de Emprego Apoiado (REA).

O método aplicado, ilustrado no fluxo da Figura 19, compreende as seguintes etapas principais: análise do trabalhador, contato com o empregador, análise do trabalho, análise da tarefa e acompanhamento. Estas etapas são executadas pelo agente do Emprego Apoiado - EA, que é qualificado ao receber instruções para aplicar a metodologia EA. O agente do EA segue as etapas acompanhando o trabalhador e o empregador.

Figura 19 – Fluxo do Emprego Apoiado.

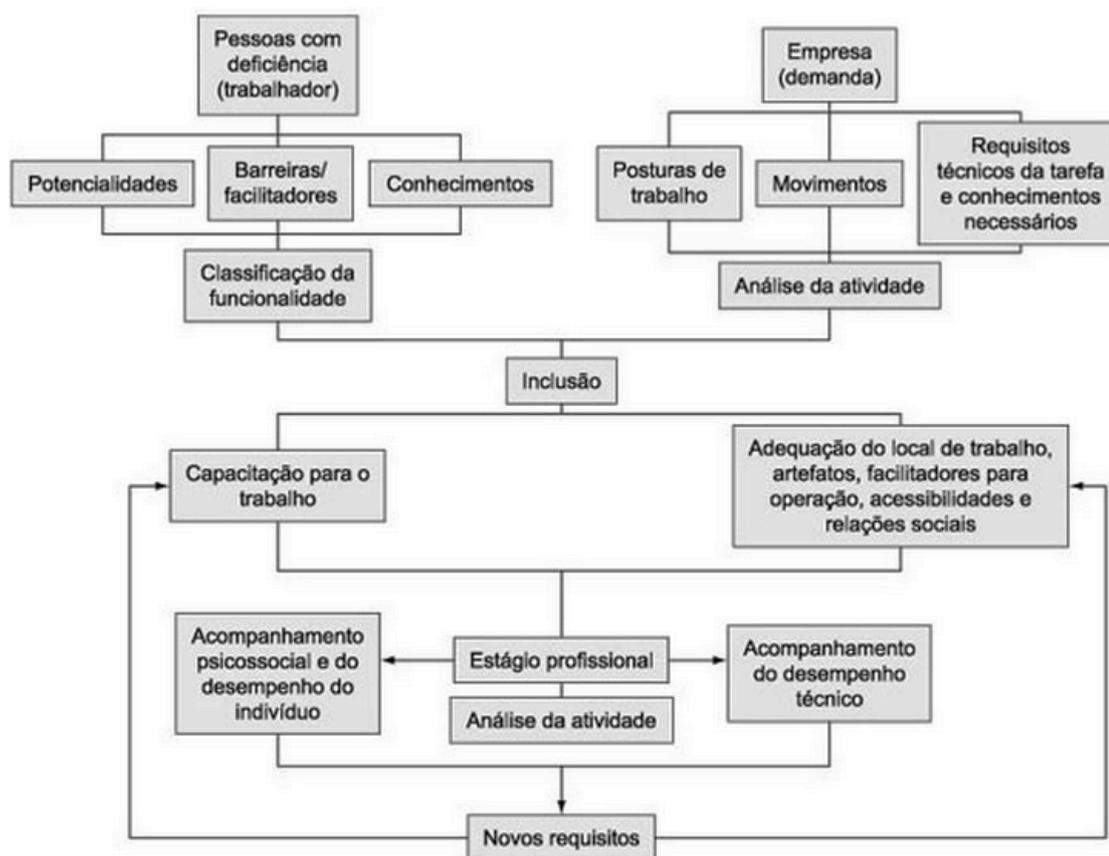


Fonte: ITS (2013).

No Brasil, o Emprego Apoiado iniciou suas atividades em 1993, e no ano de 2005 foi reconhecido como Tecnologia Social e recebendo apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCTI) e do Instituto de Tecnologia Social (ITS BRASIL). Em 2013 ocorreu o primeiro Curso EaD de "Emprego Apoiado" com parceria das instituições, MCTI/Secis, CNPq e ITS BRASIL.

O público-alvo do EA são pessoas que necessitam de adequações e estratégias mais intensas de apoio para possibilitar o acesso ao trabalho. Além do EA direcionado para inclusão profissional, Simonelli (2009) propôs um modelo baseado na análise da atividade industriais para identificar os postos de trabalho que tenham possibilidade de ser ocupados por PcD, conforme ilustrado na Figura 20.

Figura 20 – Modelo de análise de atividade nos postos de trabalho para pessoas com deficiência.



Fonte: Simonelli (2009).

### 3.4.3 Modelo orientado para necessidades – “Designs for Needs”

Krippendorff (2000) confirma a mudança de foco no produto para o usuário, que ocorreu durante o período da fase industrial até nos dias atuais, destacando as fases de informações e identidade, conforme o Quadro 11, tal qual, levam-se em consideração as aparências, modismos, marcas e outros fatores. Assim, em vista do comportamento e requisitos do usuário, a construção de práticas sociais, símbolos e preferências são relacionados para projetar novos produtos, que são reflexos para evolução de novas tecnologias, equipamentos e serviços.

Quadro 11 – Aspectos de designs no Período Industrial e da Informação e Identidade.

Período Industrial	Período da Informação e Identidade
Atender a necessidade da indústria: progresso tecnológico, eficácia econômica, expansão dos mercados e controle cultural.	Atender a necessidade do usuário: progresso tecnológico com base ecológica e reprojeção, interesse dos investidores (stakeholders), formação de redes de multiusuários (comunidades).
Foco no Objeto	Foco no Usuário
O usuário se adapta aos produtos.	Os produtos com alternativas para diferentes usuários.
Problemas sociais: soluções tecnológicas instáveis	Problemas sociais: solução tecnológicas que expandem a comunidade, atraem novos modos de vida e evoluem no processo.
Designers: fala uma linguagem	Designers: fala através de uma linguagem.
Ensino de design: princípio projetuais no mundo material	Ensino de design: princípio centrado no ser humano e atividade projetual no modo de vida.

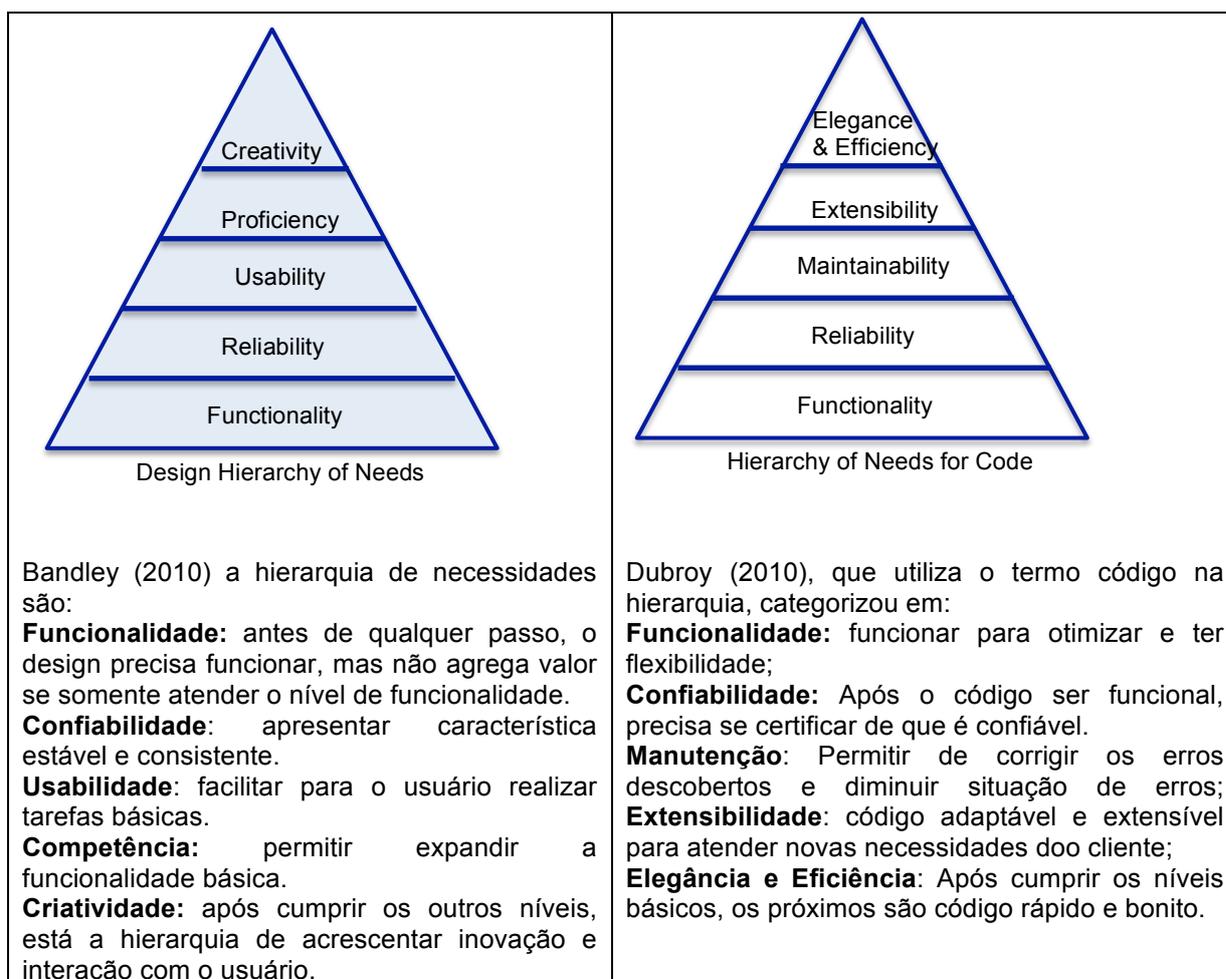
Fonte: Autora (2014) baseada em Krippendorff (2000).

Bradley (2010) e Dubroy (2008) categorizam as necessidades no *Design*, seguindo a estrutura de hierarquia de necessidades de Abraham Maslow. Segundo Dubroy (2010), a inspiração para descrever os códigos de necessidades foi ao ler o princípio de *Design Universal*. Assim, os dois autores classificam a ordem para atender as necessidades básicas antes de satisfazer as necessidades de nível mais alto no projeto. A Figura 21 apresenta as pirâmides com a hierarquia das necessidades nos projetos, onde Bandley (2010) e Dubroy (2010) categoriza o nível básico com funcionalidade e confiabilidade.

Além disso, Gilleard e Higgs (2005) alertam que a nova geração de pessoas que nasceram no pós-guerra, estão envelhecendo e possuem diferentes experiências de cultura e social de seus pais, pois vivem numa sociedade que permite gastar livremente e são propensos a continuar o consumo mais tarde. A este fato, adicionam-se oportunidades de expansão do mercado para atender esta população, pouco desenvolvido em termos de ofertas de produtos e serviços. Ou seja, a demanda e novos mercados tendem para projetos para atender necessidades, manter e melhorar as capacidades físicas e mentais, como voltados para dispositivos de assistência, produtos de segurança, produtos que promovem a saúde, bem como serviços: de bem-estar, passatempos, produtos de lazer, turismo e cultura. Portanto, além de atender às necessidades físicas, sociais, mentais e

cognitivos levam-se em conta os conceitos de serviços, as mudanças nas habilidades funcionais dos produtos utilizados pelas pessoas idosas durante as diferentes fases de sua vida útil, mesmo com alguma limitação física ou sensorial, para participar e dar continuidade na vida diária.

Figura 21 – Pirâmide de hierarquia de necessidades no *Design*.



Fonte: baseado em Bandley (2010) e Dubroy (2010).

### 3.4.4 Modelo orientado para acessibilidade – “*Design for Universal*”

Os projetos orientados para acessibilidade encontram-se, na maioria dos casos, em forma de Lei e concentra-se nos princípios do *Design Universal*, que tem forte contribuição nas barreiras arquitetônicas.

O *Design Universal* foi proposto pelo arquiteto Ron Mace para atender à maior gama possível das características antropométricas e sensoriais da população (ABNT, 2004), cujo conceito foi integrado no contexto de acessibilidade. O *Design*

Universal compreende sete princípios para serem aplicados como ferramenta nos projetos de produtos e ambientes, que são relacionados no Quadro 12 (STORY *et al.*, 1998; MACE *et al.*, 1991).

Quadro 12 – Princípios do *Design Universal*.

Princípios	Normas
<p><b>Princípio 1: Igualitário</b> – Uso Equiparável. São espaços, objetos e produtos que podem ser utilizados por pessoas com diferentes habilidades, tornando todos os ambientes iguais.</p>	<p>1a: Prover os mesmos significados para todos os usuários: idêntico quando possível ou equivalente quando não for possível.            1b: Evitar a segregação ou estigmatização dos usuários.            1c: Prover privacidade, segurança e proteção de forma igual a todos os usuários.            1d: Tornar o produto atraente para todos os usuários.</p>
<p><b>Princípio 2: Adaptável</b> – Uso Flexível. Design de produtos que atendem pessoas com diferentes habilidades e diversas preferências, sendo adaptáveis a qualquer uso.</p>	<p>2a: Prover escolhas na forma de utilização.            2b: Acomodar acesso na utilização para destros e canhotos.            2c: Facilitar a precisão e acuidade do usuário.            2d: Prover adaptabilidade ao ritmo do usuário.</p>
<p><b>Princípio 3: Óbvio</b> – Uso Simples e Intuitivo. De fácil entendimento para que qualquer pessoa possa compreender, independente de sua experiência, conhecimento, habilidade de linguagem ou nível de concentração.</p>	<p>3a: Eliminar complexidades desnecessárias.            3b: Ser coerente com as expectativas e intuição do usuário.            3c: Acomodar ampla faixa de habilidades em comunicação, leitura e escrita.            3d: Arranjar as informações de acordo com sua importância.            3e: Prover sinais de alerta e <i>feedback</i> durante e depois da conclusão de tarefa.</p>
<p><b>Princípio 4: Conhecido</b> – Informação de Fácil Percepção. Quando a informação necessária é transmitida de forma a atender as necessidades do receptor, seja ela uma pessoa estrangeira, com dificuldade de visão ou audição.</p>	<p>4a: Uso de diferentes modos (verbal, pictorial, tátil) para redundante apresentação da informação essencial.            4b: Prover contraste adequado entre a informação essencial e outras informações secundárias.            4c: Maximizar a legibilidade da informação essencial.            4d: Diferenciar elementos em caminhos que podem ser descritos (por exemplo, tornar mais fácil dar as instruções ou direções).            4e: Prover compatibilidade com uma variedade de técnicas ou equipamentos usados por pessoas com limitações sensoriais.</p>
<p><b>Princípio 5: Seguro</b> – Tolerância ao erro. Previsto para minimizar os riscos e possíveis consequências de ações acidentais ou não intencionais.</p>	<p>5a: Arranjar os elementos para minimizar riscos e erros: elementos mais usados, mais acessíveis; elementos de riscos, eliminados, isolados ou protegidos.            5b: Prover mensagens de aviso de risco de perigo e erros            5c: Prover sistema com características segurança em caso de falha humana.            5d: Desencorajar ações inconscientes em tarefas que requerem vigilância.</p>
<p><b>Princípio 6: Sem esforço</b> – Baixo esforço físico. Para ser usado eficientemente, com conforto e o mínimo de fadiga.</p>	<p>6a: Permitir ao usuário manter uma posição neutra do corpo.            6b: Usar forças moderadas na operação.            6c: Minimizar ações repetitivas.            6d: Minimizar o esforço físico sustentável.</p>

<p><b>Princípio 7: Abrangente</b> – Divisão e Espaço para Aproximação e Uso. Estabelece dimensões e espaços apropriados para o acesso, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo, da postura ou mobilidade do usuário.</p>	<p>7a: Prover os elementos importantes no campo visual de qualquer usuário, sentado ou em pé.  7b: Prover o alcance para todos os componentes para qualquer usuário sentado ou em pé.  7c: Acomodar variações da dimensão da mão e empunhadura.  7d: Prover espaço adequado para o uso de equipamentos assistivos ou para assistência pessoal.</p>
--	--

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004), Story et al. (1998) e Mace *et al.* (1991).

No Brasil, a ABNT NBR 9050 (2004) apresenta a Norma que estabelece critérios e parâmetros técnicos em projetos de edificações e suas adaptações, mobiliário, espaços (locais) e equipamentos urbanos para atender condições de acessibilidade conforme apresenta o Quadro 13.

Quadro 13 – Objetivos de acessibilidade da ABNT NBR 9050.

<p><b>Condições de acessibilidade</b></p>	<p>Mobilidade e de percepção do ambiente, com ou sem a ajuda de aparelhos específicos, como: próteses, aparelhos de apoio, cadeiras de rodas, bengalas de rastreamento, sistemas assistivos de audição ou qualquer outro que venha a complementar necessidades individuais.</p>
<p><b>Público alvo / meta</b></p>	<p>Atingir maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção, a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos</p>
<p><b>Aplicação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos os espaços, edificações, mobiliário e equipamentos urbanos que vierem a ser projetados, construídos, montados ou implantados, bem como as reformas e ampliações de edificações e equipamentos urbanos, devem atender ao disposto nesta Norma para serem considerados acessíveis;</li> <li>- Edificações e equipamentos urbanos que venham a ser reformados devem ser tornados acessíveis, inclusive em reformas parciais, a parte reformada;</li> <li>- As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais devem ser acessíveis em suas áreas de uso comum, sendo facultativa a aplicação do disposto nesta Norma em edificações unifamiliares. As unidades autônomas acessíveis devem ser localizadas em rota acessível;</li> <li>- As entradas e áreas de serviço ou de acesso restrito.</li> </ul>

Fonte: baseado em ABNT NBR 9050 (2004).

No modelo de *Design* para todos, “*Design for all*”, Benenti (2007) afirma que está associado com produto, principalmente voltados para comunicação visual e serviço, e juntamente com o conceito do *Design Universal*, tem o objetivo de equiparação de oportunidades de acesso nos projetos de ambiente, comunicação e produto. Assim, apresenta aspectos de projeto inclusivo e projeto centrado no homem (BERNARDI; KOWALTOWSKI, 2005).

Benenti (2007) alega do “*Design for the World*”, que foi elaborado em 1998 pelas principais associações internacionais de *Design*, o International Council of Societies of Industrial Design (ICSID), International Federation of Interior Architects/Designers (IFI) e *International Council of Communication Design* (ICOGRADA), com o objetivo de estimular e promover o *Design* voluntário para as pessoas com necessidades, e melhorar a própria vida por meio do trabalho voluntário dos *designers*.

### **3.4.5 Modelo Participativo e Design Social**

Segundo Basso e Cossio (2011), o objetivo do Modelo Participativo em *Design Social* consiste na participação do usuário e das pessoas que interagem com ele para levantar os requisitos de projeto para o desenvolvimento e validação do produto. Esta cooperação do usuário e dos integrantes visa a um produto final que proporcione experiência agradável e relacionável com as pessoas que estão no mesmo ambiente. Como resultado, abre maior possibilidade do usuário não abandonar o produto. Assim, o modelo participativo tem cunho no *Design Social*, necessitando do uso de linguagem padronizada que todos os integrantes possam participar na fase de estratégia do processo, assim como, valoriza o usuário e favorece na inclusão social.

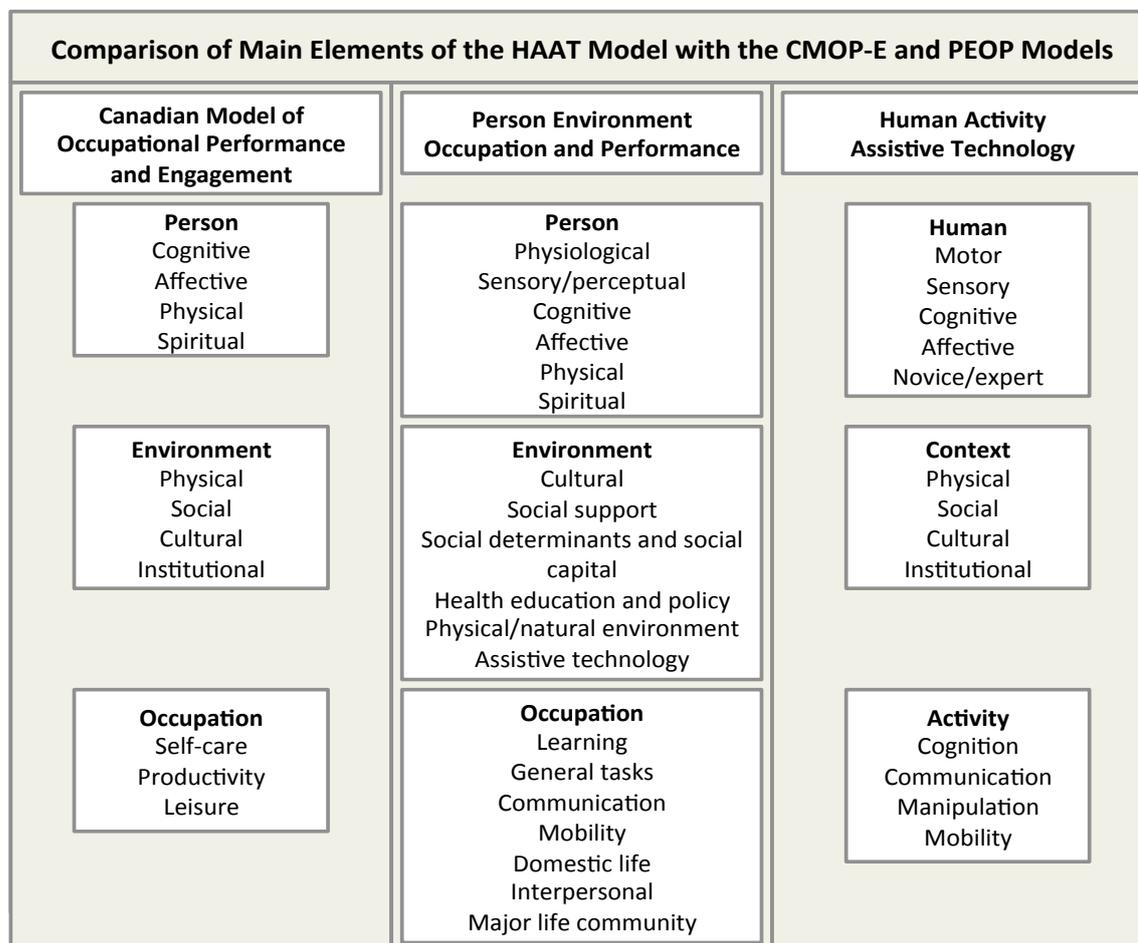
Nos termos do *Design Social*, podem ser sistematizados os aspectos de conscientização social, inserção no mercado, melhoria de processo, desenvolvimento de novos produtos e valor agregado (COSTA, 2009).

### **3.4.6 Modelo Ecológico – HAAT/CMOP-E/PEOP**

Cook e Polgar (2015) consideram modelos ecológicos os “*Canadian Model of Occupational Performance and Engagement – CMOP-E*”, “*Person Environment Occupation and Performance – PEOP*” e “*Human Activity Assistive Technology – HAAT*”. Estes modelos apresentam a interação de diversos elementos como participação do usuário, saúde, qualidade de vida e bem-estar que resultam no desempenho ocupacional. Na Figura 22, Cook e Polgar (2015) ilustram

comparativos dos principais elementos que compõe os modelos CMOP-E, PEOP e HAAT.

Figura 22 – Comparativo dos principais elementos dos modelos CMOP-E, PEOP e HAAT.



Fonte: Cook e Polgar (2015).

Conforme os autores, os três modelos são similares apresentando alguns elementos iguais. As estruturas centrais estão dirigidas para as pessoas, ambiente e ocupação ou atividade, apresentando certo tipo de articulação que pode facilitar nos ambientes ou limitar nas barreiras. A ocupação ou atividade representa como ponte que se interliga a pessoa e o ambiente, que orienta na prática clínica. O modelo CMOP-E articula diferentes papéis, como a do clínico desempenhar na relação cliente-terapeuta. O PEOP articula uma abordagem “*top-down*”, que orienta tipo de processo de intervenção, permitindo o desempenho ocupacional e sua participação.

Modelos POEP e CMOP-E têm influencia no modelo HAAT, pois podem fornecer informações ocupacionais ou noção de atividade que auxiliam para entender o desempenho da tecnologia assistida empregada, e também considera a visão do usuário de realizar atividade e a influência que o ambiente exerce.

### **3.4.7 Modelo Tecnologia Assistiva Compreensiva**

A estrutura hierárquica do modelo “*Model Comprehensive Assistive Technology - MCAT*” compreende quatro componentes que são: contexto, pessoa, tecnologia assistiva e atividade (HERSH, JOHNSON, 2008; HERSH, 2010c) . O contexto é o primeiro que aparece na estrutura de hierarquia, e são os fatores que envolvem o usuário, como abordagem cultural, cenário que se realiza a atividade, as barreiras que não o deixa realizar a atividade, diferente linguagem atribuída e infra-estrutura. Na segunda hierarquia da estrutura MCAT está a pessoa, e refere-se ao perfil pessoal do usuário ou do grupo. Na sequência, está a atividade que identifica a tarefa ou movimento que o usuário pretende realizar. Por final está a Tecnologia Assistiva, que corresponde ao produto, método ou serviço a ser projetado a estrutura do MCAT. Este modelo MCAT é indicado para desenvolver o perfil do usuário ou do grupo de usuário e os requisitos do projeto de Tecnologia Assistiva. Hersh e Johnson (2008) recomenda a elaboração de um questionário para obter as informações conforme a estrutura do modelo MCAT e sugere para alinhar junto o modelo *Human Activity Assistive Technology* (HAAT) de Cook e Polgar (2015) para obter dados mais completos do usuário como movimentação, limite e controle do corpo físico.

Para avaliação dos resultados de Tecnologia Assistiva, Hersh (2010b; 2010c) mostra uma estrutura conceitual que compreendem as fases de aquisição de dispositivos de tecnologia assistiva, uso introdutório e uso ao longo prazo, que o usuário pode continuar a usar ou rejeitar o dispositivo. Para cada fase apresenta uma avaliação de atividades, treinamento e análise de resultados. Nesta avaliação incluem fatores emocionais e de habilidade adquirida por tempo de uso do dispositivo.

## CAPÍTULO 4 – REVISÃO SISTEMÁTICA E ANÁLISE CRÍTICA DE CONTEÚDOS

Neste Capítulo se apresentam as contribuições ao conhecimento em engenharia na perspectiva de projetar produtos orientados para Tecnologia Assistiva. Estas parcelas do conhecimento estão baseadas na fundamentação teórica, vista no capítulo anterior. Assim, inicia-se com uma breve explanação dos pontos essenciais da pesquisa e aprofunda-se nos estudos que contemplam os Modelos de Desenvolvimento de Produtos existentes e aplicados nas diferentes áreas, conforme as respectivas abordagens de seus autores. Em seguida, os modelos são classificados e analisados para definir os processos relacionados com o escopo da pesquisa e, por fim, o estado da arte pautado com as contribuições ao conhecimento no projeto orientado para Tecnologia Assistiva. Além disso, relacionam-se as ferramentas de “projeto orientado para” (*design for*), que são bem concebidas no PDIP, para analisar e agrupar os conceitos similares aplicados na fase de desenvolvimento de projeto.

O “estado da arte”, também conhecido como “estado do conhecimento”, apresenta o mapeamento de uma compreensão profunda das pesquisas bibliográficas oriundas de diferentes áreas de conhecimento. Portanto, os temas elencados no estado da arte precedem para responder os aspectos e dimensões relevantes e privilegiados, assim como, realiza-se uma metodologia na forma descritiva de produção acadêmica e científica, que consiste nos assuntos de pesquisas envolvidos sobre o fenômeno a ser analisado, cujo desafio é de “*conhecer o já construído e produzido para buscar o que ainda não foi feito*” (FERREIRA, 2002).

Deste modo, o desafio deste capítulo direciona-se ao horizonte da pesquisa para investigar e encontrar as lacunas dos temas envolvidos nos estudos, bem como, aqui se compreende a função do professor orientador Canciglieri Junior neste objeto, que instruiu e realçou a importância de aprofundar nos estudos para se chegar na “*borda da linha do conhecimento*” da pesquisa. Este termo tem longas datas, que Holmes (1862) utilizou para intitular o texto na disciplina de medicina, “*Border lines of knowledge*”, mencionando o processo que concede o quão longe se

encontra as linhas de estudos ampliando claramente, de tal forma que este caminhar prepara para lidar com os problemas mais complexos da pesquisa.

Desse modo, o estado da arte permeia no propósito de fortalecer o escopo desta pesquisa, por meio de levantamento e análise nos Modelos de Desenvolvimento de Produtos e nas ferramentas de projetos orientados, estabelecendo o alicerce que preencha a lacuna encontrada para estruturar a proposta do Modelo de Projeto de produtos orientados para Tecnologia Assistiva.

#### 4.1 FATORES AGREGADOS NO CONHECIMENTO

O principal foco para projetar os produtos orientados para Tecnologia Assistiva está em atender as necessidades específicas do usuário de tal forma que o possibilite executar uma atividade, alcançar autonomia e melhorar a qualidade de vida, e ainda, contribuir no exercício da cidadania na sociedade. Portanto, o projeto associa-se a muitos fatores relacionados com o usuário para constituir um produto da TA, e ainda, assegurando dentro das conformidades das exigências de autoridades e legislações estabelecidas no âmbito da acessibilidade e universalidade.

Por outro lado, na área de Desenvolvimento de Produto estão disponíveis métodos e ferramentas que visam à competitividade, atendem as exigências do mercado e aos requisitos dos clientes oferecendo qualidade no produto a preço atrativo. Assim, o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto se concentra nos instrumentos que possibilitam a análise do usuário e do mercado, envolvendo aspectos de realizar atividades e variáveis que podem influenciar com a estrutura biomecânica do corpo humano. No entanto, tratando-se de usuário de produtos da TA, estende-se para análises de limitação física, sensorial ou cognitiva, e todo o cenário obstrutivo ou restritivo de acessibilidade e inclusão social, tornando-se desafio para responder o escopo desta pesquisa.

## 4.2 MODELOS DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

As referências de Modelos de Processo de Desenvolvimento de Produto foram encontradas por meio de levantamentos bibliográficos, constatando que o PDP foi estruturado seguindo procedimentos semelhantes e adaptados de acordo com a abordagem de áreas ou temas diferentes, assim como, na atuação de pesquisa que o autor está envolvido. Nestes modelos, notam-se as diferentes formas de definições no constructo entre eles, que se concentram principalmente nas atividades da macro fase de Desenvolvimento de Projetos e no posicionamento para execução do projeto, ou na sequência do procedimento, o qual está implícito na atividade anterior, apresentando variações nos processos de desenvolvimento, conforme ilustrado no Quadro 14, que se divide em três partes: Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e, Implementação e Pós-desenvolvimento.

Na macrofase de Desenvolvimento, que está a elaboração de Projeto, encontra-se com mais detalhamento devido ao escopo da pesquisa aprofundar-se na atividade deste processo, em que estão as fases dos: projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Assim, a partir dos modelos relacionados foram classificados por atividades no projeto mais definidos e aplicados pelos autores no PDP.

Após classificar os modelos de Desenvolvimento de Produtos, conforme as atividades realizadas nas fases de Elaboração do Projeto, observou-se que os termos mais utilizados pelos autores são o Projeto Conceitual e o Projeto Detalhado.

Quadro 14 – Modelos com fases de Desenvolvimento de Produtos.

CICLO DE VIDA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS – 1/4									
Autores	Pré desenvolvimento		Desenvolvimento					Implementação e Pós-desenvolvimento	
	Estudo de necessidade primitiva	Estudo de exequibilidade	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado	Projeto Detalhado	Projeto Detalhado	Planejamento para Manufatura e Distribuição	Planejamento para consumo e retirada	
Asimov (1962)	Estudo de necessidade primitiva	Estudo de exequibilidade	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado	Projeto Detalhado	Projeto Detalhado	Planejamento para Manufatura e Distribuição	Planejamento para consumo e retirada	
Archer (1968)	Estabelecer programação	Coleta de dados	Desenvolvimento de produto	Analisar e Desenvolver	Analisar e Desenvolver	Analisar e Desenvolver	Comunicar		
Cain (1969)	Investigação e concepção do projeto	Projeto do Produto	Desenvolver o produto	Testes	Testes	Testes	Documentação para produção		
Kotler (1974)	Gerar e fazer triagem de ideias	Desenvolver e testar conceito	Desenvolver estratégia de marketing	Analisar o mercado	Desenvolver o produto	Desenvolver o produto	Teste no mercado	Comercializar	
Bornfim, Nagel e Rossi (1977)	Compreensão da necessidade	Processos de solução e análise		Desenvolvimento	Desenvolvimento	Desenvolvimento	Implantação		
Pahl e Beitz (1977)	Clarificação e Planejamento da tarefa	Projeto conceitual	Concretização do projeto	Projeto detalhado	Solução	Solução	Documentação		
Bonsiepe (1978)	Descobrir necessidade, analisar, formular o problema	Levantar os requisitos	Fracionar e hierarquizar o problema	Desenvolver e selecionar alternativas	Detalhar, prototipar e avaliar	Detalhar, prototipar e avaliar	Modificar o protótipo e fabricar pré-série		
Barroso Neto (1982)	Definição do produto	Anteprojecto geração de alternativas	Projeto	Construção do protótipo	Produção experimental	Produção experimental	Planejamento para consumo, manutenção, e obsolescência		
Back (1983)	Estudo de viabilidade	Estudo de Viabilidade e Projeto Conceitual	Projeto preliminar	Projeto detalhado, revisão, testes	Desenvolver	Desenvolver	Planejamento da produção e marketing	Planejamento para consumo, manutenção, e obsolescência	
Crawford (1983)	Identificar e selecionar as oportunidades	Gerar o conceito	Avaliar o conceito	Realização			Implantação		
Bonsiepe (1984)	Definição do problema	Anteprojecto geração de alternativas	Projeto (avaliação, decisão, escolha)				Análise final da solução		
Guideline VDI 2221 (1985)	Formulação de tarefa, Verificação das funções	Princípio das soluções	Estruturação para realização	Configuração dos módulos e do produto	Fixação das informações	Fixação das informações	Implantação	Implantação	

Q Continuação do Quadro 14 Modelos com fases de Desenvolvimento de Produtos

CICLO DE VIDA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS – 2/4									
Autores	Pré Desenvolvimento		Desenvolvimento				Implementação e Pós-desenvolvimento		
	Andreassen e Hein (1987)	Investigação da necessidade	Princípio do produto	Projeto do produto		Preparação da produção, Produção		Produção	
Suh (1988)	Identificar a necessidade	Requisitos funcionais	Atributos do produto	Prototipar		Produzir			
Vincent (1989)	Ideia	Estudo preliminar	Modelo de laboratório	Desenvolvimento, produção piloto na engenharia e testes		Produção			
Clark e Fujimoto (1991)	Concepção do Produto	Planejamento do Produto		Projeto do Produto			Projeto do processo		
Pugh (1991)	Especificação de projeto de produto	Projeto conceitual		Projeto detalhado		Manufatura			
Rosenthal (1992)	Ideia	Validação da ideia	Projeto Conceitual	Especificação e projeto	Produção do protótipo e testes				
Ullman (1992)	Planejamento (desenvolvimento da especificação)	Projeto conceitual		Projeto detalhado e documentação			Manufatura		
Wheelwright e Clark (1992)	Gerar, conceber e desenvolver ideias	Determinar os requisitos e detalhar os projetos	Desenvolver o projeto selecionado		Produção piloto		Lançamento		
Cooper (Stage Gate) (1993)	Ideia, Investigação preliminar, Investigação detalhada	Desenvolvimento		Validação e teste			Lançamento		
Bürdek (1994)	Identificar o problema e analisar a situação	Definir o problema	Gerar alternativas		Avaliar a escolha		Realizar		
Clausing (1994)	Conceito		Projeto		Preparação e Produção				

Continuação do Quadro 14 – Modelos com fases de Desenvolvimento de Produtos.

Autores	CICLO DE VIDA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS – 3/4						
	Pré Desenvolvimento	Desenvolvimento				Implementação e Pós-desenvolvimento	
Schulmann (1994)	Estudos preliminares	Criação	Execução tridimensional (modelos)	Realização (aperfeiçoamento técnico, protótipos e custos)		Industrialização	
Rozenbur e Eeckles (1995)	Análise do problema	Síntese de soluções	Simulação das soluções	Avaliação do Projeto			
Hubka e Eder (1996)	Definição do problema	Projeto conceitual	Projeto Preliminar	Detalhamento		Protótipo e testes	
Pahl e Beitz (1996)	Clarificação e Planejamento da tarefa	Projeto conceitual	Projeto preliminar	Projeto detalhado			
Dickson (1997)	Gerar ideias e Desenvolver conceito	Planejar o desenvolvimento	Desenvolver o Produto	Testar o Produto			Lançar o Produto
Magrab (1997)	Definição do Produto	Geração de projetos viáveis	Avaliação de projetos	Projeto de produto e processo		Manufatura e montagem	
Prasad (1997)	Definição da missão	Definição do conceito	Design do Produto	Engenharia e análise	Prototipagem e Operacionalização da engenharia	Operacionalização da Produção e Fabricação	Melhorias, suporte e entregas
Cooper e Edgett (1999)	Ideias	Projeto Informativo	Projeto Conceitual	Projeto Conceitual e Detalhado		Preparação para produção	Lançamento do Produto
Kaminski (2000)	Identificação da necessidade e Estudo de viabilidade	Projeto básico		Projeto executivo		Planejamento da produção e Execução	
Baxter (2001)	Especificação do projeto	Projeto conceitual	Projeto de configuração	Projeto detalhado		Projeto para fabricação	
Cooper (2001)	Descoberta, definir escopo e mercado	Definir a especificação	Desenvolver o produto	Testar e validar o produto		Implementar produto e marketing	Revisão pós lançamento
Modelo Toyota (2002)	Planejamento Estratégico e do Projeto	Análise dos requisitos	Projeto de Hardware e Software	Avaliação dos componentes	Produção Piloto	Produção	

Continuação do Quadro 14 – Modelos com fases de Desenvolvimento de Produtos.

Autores	CICLO DE VIDA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS – 4/4									
	Pré Desenvolvimento		Desenvolvimento					Implementação e Pós-desenvolvimento		
Modelo V (2002)	Estudo de caso - Business	Definição e Especificação do Sistema	Projeto de Sistemas	Projeto de Componentes	Projeto de detalhes	Projeto de detalhes	Projeto de detalhes	Implementação	Manutenção do Produto	
Stuart Pug (2002)		Especificação de projeto de produto	Projeto Conceitual	Projeto Conceitual	Projeto Conceitual	Projeto Conceitual	Projeto Conceitual	Manufatura		
PRODIP (2003)	Planejamento do Projeto	Projeto Informacional	Projeto Conceitual	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado	Projeto Detalhado	Projeto Detalhado	Preparação para produção	Lançamento do produto e Validação	
Pahl et al. (2005)		Definição da concepção		Ante-projeto e detalhamento				Solução		
Crawford e Benedetto (2006)	Identificar e selecionar oportunidades	Geração de conceito	Avaliação dos conceitos	Desenvolvimento					Lançamento do produto	
Rozenfeld et al. (2006)	Planejamento Estratégico e do Projeto	Projeto Informacional	Projeto Conceitual	Projeto Detalhado				Preparação para produção	Lançamento, acompanhamento e descontinuação do produto	
Modelo Cascata (2010)	Estudo de caso - Business	Análise dos requisitos dos clientes	Especificação do Sistema	Projeto de sistemas e componentes		Testes de validação				
Ulrich e Eppinger (1995/2011)	Declaração da missão	Desenvolvimento do conceito	Projeto nível de sistema	Projeto detalhado				Preparação e Produção	Lançamento	
Cook e Polgar (2015)	Estudo de atividades ocupacionais, ambiente e pessoas	Análise do desempenho no uso de tecnologia	Análise do usuário na atividade e do ambiente							

Fonte: Autor.



Neste sentido, as fases de atividades são divididas e especificadas de acordo com o processo e o projeto em estudo. Assim, os passos relevantes são destacados ou subentendidos na macrofase Desenvolvimento.

#### 4.3 MODELOS DE PROJETOS ORIENTADOS PARA “?” (*DESIGN FOR ?*)

Na pesquisa dirigida para “*Design for*” estão concentradas as ferramentas, métodos de projeto e formas de modelagem, conforme afinidade com a temática em estudo, apresentado com mais detalhes na seção 2.4. Nestes termos, destacam-se alguns modelos de projetos orientados e a forma de aplicação no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), ilustrado no Quadro 16.

Quadro 16 – Modelos orientados para elaboração de Projeto.

Design	Orientado	Objetivo	PDP - Projeto	Autores
Design for Aesthetics	Estética	Adequação de função do produto com formas agradáveis.	Conceitual e Detalhado	Pahl e Beitz (1996), Macdonald (2001), Baxter (2001), Rozenfeld et al. (2006)
Design for Assembly	Montagem	Verifica funções, formas e materiais para simplificar o processo de montagem.	Informacional, Conceitual e Preliminar	Boothroyd et al. (2002), Back et al. (2008), Rozenfeld et al. (2006)
Design for Environment ou Ecodesign	Impacto ambiental e produção	Minimizar o impacto ambiental no processo, produção, reciclagem e na forma de descarte. Os projetos têm conceitos de sustentabilidade, ecoferramentas, Green Design e Design for Recycling.	Projeção, Produção e Final do ciclo	Rozenfeld et al. (2006), Back et al. (2008).
Design for Excellence	Novo produto e ciclo de vida do produto	Resulte na satisfação e eficiência no conjunto das necessidades de todas as pessoas ou organizações envolvidas. Envolve as técnicas do Design for Manufacturability, Design for Assembly, Design for Testability e Design for Operability.	Informacional, Conceitual, Preliminar, Detalhado e implementação	Voss, Blackman, Hanson e Claxton (1996), Nunes (2004).
Design for Manability, Design for Use / Ergonomic ou Projeto para fator humano.	Relação entre o homem e equipamento	Compreendem fatores psicológicos e antropométricos. Utiliza os conceitos de Ergonomia do Produto.	Informacional, Conceitual e Preliminar	Blanchard; Fabrycky (1990), Rozenfeld et al. (2006), Back et al. (2008), Lida (2005)
Design for Manufacturing	Processo de manufatura	Projeto para facilitar ou simplificar e aperfeiçoar a produção, a manufatura dos componentes, que compõem o produto.	Conceito, Preliminar e Detalhado	Rozenfeld et al. (2006), Ulrich; Eppinger (2011), Back et al. (2008).
Design for Productibility	Processo de Manufatura e Montagem	Produtibilidade (qualidade e processo): facilitar e simplificar a produção de produto ou componente colocando em pauta: configuração, o grau com que esse produto minimiza o trabalho, os materiais e os custos. Técnicas envolvidas: Design for Manufacturability, Design for Assembly	Preliminar, Detalhado, implementação e Produção	Kuo, Huang e Zhang (2001), Nunes (2004)
Design for Testability	Software e Processo de Projetos	Controlar as entradas e saídas de informações + Observação no processo. Tem o propósito de facilitar os posteriores ensaios/testes, modificando o design para que isso seja possível.	Detalhado e Implementação	Blanchard; Fabrycky (1990), Kaner; Bach; Pettichord (2002), Kuo, Huang e Zhang (2001), Edwards (2002), Nunes (2004)
Design for X	Manufatura, reciclagem, montagem, etc	Conjunto de regras e procedimentos de forma organizada para dar suporte nos problemas relacionados com o ciclo de vida de um produto.	Projeção, Implementação, Produção.	Huang (1996), Rozenfeld et al. (2006)
Design Modular,	Projeto e Processo de manufatura	Método aplicado para dividir o produto em componentes ou conjuntos de componentes e	Conceitual, Preliminar e Detalhado	Pahl e Beitz (1996), Kuo, Huang e Zhang (2001), Edwards

Fonte: Autor.

Entre os modelos de “*Design for*”, verifica-se que a aplicação se concentra mais na macro fase de Desenvolvimento de Projeto. Em alguns casos abrangendo toda as fases de Desenvolvimento do Projeto, e em outras situações, encontram-se os modelos constituídos por associação de outros modelos, formando um novo modelo de projeto orientado, como o caso do *Design for Productibility*, *Design for Excellence*, *Design for Environment* e *Design Universal*. Deste modo, os modelos de projetos orientados são elaborados e configurados para simplificar e facilitar parte de um processo do projeto, que visa fortalecer os aspectos principais de sua função.

#### 4.4 AS CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO

Diante do contexto apresentado nas seções anteriores e considerando as atribuições recentes da Tecnologia Assistiva e contemplando a área de Desenvolvimento de Produto, as contribuições ao conhecimento desta pesquisa na engenharia estão relacionadas nos itens a seguir:

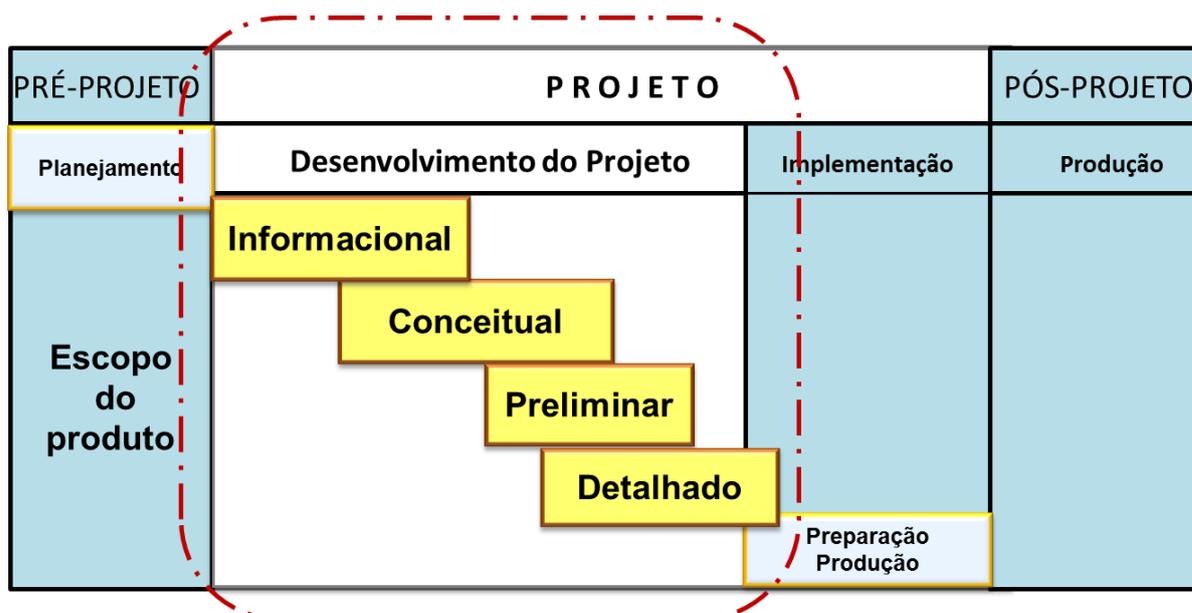
- I. Identificação dos Modelos de Projetos em Desenvolvimento de Produto existentes, que contemplam os desafios da sociedade contemporânea e aplicação de métodos e ferramentas de *design*, assim como, apresenta o processo integrado entre diferentes disciplinas e podem ser atuados com equipes multifuncionais;
- II. Seleção das informações providas de áreas multidisciplinares e tradução para qualidade do produto por meio de Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, considerando que esta pesquisa trata de Ciência de *Design* em Engenharia, assim, as informações e contribuições de outras áreas têm aspectos que complementam a realização de atividades do usuário e traz uma compreensão maior do comportamento biomecânico do corpo humano, acerca da limitação física, sensorial ou cognitiva, e do cenário obstrutivo ou restritivo de acessibilidade;

- III. Identificação das necessidades específicas para projetar um produto acessível para atender o maior número de usuários: este item se refere à continuidade e aprofundamento da pesquisa de Okumura (2012) e Okumura & Canciglieri Junior (2014), para estender principalmente a investigação da especificidade do usuário da Tecnologia Assistiva;
- IV. Revisão da literatura nos Modelos de Projetos de Desenvolvimento de Produto: em vista de existir vários modelos de PDP, que foram elaborados conforme a pesquisa dirigida na área do autor, cuja abordagem possibilita detectar e proporcionar dados relevantes, que contemplam os processos mais utilizados e significativos, os quais se tornam referência para constituir o modelo de *Design* com viés para produto da TA;
- V. Elaboração da proposta do Modelo de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva: constituí-lo como ferramenta e aplicá-lo no Desenvolvimento de Produto, os quais reúnem os processos detalhados da macro fase de elaboração de projetos;
- VI. Ampliação da área de conhecimento em Desenvolvimento de Produto direcionado para contribuir na inclusão social de pessoas com necessidades específicas: este item compreende os aspectos socioeconômicos para caracterizar e projetar o produto inclusivo e acessível no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto;
- VII. Atribuição nos aspectos de inclusão social aproximando, direta ou indiretamente, a academia de pesquisa: este item considera a compreensão das situações que as pessoas com necessidades específicas passam, inclusive no cenário que as inviabilizam de exercer plena cidadania na sociedade.

## CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL DE PROJETO ORIENTADO PARA A TECNOLOGIA ASSISTIVA

Este Capítulo apresenta o desenvolvimento do Modelo Conceitual de Projeto orientado para a Tecnologia Assistiva – MPOTA (*Design for Assistive Technology - DFAT*). Este modelo está situado na macrofase de Desenvolvimento de Projetos do PDIP, destacando-se nas fases do Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar, Projeto Detalhado e o encaminhamento para a fase de Implementação com a preparação do processo para a etapa de Produção na fase de Pós-Desenvolvimento, conforme a delimitação destacada na Figura 23.

Figura 23 – Posicionamento da Pesquisa no PDIP orientado para TA.



Fonte: Autor.

Deste modo, a proposta do Modelo de Projeto no PDIP orientado para TA desta pesquisa se inicia da declaração do escopo do produto, definido na fase de Planejamento do Pré-Projeto.

Para melhor compreensão da proposta de MPOTA, contempla-se primeiramente com a definição de Design na Engenharia, que esclarece o conceito de Projeto Orientado - "*Design for*". Na sequência, apresenta-se a estrutura da proposta do Modelo de Projeto no PDIP orientado para TA e os procedimentos, que

concernem na pesquisa e análise dos modelos de Processo de Desenvolvimento de Produtos aplicados nas diferentes áreas para desvendar as atividades que correlacionam com o PDIP orientado para Tecnologia Assistiva. Em seguida, apresenta-se o levantamento e análise nos exemplos de modelos de projetos orientados, o “*Design for*”, que são utilizados no PDP, e também, os modelos que têm viés na área de *Design Social* e Tecnologia Social. Para tanto, complementa-se com as funções do “Moderador” da proposta MPOTA.

## 5.1 DEFINIÇÃO DO PROJETO ORIENTADO NA ENGENHARIA

O modelo de projeto orientado – “*Design for*” foi definida por Hubka e Eder (1998) como um conceito de *Design* na engenharia, que divide-se em duas classes a seguir:

- a) Com relação ao objetivo para formular uma ciência em *Design* de forma holística e completa possível, ou investigando cada área de interesse;
- b) Com relação aos métodos de investigações de pesquisa.

Todavia, Cross (1995) menciona as três formas diferentes de pesquisa em *Design*, que são:

- a) pesquisa em *Design (into design)*: investiga-se por vários tipos de observação independente, estudos descritivos, tais como narrativas, anedotas e histórias, direcionado para protocolos, desenvolvimentos teóricos ou pragmáticos, e seu teste;
- b) pesquisa para *Design (for design)*: para criar ferramentas, métodos de projeto e formas de modelagem, baseado na teoria de preferência;
- c) pesquisa através de *Design (through design)*: refere-se a um modo de abstração, de auto-observação e outra observação durante o projeto, para elaborar hipóteses e testes, e definindo como teoria de forma descritiva ou declarativa.

Em vista do propósito desta pesquisa de formular o modelo de Projeto, “*Design for*” torna-se relevante a abordagem de alguns modelos de Projetos de Desenvolvimento de Produto e Modelo de *Design* para embasamento, análise e estruturação do Modelo de MPOTA abrangendo o contexto tecnológico, econômico e social, pois se tratando de produtos da Tecnologia Assistiva, o principal foco está no usuário, o qual não consegue realizar alguma atividade, a não ser por meio de um produto de apoio, e ainda, somando a possibilidade de autonomia e desenvolvimento. Outro aspecto levantado para delinear o modelo de MPOTA, está em entrelaçar as áreas multidisciplinares, que executam tarefas conforme a competência especializada, que são encaminhadas nas fases do PDIP de modo simultâneo, assim como, Dörner (1998) afirma que um dos principais requisitos para encontrar uma teoria padronizada em *Design* está em observar o comportamento do sujeito durante o processo do projeto para obter inicialmente uma avaliação do parâmetro individual/ dos parâmetros individuais, que somados com outros, encaminha para um modelo de *Design* mais generalizado.

## 5.2 O MODERADOR NA ESTRUTURA DO MODELO DE PROJETO ORIENTADO PARA A TECNOLOGIA ASSISTIVA

A estrutura formada com os conceitos utilizados na proposta do Modelo Conceitual de Projeto orientado para a Tecnologia Assistiva (MPOTA), o *Design for Assistive Technology* (DFAT), ilustrada na Figura 19, vem do desdobramento de *Framework* Conceitual de PDIP orientado para TA (OKUMURA, 2012; OKUMURA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2013).

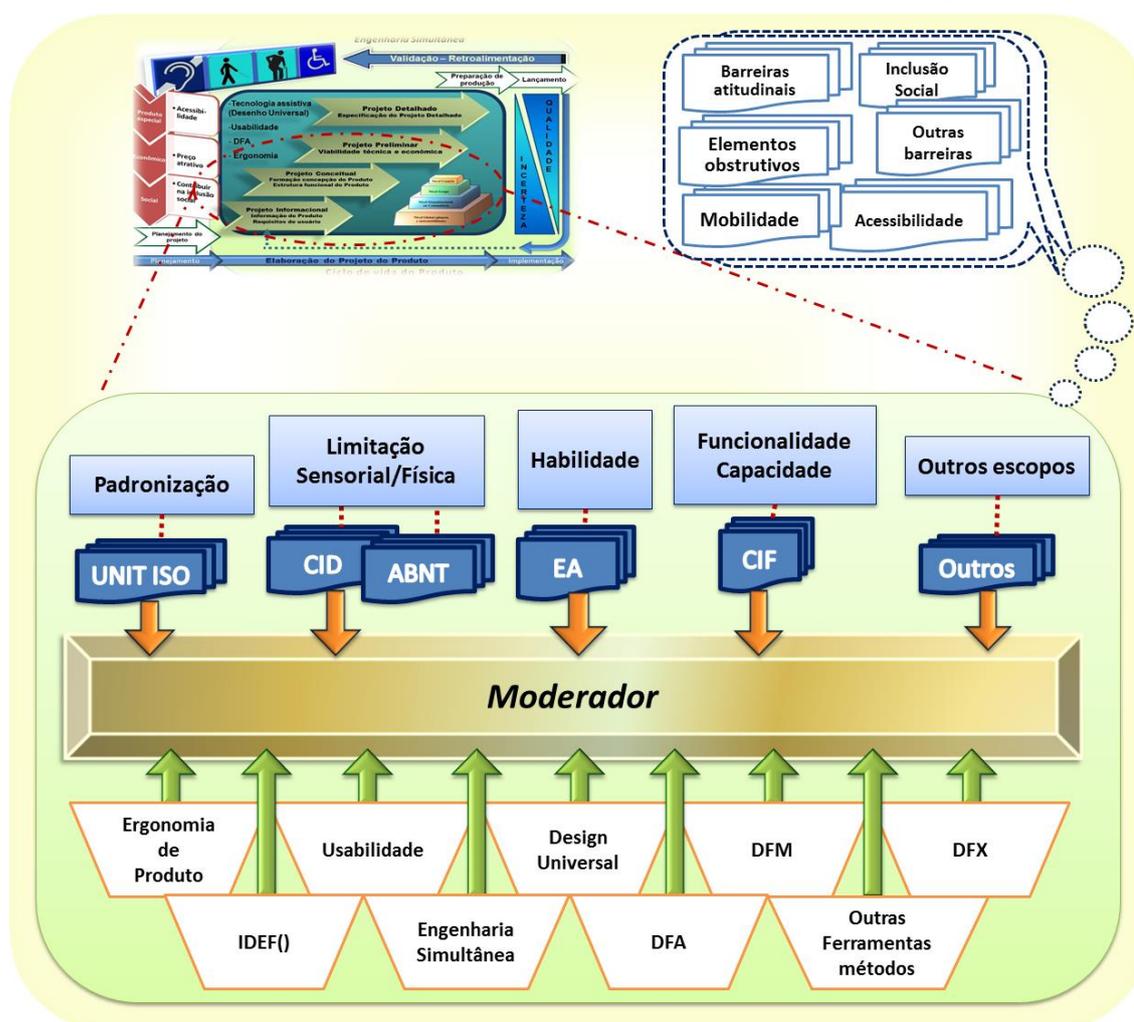
O *Framework* Conceitual de PDIP orientado para TA se refere à pesquisa que visa atender ao maior número possível de usuários, e ao lado do *Framework* Conceitual estão as Demandas da Sociedade em relação as pessoas com necessidades específicas, que são explanadas nas seções a seguir.

Na sequência, está o “Moderador” na estrutura da proposta, que tem a função de mediar as informações e métodos existentes em diferentes áreas, cujos

elementos compõem o grupo de padronização, limitação sensorial e ou física, habilidade da PcD, funcionalidade e capacidade, e outros fundamentos que estão presentes na diversidade relacionada com TA.

Na parte inferior do “Moderador”, na Figura 24, estão as representações dos métodos, conceitos e ferramentas utilizados no PDIP e na Engenharia Simultânea, que auxiliam conforme a abordagem das atividades para elaboração dos projetos de produtos. Neste contexto, os elementos mencionados são destacados nos tópicos a seguir.

Figura 24 – Moderador na Proposta de Modelo de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva.

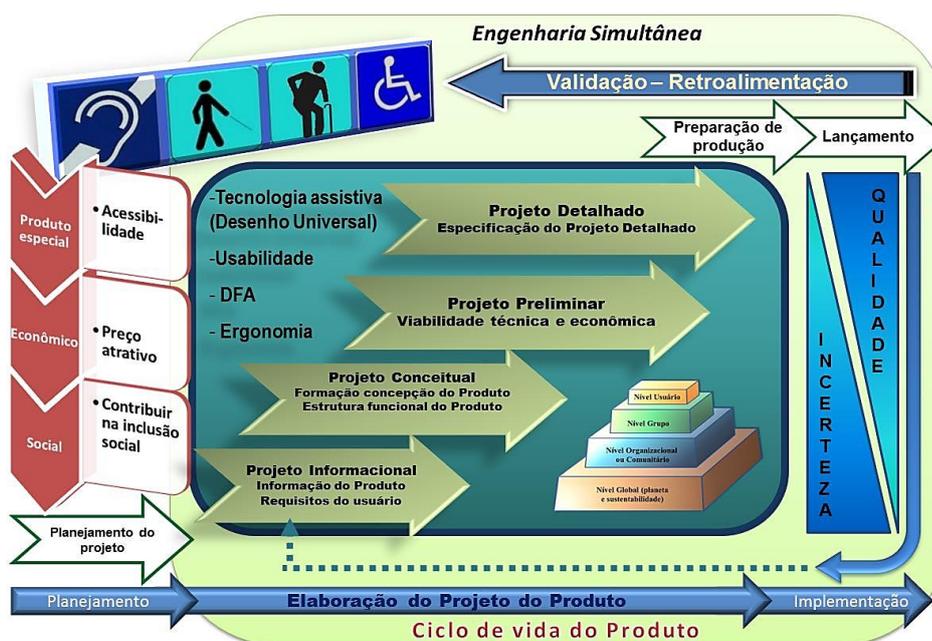


Fonte: Autor.

### 5.2.1 Framework Conceitual de Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para Tecnologia Assistiva

O *Framework* Conceitual de Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) orientado para Tecnologia Assistiva (TA), ilustrada na Figura 25, apresenta uma estrutura que é integrante do modelo MPOTA e aborda a elaboração de projetos de produtos inclusivos, visando atender a maioria dos usuários. Deste modo, apresenta flexibilidade no processo de desenvolvimento para permitir mudanças ou substituição das características ou definições do produto no projeto, acomodando diferentes usuários e formas de utilização. Além disso, possibilita direcionar o desenvolvimento de projetos de produtos para um grupo específico abrangendo, ao máximo, os requisitos necessários dos usuários. Assim, este processo propicia delinear projetos de produtos de uso personalizado, individual, em grupo e na diversidade, conforme aplicados e demonstrados nos Estudos de Casos Múltiplos de Okumura (2012) e Okumura e Canciglieri Junior (2013). Soma-se ainda, o emprego da multidisciplinaridade que fortalece a estrutura das fases do projeto durante a elaboração do produto definindo o uso de métodos e ferramentas para buscar as melhores soluções.

Figura 25 – *Framework* Conceitual de PDIP orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: Okumura (2012); Okumura e Canciglieri Junior (2013).

Desta forma, reitera-se que o objeto desta pesquisa é o desdobramento deste *Framework* Conceitual do PDIP orientado para TA, cuja pesquisa ressalta o aprofundamento das atividades e funções do PDIP para conceber a proposta do modelo MPOTA.

### 5.2.2 Aspectos das Demandas Sociais e suas Influências

Os aspectos de investigar e aprofundar nas variáveis correlacionadas com as demandas sociais, representada na Figura 26, torna-se o desafio de eliminar ou diminuir as barreiras impeditivas das Pessoas com Deficiência - PcD, ou com necessidades específicas, de realizar uma atividade com autonomia e alcançar o seu desenvolvimento pessoal.

Figura 26 – Demandas Sociais.



Fonte: Autor.

No entanto, os fatores impeditivos são elementos que alimentam a problematização das causas, havendo a necessidade de neutralizá-los buscando uma solução, que é incluída nos requisitos do produto, e assim, encontrar desfechos na elaboração do projeto orientado para TA que superem as barreiras obstrutivas.

Por outro lado, observam-se fatores relevantes e indiretos, que incidem e complementam as informações no projeto de produto pertencente ao nicho de grupos especiais, como o caso de explorar o ambiente que se encontra o usuário para detectar o modo da tarefa executada com uso do produto de apoio, identificar a habilidade do usuário e outras informações, os quais concedem requisitos para o

projeto de produto, assim como, reconhecer os aspectos de acessibilidade e inclusão social, ao que o PDIP está relacionado.

Nestes termos, Donas (2001) argumenta que a tecnologia é aplicada para atender a “carência natural” do homem, que a princípio está como “extensão do corpo” para executar alguma atividade. Deste modo, em vista da limitação da PcD, ou seja, de atender a necessidade específica e possibilitar a realização de certa tarefa/ de uma tarefa com autonomia e desenvolvimento próprio, há necessidade de que o produto da TA esteja ao alcance das expectativas do usuário, e também dos integrantes, que fazem parte do grupo ou do mesmo ambiente de atividades. Assim, os aspectos colaborativos ou participativos elencam valores de realização e o uso do produto assegurado/que assegura como elemento de apoio e pertencimento, que faz parte para complementar e executar a atividade. Este fato incide nos casos dos produtos da TA, que ficam em desuso, por falta de alguma identificação ou motivação do usuário em utilizar.

Em vista das barreiras de acessibilidades, são elementos que contribuem com informações para configurar os requisitos do produto da TA, que Sassaki (2012) classificou em 7 tipos de barreiras obstrutivas, cujos elementos estão relacionados a seguir:

- a) barreira arquitetônica: elementos obstrutivos que impedem o acesso do espaço físico;
- b) barreira comunicacional: impede o acesso interpessoal às informações por falta de meios de comunicação;
- c) barreira metodológica: falta de métodos, teorias e técnicas;
- d) barreira instrumental: falta de dispositivos, utensílios e ferramenta de apoio;
- e) barreira programática: falta de normas, portarias, leis, políticas públicas e legislação;
- f) barreira atitudinal: impedimento por preconceito, estereótipos, estigmas e discriminações relacionada ao comportamento da sociedade;
- g) barreira natural: falta de adaptação de logradouros naturais sem prejudicar ou destruir o ecossistema.

### 5.3 AS INFLUÊNCIAS DOS MODELOS DE *DESIGN* SOCIAL E TECNOLOGIA SOCIAL NA PESQUISA

Em vista dos modelos de *Design* que abrangem a área social, ilustrados na Figura 27, foram encontrados nos temas de pesquisa com viés para sustentabilidade, preservação do meio ambiente, alternativa de energia, inclusão social e outros. Estas pesquisas na área social apresentam aspectos que constituem a Tecnologia Social em um processo de inovação, aprofundando nos conhecimentos que atendem os problemas demandados por organização ou grupos de atores envolvidos (LASSANCE, 2004; PAULO *et al.*, 2004; CHIMENDES, 2012).

Figura 27 – Modelos de Tecnologia Social



Fonte: autor.

Deste modo, a Tecnologia Social tem proposição de soluções tecnológicas, que podem ser realizadas juntamente com a academia, movimentos sociais, empreendimentos solidários, órgãos do governo e comunidades locais. Vale esclarecer, que as demandas do grupo são colocadas em prol da inclusão social, e como os exemplos de projetos estão relacionados com: habitação popular, energias alternativas, reciclagem de resíduos, produção e conservação de alimentos, entre outras, por meio de metodologia de trabalho, e construção conjunta de conhecimento, combinando com capacidades e iniciativas dos grupos envolvidos (DAGNINO, 2009; PAULO *et al.*, 2004). Portanto, o Instituto de Tecnologia Social (ITS) (OTERO, 2004) argumenta que, “entre a produção de conhecimento e a solução de problemas sociais, é com a construção de modos de enfrentar o desafio da legitimação de outras formas de conhecer que o conceito de Tecnologia Social vem a contribuir”.

Quanto a inclusão social de pessoas com deficiência, considera-se a acessibilidade no Design Inclusivo, que Godinho (2010) define como:

*[...] consiste na facilidade de acesso e de uso de ambientes, produtos e serviços por qualquer pessoa e em diferentes contextos. Envolve o Design Inclusivo, oferta de um leque variado de produtos e serviços que cubram as necessidades de diferentes populações (incluindo produtos e serviços de apoio), adaptação, meios alternativos de informação, comunicação, mobilidade e manipulação". (GODINHO, 2010).*

Para a comunidade científica, Moraes (2014) observa que a Tecnologia Social é um processo de ação coletiva, formando uma teia de relações, em vista de diminuir as desigualdades sociais abraçando questões de sustentabilidade socioeconômica, possibilitar trabalho e renda, qualidade de vida perante transformação social e levando em conta a preservação ambiental.

#### 5.4 FUNÇÃO DO MODERADOR NA PROPOSTA DO MODELO DE PROJETO ORIENTADO PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA

A principal função do Moderador na proposta do Modelo de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA) é a interpretação e mediação das informações oriundas das áreas multidisciplinares para compor as características necessárias no produto, de modo que defina o escopo do produto e atenda as expectativas do usuário com necessidades específicas.

Conforme a apresentação da proposta MPOTA e da composição de seus elementos, o processo do Projeto orientado para a Tecnologia Assistiva estrutura-se de acordo com as definições do Produto, principalmente na fase do Projeto Informacional. A atribuição de tais definições partem da classificação dos produtos da Tecnologia Assistiva (TA) e o tipo de deficiência do usuário. Bem como, investiga-se os produtos da TA existentes no mercado para conhecer as tecnologias aplicadas e encontrar alternativas e soluções no desenvolvimento do projeto de produto.

Nas características atribuídas ao produto, destacam-se as diferentes formas de interpretar para encontrar os requisitos do produto, cujas alternativas são reveladas conforme a aplicação de ferramentas, métodos, técnicas e conceitos do Processado de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) durante o processo. Deste modo, descrevem-se as etapas da função do Moderador na proposta de MPOTA, ilustrado no Quadro 17, que abrangem as atividades, descrição destas e o instrumento auxiliador nas macrofases: Pré-projeto, Desenvolvimento e Pós-projeto.

Quadro 17 – Função do Moderador na proposta do MPOTA.

<b>FUNÇÃO DO MODERADOR – MPOTA</b>			
<b>Macrofases</b>	<b>Fases</b>	<b>Atividades</b>	<b>Descrição / Instrumento</b>
<b>Pré-Projeto</b>	Planejamento	O que é o projeto?	Identificar o propósito do projeto
		Problematização	Participar ou explorar a Comunidade PcD
		Escopo do Produto	Tipo de TA, categorias e objetivos
		Procedimento Técnico	Formação de Equipe
		Apoio técnico / financeiro?	Suporte técnico e recursos financeiros
<b>Desenvolvimento do Projeto</b>	<b>Projeto Informacional</b>	Definir grupo de pesquisa	Apoio técnico
		Definir o tipo produto da TA	Classificação detalhada das categorias TA
		Posicionar o tipo de uso	Personalizado, Individual, em Grupo ou Design Universal/All
		Identificar a barreira obstrutiva e acessibilidade	Arquitetônica, Comunicacional, Metodológica, Instrumental, Programática, Atitudinal e Natural
		Identificar o usuário / grupo	Biopsicossocial / Emprego Apoiado / Participativo Social
		Identificar o profissional especialista ou técnico	Participação das áreas Multidisciplinares
		Atividades do Usuário no uso do produto	Definição dos requisitos do produto
		Investigar as tecnologias aplicadas em TA	Explorar produtos da TA existente no mercado
	<b>Projeto Conceitual</b>	Selecionar as informações	Característica do produto
		Definir conceito do produto	Participação da equipe técnica
		Especificar e conduzir p/área de competência	Ex. Design for
		Facilidades no uso.	Usabilidade, Ergonomia do Produto, Design Universal
	<b>Projeto Preliminar</b>	Selecionar os conceitos e atributos do produto	Ex. Engenharia Simultânea, Design for
		Correlacionar / integrar os conceitos, definir os materiais	Ex. Engenharia Simultânea, IDEF(), Design for
		Projetar os componentes	Ex. CAD/CAM

	<b>Projeto Detalhado</b>	Projetar o produto	Juntar e organizar os componentes
		Confecção do protótipo	Ex. Prototipagem rápida
		Teste e avaliação do protótipo, correção	1. Teste e avaliação técnica 2. Teste e avaliação com o usuário 3. Correção e melhorias.
<b>Pós-Projeto</b>	Implementação	Preparação para Produção	Documentação
	Produção	Acompanhamento no lançamento do produto, manual de instruções de uso	Retroalimentação, aperfeiçoamento, treinamento para profissionais de TA

Fonte: Autor.

Em vista do processo de projeto para Tecnologia Assistiva, a função do Moderador na proposta do MPOTA é buscar dados detalhados que são as características mais profundas para interpretá-las e direcioná-las como requisitos do produto pelas fases do PDIP, assim, investiga-se as variáveis de áreas multidisciplinares que envolvem o usuário e, em muitos casos possuem conhecimentos bem fundamentados, de tal modo que, abrangem a especificidade do usuário e os ambientes correlacionados.

Nos itens a seguir são descritas as atividades atribuídas nas macrofases do Projeto e as atuações das funções do Moderador da proposta MDPOA.

#### 5.4.1 Pré-projeto: Planejamento

A fase do Planejamento do Projeto, no Pré-Projeto, define-se o escopo do produto e do projeto. Para isso, destaca-se o levantamento da necessidade do usuário com deficiência para executar uma atividade, cujo aspecto é problematizado no Planejamento do projeto. A problematização bem definida, possibilita identificar a oportunidade para Desenvolvimento do Projeto, os quais incidem no planejamento do produto e no projeto para delinear o procedimento técnico, formação de equipe, busca de apoio técnico e recursos financeiros.

Nesta fase do Planejamento é identificado o tipo de Tecnologia Assistiva empregado, ou seja, conforme a definição da CORDE/SEDH/PR (2007): produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas ou serviços. Em seguida, identifica-se a categoria do produto da TA, classificada nos tipos de TA de dispositivos ou recursos (UNIT-ISO 9999, 2007; BERSCH, 2013), que são: auxílios de mobilidade; órteses e

próteses; auxílios para a vida diária e vida prática; projetos arquitetônicos para acessibilidade ou mobilidade pessoal; sistema de controle de ambiente; CAA; adaptações em veículos; auxílio de equipamentos para melhorar o ambiente, ferramentas e máquinas; adequação postural; auxílios para PcD visual e PcD auditivo.

Deste modo, a proposta do MPOTA se inicia na investigação da necessidade do usuário e definição do escopo do produto. Para continuidade do projeto, leva-se em consideração a aprovação da fase de Pré-Projeto incluindo o planejamento estratégico com o apoio técnico e financeiro.

#### **5.4.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto**

O ingresso para a macro fase de Desenvolvimento do Projeto procede após a definição do escopo de produto e do projeto, e de preferência com a aprovação de recursos técnicos e financeiros.

A macro fase de Desenvolvimento do Projeto está subdividida nas fases: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado. Nestas fases estão a essência da proposta MPOTA, que mais se dedica no processo para estabelecer o projeto de produto da TA.

Na fase do Projeto Informacional a equipe técnica e o levantamento das características do produto para constituir os *requisitos são definidos*. *Deste modo, as categorias de TA são detalhadas, posicionando as informações do produto e o modo de uso pelos usuários, que podem ser classificados a seguir: uso personalizado ao usuário, uso de modo individual, uso em grupo ou uso no Design Universal* (OKUMURA, 2012).

Para alcançar os requisitos do produto da TA, buscam-se as informações que compreendem a problematização e o conhecimento do perfil do usuário. Assim, é relevante o levantamento de dados que identificam a barreira obstrutiva e acessibilidade, o usuário e o grupo que ele está relacionado direta ou indiretamente com o uso do produto da TA. Amplia-se também para investigar as tecnologias utilizadas nos produtos da TA existentes no mercado. Neste sentido, a participação de profissionais de áreas multidisciplinares possibilita esclarecer as especificações do usuário quanto as características da deficiência ou da limitação, e complementam

com as informações voltadas à especificidade e habilidade. Além disso, o contato e integração com o usuário e a exploração junto às entidades e instituições relacionadas agregam dados relevantes nesta fase do projeto.

A fase do Projeto Conceitual constitui-se do conceito do produto através do levantamento dos requisitos do produto. Nesta fase, a proposta de MPOTA analisa os requisitos do produto utilizando as ferramentas e métodos do PDIP, cuja equipe técnica que participam neste processo busca as alternativas viáveis para compor o projeto do produto. Assim, a função do Moderador da proposta de MPOTA é compreender e interpretar os requisitos do produto e direcionar para as áreas técnicas que têm a competência de realizar o propósito do produto, estabelecendo o seu conceito. No projeto orientado para TA abraçam-se *Designs* e ferramentas que atribuem conceitos para auxiliar e facilitar o usuário, como o caso de aplicar a ergonomia de produto e usabilidade.

A fase do Projeto Preliminar prossegue com os conceitos do produto estabelecido, cujas técnicas atribuídas são selecionadas e distribuídas para projetar os componentes do produto. Nesta fase, a proposta de MPOTA tende a correlacionar e integrar os conceitos para visualizar os componentes e preparação para o protótipo do produto. Deste modo, a atenção na preparação deste processo está em configurar de tal forma que o usuário possa participar da avaliação do protótipo. Acrescenta-se nesta fase, a importância da escolha e definição do tipo de material, que leva as questões de segurança e durabilidade durante o uso do produto, e na sustentabilidade para o momento de descarte do mesmo.

Na fase do Projeto Detalhado constitui-se o projeto do produto, cujos componentes são agrupados e organizados para estruturar o protótipo do produto. A primeira avaliação concerne à equipe técnica para ajustar os componentes. Na sequência, estrutura-se uma avaliação para aplicar no teste do protótipo pelo usuário. Nestes termos, na proposta de MPOTA, verifica-se se toda a problematização exposta no planejamento do projeto é atendida e solucionada em relação ao usuário que participar no escopo inicial do produto. Outra observação está em acompanhar o procedimento de teste com o usuário e o profissional multidisciplinar, que acrescentam aspectos positivos para uma avaliação mais ampla. Assim, o resultado da avaliação possibilita correções no produto e atende as expectativas do usuário e das equipes envolvidas no projeto.

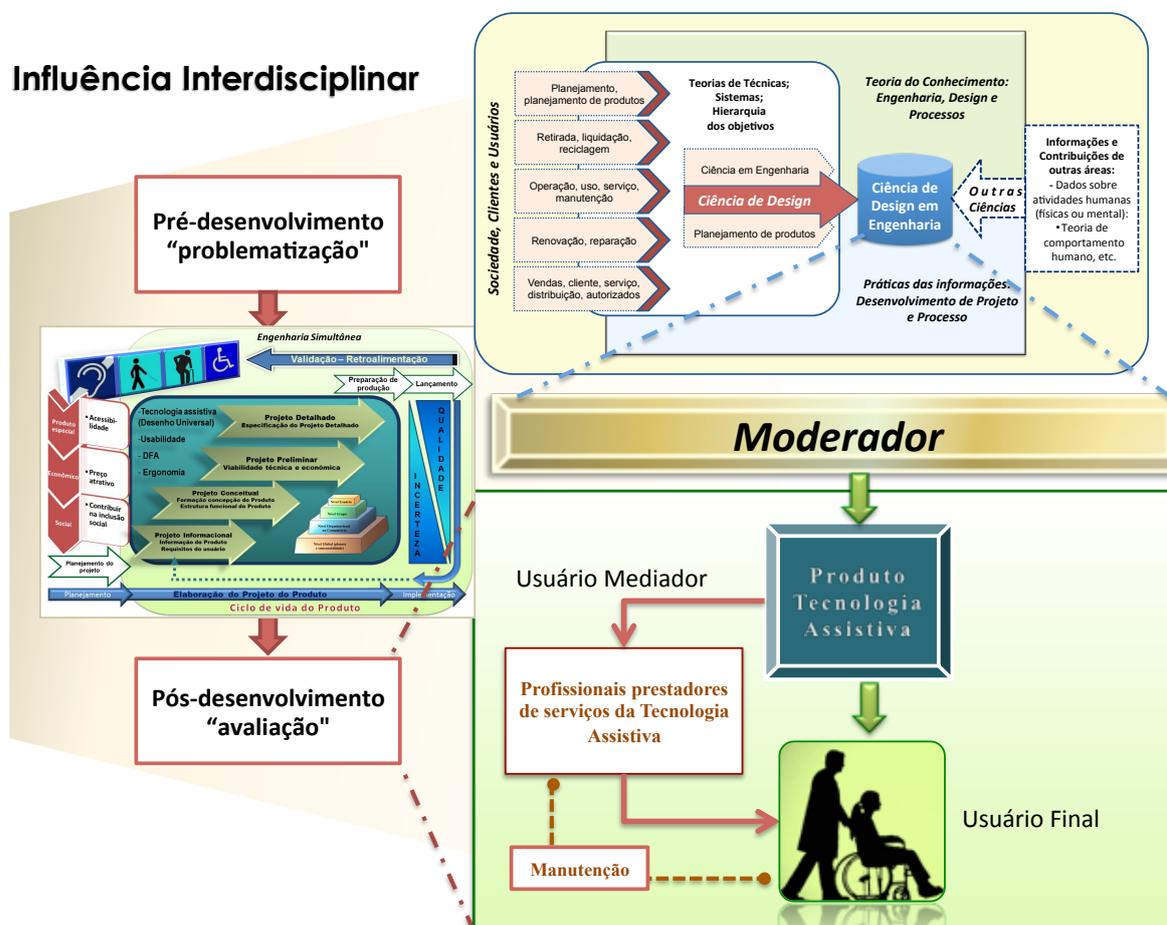
### 5.4.3 Fase Pós-projeto: Implementação e Produção

A fase do Pós-projeto compreende o encaminhamento para produção e o acompanhamento do produto durante o lançamento. Considera-se relevante na proposta do MPOTA a preparação do documento para Implementação de Produção, pois este material possui a última modificação após a aprovação do protótipo, a qual dará continuidade sucedendo com novas atualizações no produto. Ou ainda, esta documentação contém fundamentos para retroalimentar o PDIP para novos produtos da TA. Deste modo, o acompanhamento do produto no lançamento visa ao aperfeiçoamento por meio de aceitação e comportamento no mercado, e principalmente para averiguar o desempenho do usuário, se conseguiu alcançar a autonomia e obteve algum desenvolvimento pessoal ao utilizar o produto conforme a definição da Tecnologia Assistiva.

## 5.5 AS PROPRIEDADES INTERDISCIPLINARES NO MODERADOR

Na proposta do Modelo de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA) se revelam as contribuições vindas de áreas diferentes, que estão presentes nas fases do Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP), conforme ilustrado na Figura 28. Esta influência provém das características interdisciplinares que o ambiente da Engenharia Simultânea propicia ao processo do projeto, e também é prevista a possibilidade de constituir novos métodos e ferramentas da Ciência de *Design* em Engenharia (HUBKA; EDER, 1996). Desse modo, o Moderador do MPOTA apresenta propriedades para compreender o cenário integrado, cujo produto da Tecnologia Assistiva e o usuário estão relacionados. Portanto, a borda da Ciência no *Design* em Engenharia e a influência das informações associadas com atividades do usuário são elencadas nos estudos interdisciplinares e no ambiente da Engenharia Simultânea.

Figura 28 – Influência interdisciplinar no MPOTA.



Fonte: Autor.

Outra relação de interdisciplinaridade no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) orientado para Tecnologia Assistiva (TA) é entre o usuário indireto e o usuário final. Esse caso trata de PDIP de dispositivos ou equipamentos utilizados por profissionais prestadores de serviço e pelos seus pacientes, que é argumentado por Cancigliari Junior, Okumura e Young (2015).

Neste contexto, o Moderador do MPOTA sistematiza as informações interdisciplinares simultaneamente no PDIP, conforme as fases a seguir:

- Na fase de Pré-desenvolvimento estão os aspectos que identificam os problemas e as necessidades dos usuários pelas áreas que tem envolvimento ou estão próximos no seu dia-a-dia, abordando as questões

de acessibilidade e inclusão na educação, esporte, lazer, profissional e outras atividades;

- b) Após o planejamento, averiguando a problematização e as possibilidades de soluções por um projeto, inicia-se a fase de Desenvolvimento do PDIP com contribuições multidisciplinares, principalmente das áreas relacionadas com saúde e o social, que possuem métodos de avaliação e modelos sociais, como o caso do Modelo Biopsicossocial (SIMONELLI, 2009), cuja aplicação identificam as características do usuário. Estas características são de grande valia, pois contribuem para constituir o Projeto Informacional. Nesta fase são compreendidas as áreas técnicas que perfazem o conceito do produto da TA, completando o detalhamento dos projetos, a constituição do protótipo e a preparação para produção. Na fase de Desenvolvimento estão os testes do protótipo, que têm influência interdisciplinar perante os resultados que dependem da avaliação técnica pelas áreas correlacionadas;
- c) Na fase de Pós-Desenvolvimento tem os aspectos de produção e forte presença das áreas interdisciplinares e do usuário no lançamento, que avaliam o funcionamento dos produtos. Soma-se também a avaliação de desempenho, se o usuário com o produto da TA conseguiu superar a barreira colocada na problematização inicial do projeto e alcançar os aspectos de autonomia e desenvolvimento próprio, conforme mencionado no conceito da Tecnologia Assistiva. Além do usuário e dos profissionais que problematizaram para Desenvolver o Produto, podem ocorrer a presença de profissionais, que em muitos casos auxiliam ou oferecem treinamentos para o usuário utilizar o produto, como professores, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, técnicos de paratletas e outros profissionais prestadores de serviços da Tecnologia Assistiva, que podem passar como usuário ou mediador do produto, e inclusive como técnicos de manutenção de produtos da TA. Estes profissionais têm influências para indicar o produto da TA ao usuário, e principalmente de detectar os fatores que podem melhorar o produto. Deste modo, a fase de Pós-Desenvolvimento apresenta os aspectos de “feedback” do produto da TA que possibilitam a retroalimentação do PDIP.

Portanto, verifica-se a forte influência de diferentes áreas no Moderador do MPOTA, o qual deve mediar as informações com a área técnica para constituir o PDIP orientado para TA, sem esquecer que estão entre os avaliadores do produto final de TA.

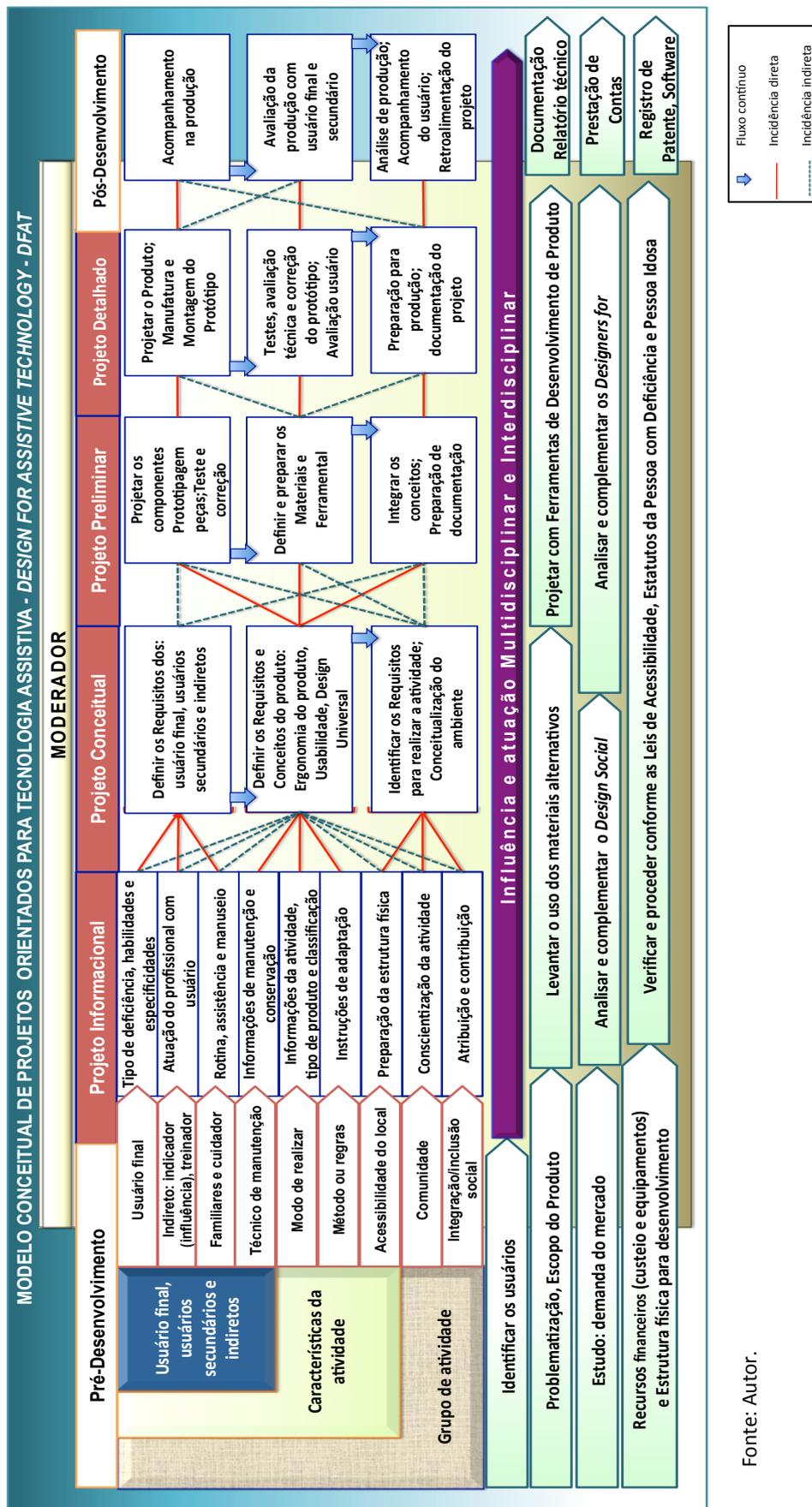
O Moderador apresenta a recepção de informações conforme o tipo de produto de TA, cujo resultado pode estar de forma multidisciplinar ou interdisciplinarmente. Porém, as definições das atividades técnicas convergem para um PDIP. Assim, leva-se em consideração que o Moderador interpreta e concilia os dados providos do usuário e dos profissionais prestadores de serviços da TA para identificar os requisitos do produto da TA que alimentam o PDIP.

## 5.6 PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL DE PROJETO ORIENTADO PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA - MPOTA

Estrutura da proposta do Modelo Conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA), conforme ilustrado no diagrama da Figura 29, foi delineada mediante os estudos de Processos de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP), ferramentas de “*Design for*” e os modelos de *Design* e tecnologia social. Esta estrutura do MPOTA apresenta as fases de Desenvolvimento de Produto (Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento) e a atuação das funções do Moderador, conforme explicada na seção 5.4. O fato do Moderador apresentar funções concentradas na macrofase de Desenvolvimento, foram subdivididas em fases de projetos, que são: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado. Estas fases de projetos foram abordadas na seção 5.4.2.

O diagrama da Figura 29 apresenta o vínculo entre as informações das fases, que podem ter influência direta (representada com traço) ou correlações dos dados incidindo indiretamente, e, conforme previamente demonstrado, a constituição dos requisitos do produto na fase do Projeto Conceitual que tem incidência de todos os dados do Projeto Informacional.

Figura 29 – Diagrama do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.



### 5.6.1 Modelo Conceitual: Fase do Pré-desenvolvimento

Os princípios do Modelo Conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA) são identificados na fase do Pré-desenvolvimento de Projeto. Esta fase de Pré-desenvolvimento implementa estrategicamente as informações iniciais nos cenários que são previstos para dar a continuidade do procedimento nas fases de Desenvolvimento do Projeto. Deste modo, as principais diretrizes do projeto na fase do Pré-desenvolvimento são:

- a) identificar os usuários;
- b) determinar os fatores de problematização;
- c) estabelecer o escopo do projeto;
- d) investigar a demanda no mercado e;
- e) levantar as possibilidades de recursos para o desenvolvimento do projeto.

#### 5.6.1.1 Identificação do usuário no projeto

A identificação dos usuários é dada como prioridade no projeto. Os usuários estão classificados em usuário final, usuário secundário (familiares e cuidadores) e usuários indiretos (profissionais relacionados com a atividade do usuário final).

O usuário final é o principal indivíduo do projeto, que usufrui do produto ou serviço de Tecnologia Assistiva para realizar atividades funcionais ou contribuir em algum aspecto de qualidade de vida.

Os usuários secundários são personagens presentes no cenário, que participam no manuseio de produtos da Tecnologia Assistiva, pois estão mais próximos do usuário final acompanhando o seu dia-a-dia, como os casos de familiares e/ou cuidadores. Estes usuários secundários, principalmente os pais da pessoa com deficiência, ou mesmo filhos de pais com limitação física ou sensorial, revelam informações essenciais providas de Método Intuitivo, que somam na elaboração do projeto. Conforme Bastos (2013), o Método Intuitivo é a percepção espontânea que se encontra ao redor do indivíduo, que se passa por todos os estudos experimentais desde o início ao fim, observando as atividades e lições executadas e inclusive de informações de comunicação.

O Método Intuitivo apresenta três espécies de domínios com as seguintes características essenciais:

- a) intuição sensível, que faz parte dos sentidos;
- b) intuição mental ou intelectual, que se exerce pelo julgamento, sem intermediário nem de fenômenos sensíveis e nem de demonstração em regra;
- c) intuição moral, que se dirige ao coração e à consciência.

Os usuários indiretos são profissionais que prestam serviços de Tecnologia Assistiva ou fazem a manutenção nos produtos de Tecnologia Assistiva ou profissionais que estabelecem métodos, treinamentos/reabilitação para o usuário final, que são mencionados na seção 5.5.

#### 5.6.1.2 Fatores de problematização

Os fatores que determinam a problematização do usuário estão relacionados com a realização de atividade e o ambiente em que se encontra, ao constatar uma barreira impeditiva, a falta de um dispositivo de apoio ou um produto adaptado de Tecnologia Assistiva. A problematização na fase de Pré-desenvolvimento tem grande importância para ser apresentada na justificativa dos projetos, que mostra a necessidade de desenvolver. Assim, no projeto de Tecnologia Assistiva, a investigação do usuário está correlacionada com os aspectos de Leis, acessibilidades, inclusão social na comunidade, regras/métodos e adaptações do ambiente.

#### 5.6.1.3 Estabelecer o escopo do projeto

O escopo do projeto é definido a partir da problematização estabelecendo o objetivo principal do projeto para buscar solução que supra as necessidades do usuário de Tecnologia Assistiva. Assim, o escopo do projeto é a meta para ser alcançada por meio de produtos ou serviços de Tecnologia Assistiva.

#### 5.6.1.4 Demandas do mercado

A investigação da demanda do mercado é uma precedência que mostra a realidade do cenário quanto a disponibilidade do produto de Tecnologia Assistiva para atender o usuário final. O resultado da investigação abre possibilidades para o desenvolvimento de novos produtos ou melhorar os aspectos de qualidade e diminuir o custo de material e no processo de manufatura. Além disso, averiguam-se as questões de manutenção e troca de componentes/peças. Estas informações, quanto mais abrangentes na investigação, podem direcionar para fomentar nos fatores de problematização do projeto ou compor na parte de objetivo específico do projeto para serem solucionados.

#### 5.6.1.5 Recursos para o desenvolvimento do projeto

Torna-se pertinente verificar as possibilidades de apoio para recursos financeiros, recursos de infraestrutura e recursos humanos para o desenvolvimento do projeto.

Na fase de Pré-desenvolvimento é relevante mencionar os apoios necessários de recursos financeiros, infraestrutura, custeio de materiais e recursos humanos para todas as fases de elaboração do projeto, inclusive custeio para divulgação do lançamento do produto e registros de patentes para produtos de inovação.

### **5.6.2 Modelo Conceitual: Fase de Desenvolvimento**

A macrofase de Desenvolvimento se inicia com a participação de áreas multidisciplinares para identificar os requisitos do usuário e do produto através das informações do Pré-desenvolvimento abordadas na seção 5.6.1, que conduzem para etapas de prototipagem, avaliação e correção dos componentes dos produtos (Projeto Preliminar).

#### 5.6.2.1 Requisitos de usuários

Os requisitos de usuários correspondem ao levantamento de dados coletados com usuários finais, usuários secundários e usuários indiretos. Estes dados provem do Projeto Informacional, que são analisados para relacionar as necessidades dos usuários. Deste modo, reúnem-se os dados de tipo de deficiência, habilidades e especificidade do usuário final, atuação do usuário secundário e indireto, as formas de adaptações e rotinas empregadas, tipos de assistência utilizada e os processos de manuseios para realizar a tarefa, que são verificados em conjunto para definir os requisitos de usuários.

#### 5.6.2.2 Requisitos do produto

Os requisitos do produto são definidos a partir dos requisitos de usuários e outros dados como: informações de manutenção e conservação, informações das atividades a realizar (tarefas e funcionalidade), definição do tipo de produto e sua classificação, que se estabelece a ideia/formulação do produto de tecnologia assistiva no Projeto Conceitual.

#### 5.6.2.3 Ferramentas de Desenvolvimento de Produto

Destaca-se nesta fase de Desenvolvimento, o uso de ferramentas de Desenvolvimento de Produto, como Ergonomia do Produto, Usabilidade, CAD/CAM, *Design for Manufacturing*, *Design for Assembly*, *Design for Life Cycle*, *Universal Design* e *Designs Sociais*, viabilizam o tempo do projeto e no custo final do produto. Bem como, realizar estudos paralelos para buscar materiais alternativos dentro dos aspectos de sustentabilidade, que agregam outros valores no produto.

#### 5.6.2.4 Manufatura e Avaliação do Protótipo

A preparação para o processo de manufatura e montagem dos componentes inclui a providência de materiais e ferramentas necessárias para o protótipo final (Projeto Detalhado). A avaliação do protótipo final envolve a equipe interdisciplinar que determina as correções e preparação das documentações do projeto para finalizar a macrofase de Desenvolvimento.

### **5.6.3 Modelo Conceitual: Fase do Pós-Desenvolvimento**

Na fase de Pós-Desenvolvimento, que é abordada na seção 5.4.3, leva-se em consideração a função final do Moderador de acompanhar a fase de produção e a experiência do usuário para retroalimentar o projeto com dados de melhorias no processo de desenvolvimento. Assim, na fase final de Pós-Desenvolvimento, está a elaboração de documentação e relatórios técnicos, que são complementados com relatórios de prestação de contas referente aos apoios de recursos financeiros, recursos de infraestrutura e recursos humanos usufruídos no projeto.

#### **5.6.3.1 Atuação Multidisciplinar**

A influência de áreas multidisciplinares prossegue após a fase de Pós-Desenvolvimento, conforme ilustrado no diagrama da Figura 29, pois estão previstas as ocorrências ou atuação de serviços de Tecnologia Assistiva por partes de profissionais que utilizam o dispositivo de apoio junto ao usuário final, como do fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, treinador e professor de educação especial, que são os usuários indiretos.

## **CAPÍTULO 6 – ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS**

Neste Capítulo apresenta-se a aplicação do Modelo Conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva – MPOTA em Estudos de Casos Múltiplos para maior compreensão do MPOTA, abordando quatro projetos que abrangem áreas multidisciplinares e atuações interdisciplinares, que são:

- a) dispositivo de apoio para paratletas com deficiência visual;
- b) dispositivo de apoio protético e ortético de membros superiores;
- c) bengala longa de baixo custo; e
- d) material para acessibilidade turística.

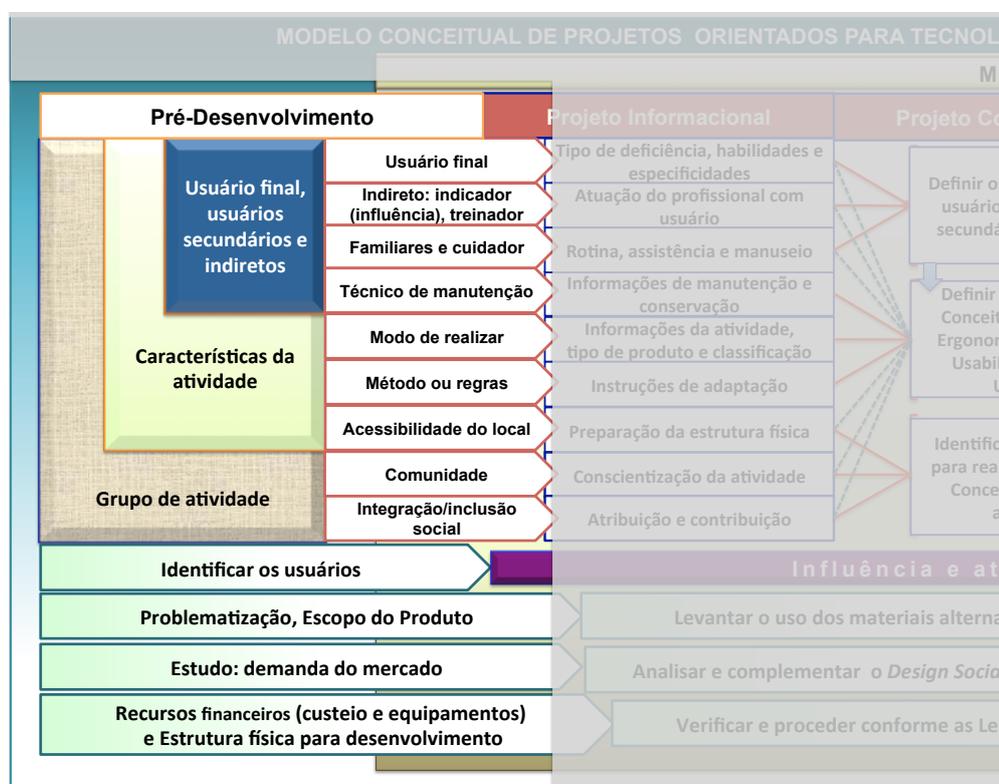
Na sequência, apresenta-se a análise e discussão dos resultados de Estudos de Casos Múltiplos.

### **6.1 ESTUDO DE CASO - 1: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS DE APOIO PARA PARATLETAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

#### **6.1.1 Pré-Desenvolvimento – Planejamento do Projeto**

Na fase de Pré-Desenvolvimento do Modelo Conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA) são definidos o escopo do produto as características de atividades realizadas pelos usuários e a problematização, destacados na Figura 30. Neste estudo de caso, o usuário final é o paratleta com deficiência visual e o usuário indireto é o profissional que atua no treinamento dos paratletas.

Figura 30 – Fase de Pré-Desenvolvimento do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: Autor.

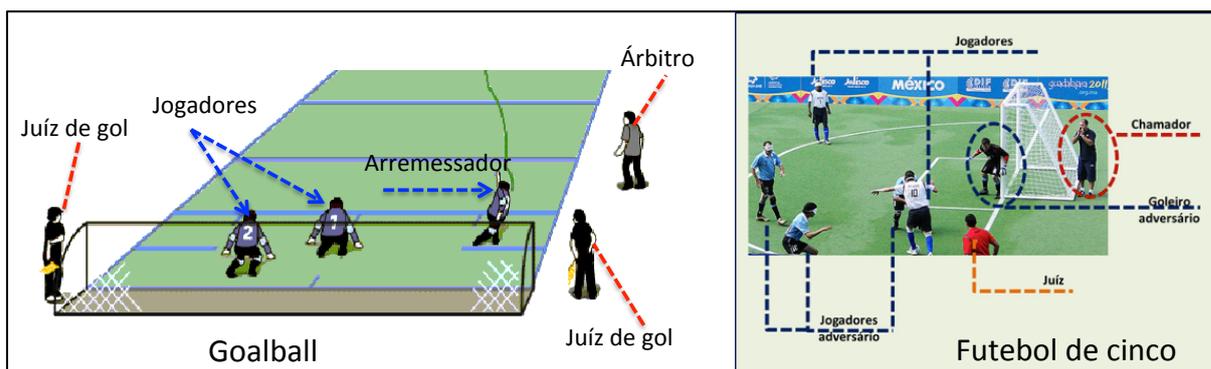
A participação das pessoas com deficiência vem aumentando intensamente nas atividades físicas, inclusive direcionadas aos esportes, contribuindo com a saúde e proporcionando qualidade de vida aos praticantes. Os resultados destas participações, em muitos dos casos, são decorrentes de adaptações nas modalidades esportivas existentes, que são orientados para Tecnologia Assistiva, e abrem a possibilidade das pessoas com alguma limitação física ou sensorial praticarem exercícios físicos e esportes.

As adequações ou adaptações para práticas esportivas acessíveis foram atribuídas no modo ou na regra de executar a atividade ou no tipo de material utilizado, ou ainda, na reestruturação do local para se praticar o esporte. Entre as modalidades esportivas, algumas foram tão bem estabelecidas que alcançaram a prática e a visibilidade para o esporte de alto-rendimento, como o caso do Futebol de Cinco, Goalball e atletismo praticados por pessoas com deficiência visual (PcDV) (CPB, 2016; CBDV, 2016; IBSA, 2016).

Uma das regras do Futebol de Cinco, Goalball e atletismo é de que todos os jogadores usem vendas tamponadas nos olhos durante o jogo, para não configurar nenhuma vantagem àqueles que tenham algum resquício de visão ou iluminação. As adaptações do Goalball, Futebol de Cinco e Atletismo são:

- a) no Futebol de Cinco e Goalball utilizam-se uma bola adaptada contendo guizos, que os paratletas conseguem localizá-la ao rolar na quadra de jogo;
- b) no Goalball a quadra é demarcada com linhas em relevo para os atletas perceberem com a mão a posição que se encontram;
- c) no Goalball as pessoas que enxergam são os árbitros e os juízes que ficam próximo do gol, ilustrado na Figura 31 - Goalball. As funções deles são de mediar o jogo e comunicar as jogadas decorridas com palavras “out”, “goal” e outros;
- d) no Futebol de Cinco, o goleiro, o chamador e o árbitro são as pessoas que enxergam no jogo, ilustrado na Figura 31 – Futebol. O goleiro atua dentro da quadra e tem a função de proteger o gol. Ele normalmente balança a bola com a mão antes de devolver para o paratleta do seu time. Já o chamador é o indivíduo que fica fora da quadra e atrás da estrutura do gol do adversário para chamar os paratletas do seu time, quando estiverem próximo para fazer o gol. O papel fundamental do chamador no jogo é ser o guia, que orienta a direção da estrutura do gol do adversário aos jogadores do seu time;
- e) no Atletismo utiliza-se um cordão de tecido que o paratleta e o guia de corrida seguram juntos para atividade de corrida.

Figura 31 – Posição dos jogadores no Goalball e no Futebol de Cinco.



Fonte: adaptado de Acessibilidade (2009); Ulbrich (2012).

Os praticantes de esportes são bem preparados para alcançar bons resultados. Para isso, dependem principalmente de treinamentos e planos de estratégias técnicas do treinador. Entretanto, na maioria dos treinamentos dependem da presença de voluntários preparados para simulação de competição, ou uma partida, ou mesmo para se fazer uma corrida a distância. Para corrida de pessoas com deficiência visual se utilizam cones humanos para referenciar o local. Assim, verificou-se uma lacuna que pode ser preenchida por meio de um dispositivo de apoio que ofereça uma referência de localização para pessoas com deficiência visual, de modo que sejam conduzidas pelo próprio técnico treinador da equipe. Este dispositivo de apoio abre a possibilidade de auxiliar nos jogos de treino favorecendo na tomada de decisão de cada paratleta sob orientação do técnico. O resultado é proporcionar maior autonomia e desenvoltura, aumento da capacidade, competência e domínio na prática esportiva, o que contribuirá significativamente para melhorar o rendimento dos paratletas e a integração de toda equipe.

Deste modo, o dispositivo esportivo torna-se um apoio para o treinamento de jogos, que “se traduz em recursos e estratégias que aumentam a independência e a interdependência das pessoas e a integração” (BETTI, 2011). Além disso, com o uso do dispositivo de apoio, os colaboradores e voluntários poderão auxiliar em outras funções durante o treino. Assim, o objetivo deste estudo de caso é o desenvolvimento do dispositivo que deve assegurar confiabilidade, segurança e efetividade, conforme as necessidades, capacidades, habilidades e limitações do paratleta com deficiência visual, visando a sua autonomia, independência e, principalmente, o aumento do potencial do atleta, proporcionando melhorias no

rendimento esportivo, qualidade de vida e inclusão social na atividade física e esportiva.

Esclarece-se que este projeto de elaboração de dispositivo de apoio para paratletas com deficiência visual foi contemplado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq com apoio financeiro e quatro bolsas na modalidade Iniciação Tecnológica e Industrial (ITI).

### 6.1.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto

Nesta fase do projeto as áreas multidisciplinares foram definidas para compor a equipe de desenvolvimento no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto – PDIP. A equipe de desenvolvimento do projeto foi formada por professores, técnicos esportivos, alunos e pessoas com deficiência visual. As áreas multidisciplinares envolvidas foram da Engenharia de Produção, Engenharia Mecatrônica, Engenharia Eletrônica, Design, Educação Especial e Educação Física.

Neste cenário, as informações foram bem abrangentes e houve a necessidade de categorizar para estruturar a fase dos Projetos. Diante da complexidade de interpretar e compreender o volume de informações, foi selecionado o uso da ferramenta da família de Métodos de Definição Integrado – IDEF (*Integrated Definition Methods*). O IDEF foi desenvolvido pelo Departamento da Força Aérea dos Estados Unidos nos anos de 1980. A ferramenta IDEF procede no ambiente de Engenharia Simultânea, sendo de fácil uso e aumentando a comunicação de informações entre os integrantes da equipe, melhorando a compreensão do conhecimento de cada área envolvida (MAYER *et al.*, 1994; IDEF, 2015). Entre os componentes da família IDEF, encontra-se o IDEF4 e IDEF5, que auxiliam na função de moderador do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA).

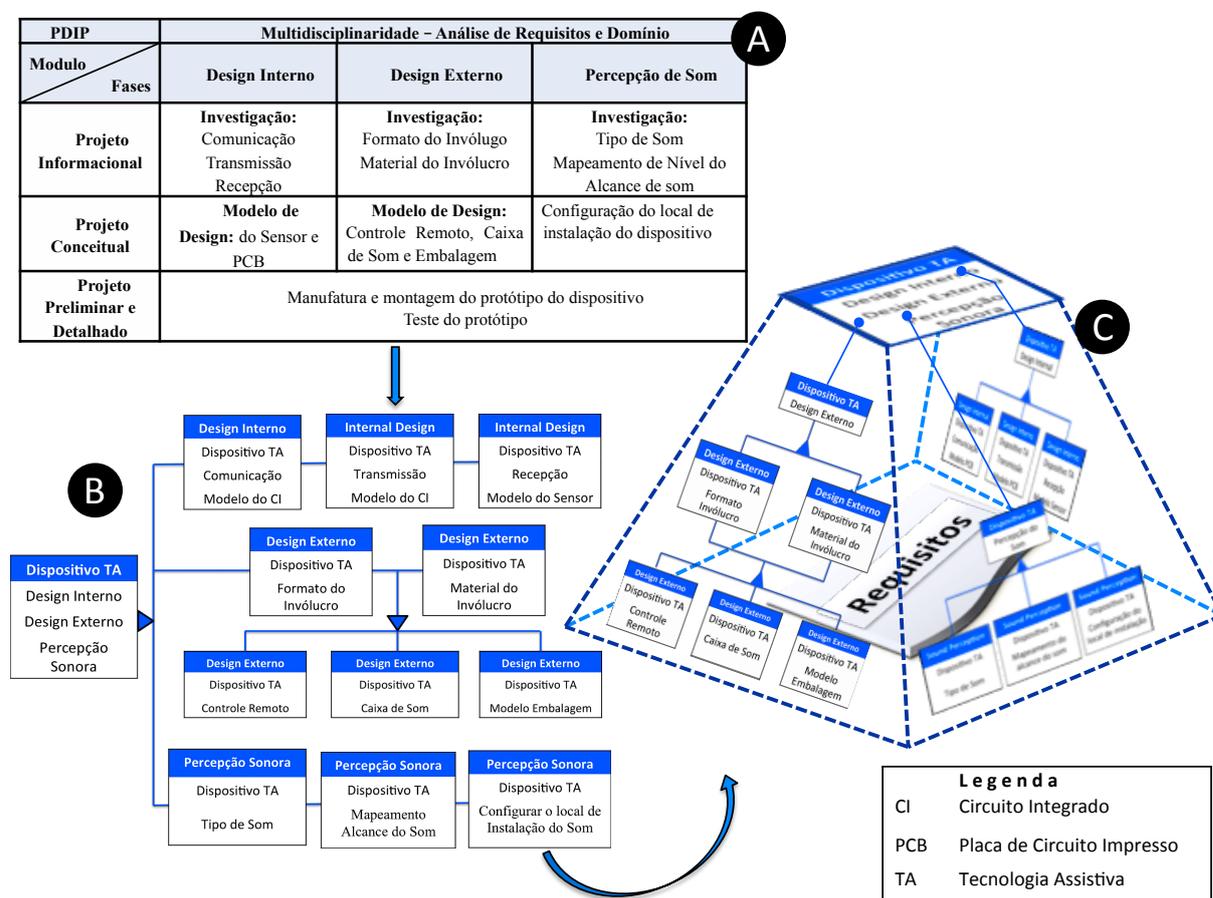
O IDEF4 é definido como “*object-oriented design method*”, onde o método do *design* está orientado para o objeto e focado na qualidade e manutenibilidade. O IDEF4 consiste de três modelos: a) estático; b) dinâmico e comportamental; e c) racional. Os três modelos de IDEF4 são independentes, e ao se interrelacionarem

têm a função de capturar todas as informações formando a fase de Desenvolvimento do Projeto (MAYER *et al.*, 1991; IDEF, 2015).

O IDEF5 é definido como “*Ontology Description Capture Method*” e está orientado para a área de conhecimento da engenharia, concentrando-se na documentação e no gerenciamento do projeto, inclusive para os problemas de *Design* da engenharia e da manufatura (BENJAMIN, 1994; IDEF, 2015).

Primeiramente o projeto foi dividido em módulos para identificar as classes de tarefas que foram estruturadas no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, conforme a Figura 32-A.

Figura 32 – Aplicação das ferramentas IDEF4 e IDEF5 na fase de desenvolvimento.



Fonte: Autor.

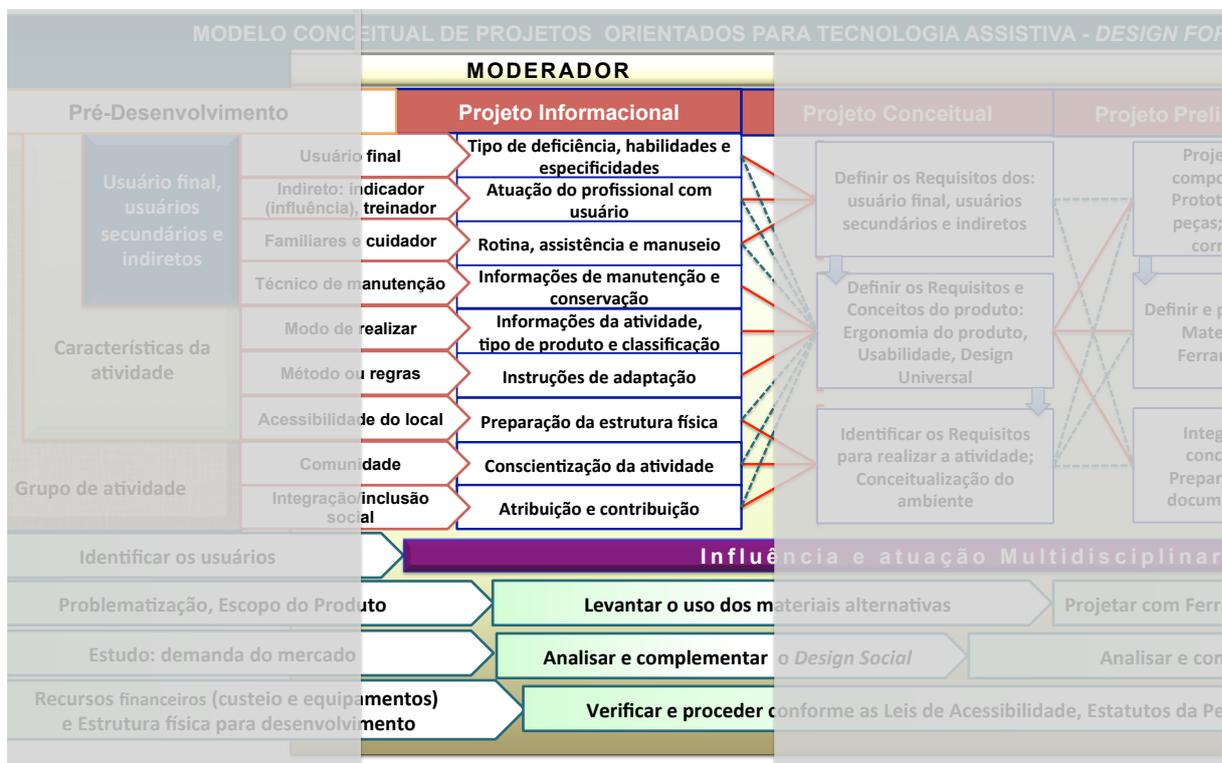
A estrutura apresenta as análises de domínio do projeto (*design* externo, *design* interno e percepção sonora) e a determinação do escopo de atividades para definir na sequência as sub-classes e propriedades, ilustrado na Figura 32-B. A Figura 32-C ilustra a formação dos requisitos do produto após reunido os modelos da ferramenta IDEF4. Portanto, para cada fase do Projeto foram estruturados três domínios para comporem o requisito do dispositivo de apoio.

#### 6.1.2.1 Projeto Informacional

Na fase do Projeto Informacional é realizado o levantamento das informações relacionadas ao produto e aos requisitos do usuário, destacado na Figura 33, em que se investiga: os temas relacionados ao esporte de paratletas e PcDV, os produtos orientados para Tecnologia Assistiva de PcDV; as tecnologias existentes no mercado; o modo de uso dos sentidos sensoriais e tácteis dos paratletas. Investigam-se:

- Para o *design* interno: os fatores de comunicação, transmissão e recepção;
- Para o *design* externo: o formato do invólucro e as alternativas de materiais para revestimento;
- Para percepção sonora: o tipo e o alcance do som nos locais de práticas esportivas.

Figura 33 – Fase do Projeto Informacional do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: Autor.

Neste contexto, a investigação procedeu com a exploração nos levantamentos bibliográficos de artigos, manuais, revistas e livros sobre o paraesporte, nos vídeos de entrevistas e de jogos de competições paraesportivas disponíveis nas redes sociais de internet e nas visitas dos locais de treinos esportivos por instituições relacionadas com esporte para pessoas com deficiência visual.

No levantamento bibliográfico foram encontrados os aspectos de regras e adaptação do local para realização do esporte, a história do paraesporte e as participações da equipe brasileira nas paraolimpíadas e copas mundiais, destacando-se paratletas com incentivos de patrocinadores. No Paraná destacaram-se atletas de equipes de Futebol de Cinco e Goalball, que foram medalhistas em torneios internacionais nos últimos anos.

Nos vídeos de entrevistas e de jogos de competição foram investigados e observados os movimentos físicos do corpo, a forma de driblar a bola e a percepção do som dos paratletas com deficiência visual.

Uma das adaptações observadas no treino de Goalball foi a superfície da quadra demarcada com linhas de barbante coladas com fita adesiva, ficando em relevo para os jogadores poderem localizar o posicionamento dentro da quadra esportiva ao tatear com os dedos da mão.

A audição é o principal órgão sensorial no treino de Futebol de Cinco e no Goalball. A troca de falas entre os jogadores e o técnico somada ao som emitido pela bola com guizo ou por um objeto de metal (moeda, cano) batido na estrutura metálica do gol, auxiliam para o atleta ter referência de posição no local e tomar a decisão durante no jogo. Assim, foram observados os diferentes tipos de som, volume e frequência que ocorrem dentro da quadra durante o treinamento esportivo.

No treino de corrida em volta da quadra esportiva, que faz parte do exercício para condicionamento físico, os atletas ficam com um braço no ombro do colega formando uma fila, e na frente fica um voluntário que enxerga ou uma pessoa com baixa-visão que conhece a quadra para puxar a fila. Ou ainda, voluntários ficam distribuídos na quadra e batem palmas ou chamam pelo nome do atleta com deficiência visual para que corra na sua direção.

#### 6.1.2.2 Projeto Conceitual

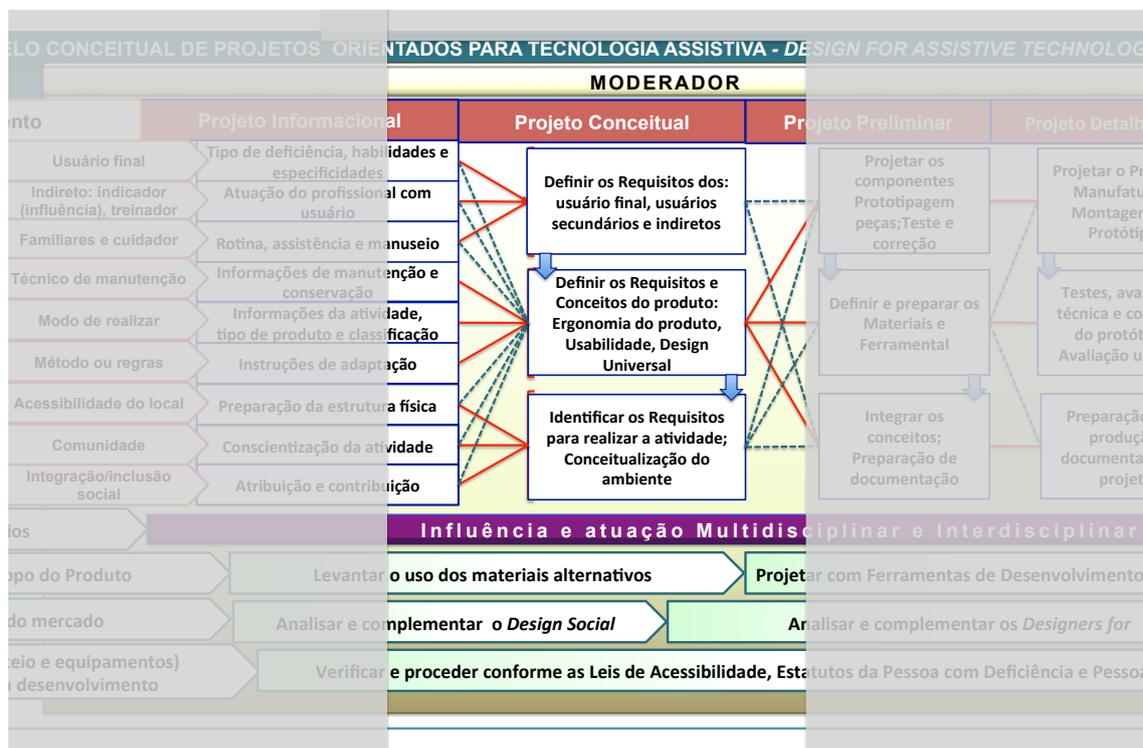
A fase do Projeto Conceitual foi projetada com os dados do Projeto Informacional, cujas especificidades do atleta com deficiência visual são abordadas de acordo com a especialidade de cada área multidisciplinar envolvida no projeto para levantar os requisitos do produto.

Nesta fase do Projeto Conceitual foram realizadas a formação e conceituação do produto, destacadas na Figura 34, quanto à estrutura funcional do dispositivo de apoio, conforme etapas a seguir:

- Para o *Design* interno realizar a formação de conceitos de modelo de sensor, modelo de circuito integrado e rádio frequência;
- Para o *Design* externo realizar a formação de conceitos de ergonomia e usabilidade para os invólucros do controle remoto, caixa de som e estrutura externa do dispositivo de apoio;

- Para percepção sonora realizar a formação de conceito de percepção háptica para estabelecer os locais fixação.

Figura 34 – Fase do Projeto Conceitual do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: Autor.

As dimensões das três áreas multidisciplinares foram definidas, a seguir: a mecânica do invólucro (*Design* externo), a parte eletrônica de comunicação (*Design* interno) e a percepção sonora pelo usuário final.

Para atender as necessidades do usuário conforme cada área envolvida, aprofundaram-se os temas:

- meccânica do invólucro: ergonomia do produto, usabilidade e prototipagem rápida;
- eletrônica de comunicação: aspectos de comunicação por rádio frequência (RF) e protocolo de comunicação;
- percepção sonora: sistema háptico e o sentido de propriocepção para definição do local de fixação do dispositivo.

A escolha do protocolo de comunicação utilizando o circuito integrado (CI) e rádio frequência (RF) foi devido à necessidade de transmissão de dados, que alcancem a distância de uma quadra esportiva sem perder o sinal de transmissão e sem diminuir a propagação do som. No entanto, foi preciso analisar também a condição de não enfraquecer o sinal de transmissão pela parede do invólucro externo do dispositivo. Pois, a parede do invólucro deve oferecer robustez e segurança para suportar quedas ou acidentes protegendo o *Design* interno.

Houve também a necessidade de análise do desempenho do som emitido dentro da estrutura do invólucro do dispositivo, levando para uma pesquisa mais aprofundada sobre a propagação do som e o sistema auditivo.

O som é uma onda mecânica que se propaga por meio de materiais e apresenta três variáveis: frequência, intensidade e timbre. O sistema auditivo do ser humano pode perceber sons de 20 decibéis (dB) a 120 dB, no dia-a-dia são encontrados sons de 50 dB até 80 dB, acima de 120 dB causa um certo desconforto e a partir de 140 dB causa lesão no aparelho auditivo humano. O timbre do som é a variável que possibilita o ser humano distinguir dois sons de mesma intensidade e altura, mas que são emitidos por origens diferentes. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 10152:1987, os níveis de ruído para conforto acústico em ambientes diversos foram definidos como: a) Hospitais, de 35 a 55 dB (A); b) Escolas, de 35 a 55 dB (A); c) Hotéis, 35 a 55 dB (A); d) Residências, de 35 a 50 dB (A); e) Escritórios, de 30 a 65 dB (A); f) Locais para Esporte, 45 a 60 dB (A). Para tanto, foi avaliada a propagação do som em quadras esportivas por meio de mapeamento do som, observando que o limite de 60 dB, os jogadores poderão ficar expostos por um longo período de tempo sem afetar o sistema auditivo e conseguir utilizar o dispositivo com boa percepção sonora.

Assim, foram categorizadas as informações que estruturam a execução das tarefas simultaneamente no projeto. Quanto as restrições e interferências, foram analisadas e levantadas as principais características de cada área e identificadas as variáveis significativas, a seguir:

- a) da parte de comunicação de dados as variáveis significativas são: o alcance de transmissão de dados, a potência e a velocidade do sinal, a dimensão da placa de circuito impresso e a quantidade de dados transferidos;

- b) na parte da mecânica do invólucro foram levantadas as seguintes características: o peso e a dimensão do invólucro, a escolha do material a ser utilizado, a espessura de cada face e a maneira de fixação do corpo no local de uso;
- c) na parte de percepção sonora, foram definidas com as variáveis: alcance do som, tipo de som, o local e modo de fixação do dispositivo.

Após identificação das variáveis significativas por área, foram verificadas as incidências correlacionadas, a seguir:

- a) quanto maior o alcance do sinal, maior deverá ser a potência necessária para que os dados cheguem ao seu destino;
- b) quanto maior a potência, maior será a dimensão da placa e dos componentes tendo influência também sobre o peso e a dimensão mecânica;
- c) a velocidade depende diretamente da quantidade de dados que serão transmitidos;
- d) a altura e modo de fixação do invólucro não interferem na percepção do som;
- e) a distância do dispositivo e do usuário interferem na recepção e percepção sonora.

Na sequência foi analisada a variável significativa em relação a outras variáveis, destacando-se as influências no dispositivo que foram consideradas relevantes:

- a) a escolha do material do invólucro pode interferir na passagem da onda de comunicação de dados e propagação do som, comprometendo o bom funcionamento do dispositivo. Todavia, o tipo de material utilizado implica em suportar certos choques mecânicos e também conseguir firmar o bastante para deixar o corpo do invólucro fixado ao local de uso. Assim, a escolha do material envolve a espessura da face do invólucro e a massa do produto;
- b) a dimensão do corpo do invólucro define sua fixação no local e a massa do produto. A espessura de cada face do invólucro está relacionada

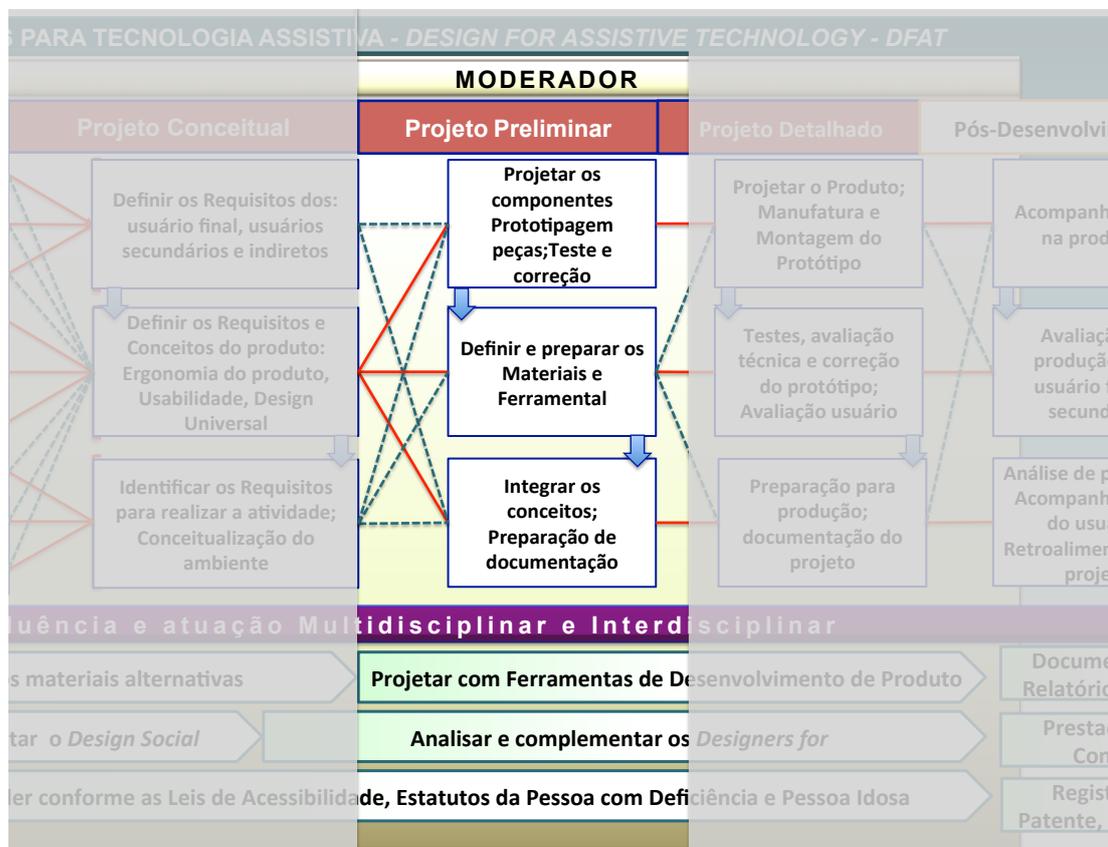
- diretamente com a massa, pois quanto maior a dimensão do corpo do invólucro, maior é a massa e maior a força para fixação do invólucro;
- c) a dimensão da placa de comunicação interfere no tamanho do dispositivo e conseqüentemente na massa do corpo;
  - d) a espessura da parede do invólucro influencia na potência da comunicação. Ou seja, quanto mais denso o invólucro, mais difícil fica a transmissão de comunicação e propagação do som. Se a potência da comunicação for diminuída ou aumentada, implicará no tamanho da placa;
  - e) o alcance de transmissão depende do tipo de material e da dimensão da placa;
  - f) a quantidade de dados de transmissão e a velocidade são variáveis relevantes, que estão relacionadas com a potência de comunicação;
  - g) a fixação do dispositivo está relacionada com o material escolhido para o invólucro e o *Design* do invólucro;
  - h) o volume do som segue os padrões da ABNT e a propagação do som é melhor em locais fechados e quanto mais aberto o *Design* do invólucro, menor bloqueio para saída do som.

A análise das variáveis significativas possibilitou um diálogo mais intenso entre as áreas multidisciplinares da mecânica do invólucro, da eletrônica de comunicação de dados e percepção sonora, que resultaram no desenvolvimento simultâneo da estrutura do projeto e estabeleceram os requisitos do dispositivo, que foram compreendidos pela equipe envolvida.

### 6.1.2.3 Projeto Preliminar

Projeto Preliminar é a fase para elaborar a preparação dos componentes para prototipagem de peças (*Design* interno e *Design* externo), definir e providenciar as ferramentas, ferramental e matéria prima, preparar as documentações técnicas, conforme atividades de processo destacadas na Figura 35, além de verificar a viabilidade técnica e econômica.

Figura 35 – Fase do Projeto Preliminar do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: Autor.

Neste contexto, a equipe do *design* interno elaborou a placa de circuito impresso (PCB) e a programação do *software* para comunicação de dados entre o PCB e o controle remoto. Foram aplicados testes de funcionamento no laboratório, que alcançou mais de 50 metros para transmissão de dados acionando a emissão do som.

A equipe do *design* externo elaborou o protótipo virtual no ambiente CAD e providenciou a confecção das peças do invólucro por meio da prototipagem rápida. Foram aplicados os testes de segurança, robustez e fixação do invólucro nas traves do gol.

Após os testes, foram corrigidos alguns componentes do Design interno e externo. Em seguida, foram relacionados e providenciados os materiais para a montagem do dispositivo e a preparação de documentação.

### 6.1.2.4 Projeto Detalhado

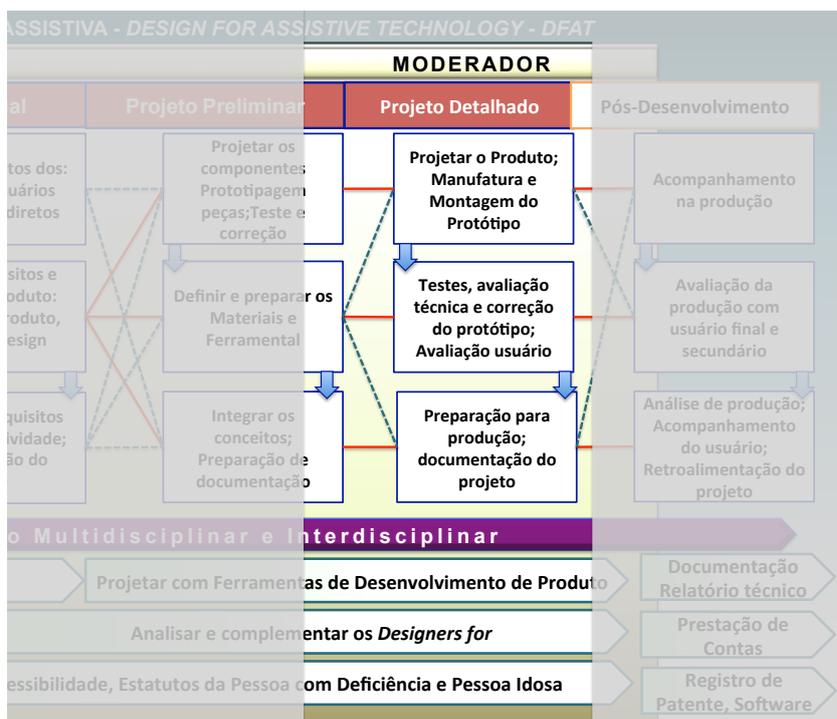
A fase do Projeto Detalhado envolve o processo de manufatura e montagem dos componentes, realizando-se a especificação do produto, elaboração e avaliação do protótipo final, conforme destacados na Figura 36.

Nesta fase ocorreu a junção do *Design* interno e *Design* externo, cujo processo foi de encaixar a placa do circuito impresso no invólucro externo, instalar os fixadores no invólucro e efetuar a montagem do controle remoto formando o protótipo final.

O protótipo final recebeu a avaliação técnica de profissionais relacionados com o esporte de paratletas com deficiência visual. Após a avaliação e ajustes, foram elaborados os relatórios técnicos do projeto.

Os casos de restrições verificados foram solucionados, como a questão da escolha do tipo de som para implementar no dispositivo. Neste termo, uma das etapas relevantes foi a detecção de diferentes linguagens técnicas utilizadas para levantar as necessidades do usuário, que são traduzidas para o requisito do produto, como o caso do volume e alcance de som, em que foi necessário acrescentar o módulo de percepção sonora.

Figura 36 – Fase do Projeto Detalhado do Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: Autor.

### 6.1.3 Fase Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados

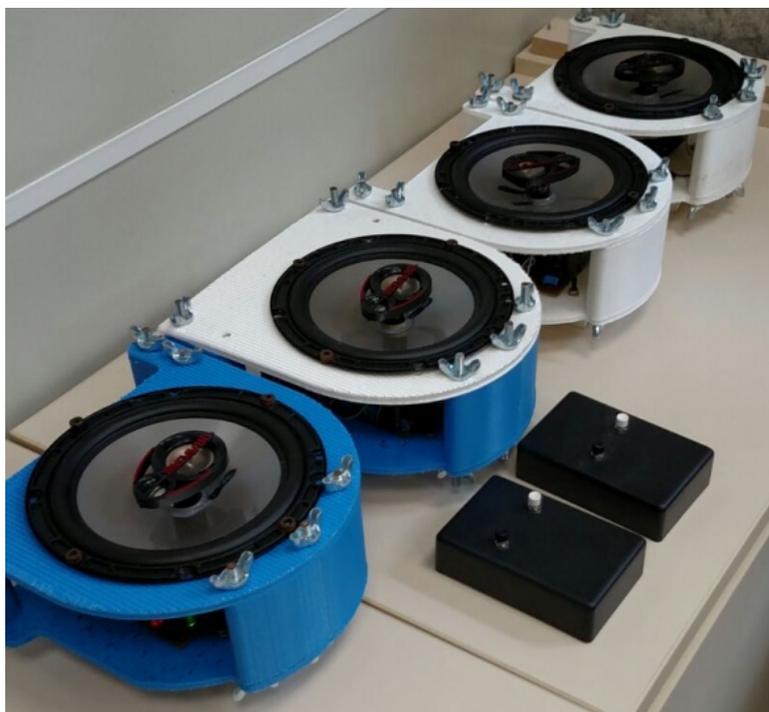
Na fase Pós-desenvolvimento, o protótipo foi encaminhado para teste finais passando por avaliação de técnicos esportivos e paratletas de Goalball e Futebol de Cinco. O técnico esportivo aplicou o teste de usar o protótipo no treino de pessoas com deficiência visual e praticantes de esporte.

Verificou-se a necessidade de dar a continuidade ao projeto para aplicar as sugestões recebidas na avaliação do protótipo do dispositivo.

O protótipo final do dispositivo de apoio completo é constituído de dois conjuntos de peças, que contêm um controle remoto e dois receptores de comando, conforme a Figura 37. O dispositivo de apoio emite som sobre o comando acionado no controle remoto, que faz a comunicação de rádio frequência cuja distância do sinal pode passar de 50 metros, que ultrapassam o tamanho de uma quadra esportiva (40 metros).

O *design* externo favoreceu a saída do som e está preparado para ficar suspenso em diferentes locais, como na estrutura de barra do goal.

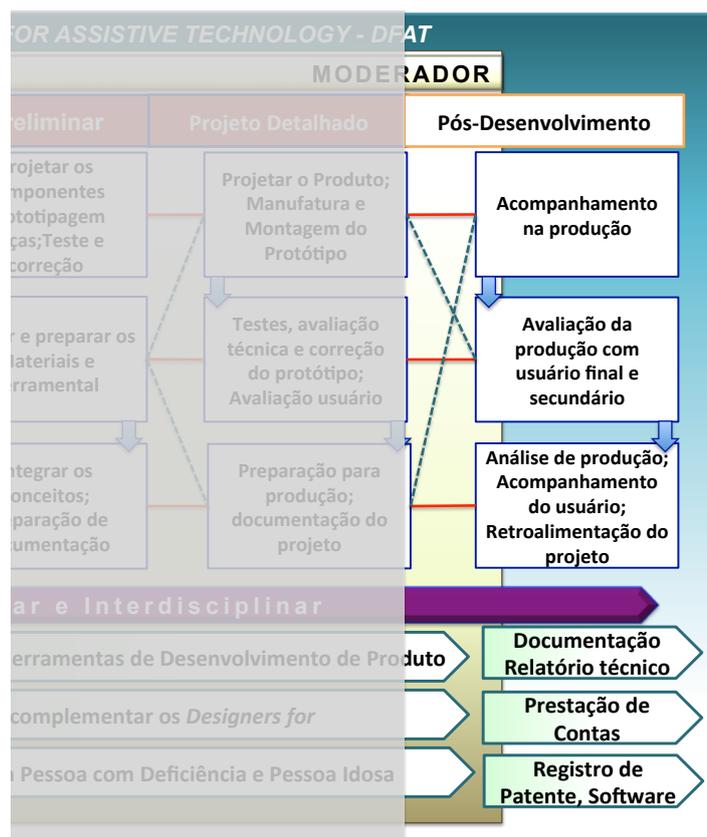
Figura 37 – Protótipo do dispositivo de apoio para paratletas com deficiência visual.



Fonte: autor.

Nesta fase de Pós-desenvolvimento, destacado na Figura 38, foram elaborados os relatórios técnicos do projeto e o relatório de prestação de contas de apoio de recursos financeiros e recursos humanos.

Figura 38 – Fase Pós-Desenvolvimento do Modelo Conceitual de Projeto orientado para Tecnologia Assistiva.



Fonte: autor.

Este projeto alcançou os seguintes resultados acadêmicos (APÊNDICE): registro de patente e *software* computacional, concedidas duas licenças de usos para instituições relacionadas em prol do esporte para pessoas com deficiência, publicação de artigos em revistas nacionais e internacionais classificadas no qualis e participação dos alunos e professores em Congressos acadêmicos, tendo um dos alunos do curso de graduação em Engenharia da Automação recebido a premiação no Seminário de Iniciação Científica – SEMIC 2015 PUCPR.

## 6.2 ESTUDO DE CASO - 2: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS PROTÉTICO E ORTÉTICO DE MEMBROS SUPERIORES – PROJETO DAR A MÃO

### 6.2.1 Fase do Pré-Desenvolvimento – Planejamento do Projeto Dar a Mão

O Censo do IBGE de 2010 revelou 2.283.022 pessoas com pelo menos uma deficiência investigada no Paraná, que equivale a 21,86% da população no Estado. Destes, 65,9% tem a renda nominal de trabalho de até 2 salários mínimos e utilizam o atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS).

#### 6.2.1.1 Cenário do meio protético e seus usuários

A Associação Brasileira de Ortopedia Técnica – ABOTEC (2010) afirma que existem dificuldades para concessão de órteses e próteses pelo SUS devido ao custo elevado e a alta demanda para ser atendido, ou seja, o atendimento não chega a 0,3% das pessoas que precisam de próteses. Outra questão é a falta de programas de reabilitação, que chega a atingir cerca de 70% das próteses entregues sem reabilitar totalmente o paciente (AGÊNCIA CÂMARA, 2013), que leva em muitos casos o abandono de uso pelo usuário.

Segundo Mattozo e Batista (2016), existem tecnologias avançadas com alta precisão para o desenvolvimento de órteses e próteses, porém no Brasil ainda é bastante incipiente e o custo final é alto. Em muitos casos, os processos de elaboração de prótese ou órtese utilizam ferramentas manuais e os custos são repassados aos usuários.

Além disso, menciona-se a falta de informações e encaminhamentos aos pacientes e seus familiares, principalmente para as mães gestantes que recebem o diagnóstico do feto, ou tenha filho com malformação ou deformação de membros superior/inferior, cujas anomalias congênitas afetam aproximadamente 10% das crianças, entre 1 a 2% dos nascidos vivos, que pode estar associada com síndromes sistêmicas (FRANCA BISNETO, 2012).

A maioria dos casos de agenesia de membros são provenientes de amputações decorrentes de doenças e por acidentes como trauma (75%), doença

vascular periférica, doenças vasoespásticas periféricas, infecções crônicas, lesões químicas, térmicas ou elétricas e tumores malignos (SILVA, 2008).

Neste contexto, o público alvo deste Estudo de Caso são pessoas com deficiência congênita, por doenças ou por acidentes que tem agenesia do membro superior.

#### 6.2.1.2 Projeto Global Dar a Mão

Em 2014, por solicitação da Senhora Geane Poteriko, mãe de uma menina com agenesia de mão causada pela Síndrome da Brida Amniótica, foi elaborado no Núcleo de Pesquisa de Produtos Orientado para Tecnologia Assistiva – NPOTA do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS/PUCPR, o projeto global denominado “Projeto Dar a Mão”. A justificativa do projeto foi a apresentação do cenário de carência de informações e acolhimento para mães e crianças que nascem com malformação dos membros superiores e/ou inferiores e a inexistência de instituições para apoio e esclarecimentos detalhados do assunto de agenesia de membros congênita. Como exemplo, foram citados casos de mães que receberam a notícia de agenesia de membros de seu filho no diagnóstico e resultado de acompanhamento da gestação ou logo após o nascimento e sem o encaminhamento devido esclarecimento e apoio. Assim, a proposta do projeto envolve o acolhimento da mãe e da criança com ausência ou deformação de membros superiores e/ou inferiores desde a constatação do diagnóstico no período da gestação.

A maior causa que levam para situação de agenesia ou deformação de membros superiores e/ou inferiores são adquiridos decorrentes de acidentes, principalmente de trânsitos. No entanto, existem causas congênicas de ausência ou deformação de membros e de fatores desconhecidos, como o caso da Síndrome da Brida Amniótica que ocorre aproximadamente para 1 criança de cada 1500 nascimentos. As crianças afetadas pela Síndrome de Brida Amniótica são decorrentes das bandas fibrosas no útero, que passam a flutuar no líquido amniótico junto com o feto, levando o aprisionamento de parte do feto, como braços, pernas, dedos, dentre outras. Subsequentemente, haverá o crescimento fetal, mas as partes atingidas pelas "bandas" não, concebendo, deste modo, as constrições ou seja,

malformação dos membros superiores e/ou inferiores. Ou seja, a constrição leva à redução da circulação sanguínea, resultando em anomalias congênitas. As deformidades das lesões são assimétricas e quando bilaterais há concomitâncias de envolvimento nos pododáctilos e pés. A maior concentração de acometimento no membro superior é nas mãos. São normalmente acompanhadas com braquidactilia e outras anomalias nas mãos sem apresentar uma característica padronizada. Além disso, existem outras síndromes e doenças raras, que podem afetar na malformação congênita dos membros superiores e/ou inferiores. Desta forma, as características de agenesia de membros superiores e/ou inferiores nas crianças têm causas diferentes, que estão localizadas nas diferentes regiões brasileiras, onde tem diversidades culturais, sociais, capacidades e níveis de desenvolvimento na imensa extensão territorial.

O público alvo do “Projeto Dar a Mão” são pessoas com agenesia de membro superior/inferior, principalmente de crianças ou adolescentes afetados pela Síndrome da Brida Amniótica, Simbraquidactilia ou outras diferenças de membro superior. O projeto global compreende 5 tópicos principais de atuação que são:

- a) Atuar no acolhimento de mães gestantes com diagnóstico do bebê com agenesia de membros e direcionar para o atendimento de apoio;
- b) Contribuir na motivação entre pais e amigos de pessoas com deficiência por troca de experiências e incentivar na estimulação precoce encaminhando para o atendimento de reabilitação de atividades de vida diária e vida prática;
- c) Incentivar e contribuir nos projetos de elaboração e manufatura de dispositivos protético e ortético de apoio para membros superiores e inferiores;
- d) Contribuir nas pesquisas em produtos e serviços de Tecnologia Assistiva para pessoas com deficiência física de membros superiores e inferiores promovendo cursos de extensão e capacitação técnica, e publicação;
- e) Realizar divulgação de materiais, promover eventos de encontros sobre agenesia de membros superiores/inferiores decorrentes de síndromes, doenças raras, doenças congênitas, acidentes e outras patologias, e contribuir na inclusão social de pessoas com deficiência.

Este projeto foi apresentado para uma instituição, o Lions Clube Curitiba Batel – LCCB, que deu apoio e incentivo. Em 2015, estabeleu-se a “Associação Dar a Mão” constituída de pais, amigos e voluntários de áreas multidisciplinares em prol de pessoas com agenesia de membros superiores/inferiores implantando o “Projeto Dar a Mão” com envolvimento de profissionais especialistas conforme o tópico do projeto e suas vertentes. Nesta equipe de diferentes áreas estão profissionais especialistas como: pedagogos, professores, médicos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, psicólogos, engenheiros, designers, administradores, jornalista, desenhistas, advogados, contadores, cinematográficos, editores, consultores, palestrantes e outros. Na Associação, a Sra. Geane Poteriko faz parte do quadro da diretoria executiva, cujo nome da filha “Dara” motivou para denominação do projeto e da “Associação Dar a Mão”. A diretriz da “Associação Dar a Mão” é realizar o acolhimento, divulgar e esclarecer sobre a agenesia e deformação de membros superiores/inferiores, e o acompanhamento nos procedimentos que proporcionam melhor qualidade de vida e contribuindo para pessoas com deficiência, principalmente crianças, possam realizar o seu potencial em dignidade e igualdade, em um ambiente saudável. Assim, a implementação e concretização do projeto na “Associação Dar a Mão” iniciou-se juntamente com apoio de universidades e instituições em prol da pessoa com deficiência. (ASSOCIAÇÃO DAR A MÃO, 2017).

### 6.2.1.3 Processo de elaboração de dispositivo protético

Neste Estudo de Caso foi abordado o tópico de elaboração de dispositivo protético de apoio do “Projeto Dar a Mão”, seção 6.2.1.2, direcionado para usuário com agenesia de membro superior. O projeto estende-se para o público de usuários secundários e indiretos, que são os familiares e os multiprofissionais, que estão envolvidos com apoio e/ou acompanhamento e atendimento no programa de reabilitação, promovendo a autonomia e desenvolvimento do usuário de prótese.

Deste modo, o objetivo principal é elaborar um processo que atenda as necessidades e os requisitos do usuário, demande baixo custo e apresente

qualidade no dispositivo de apoio do membro superior com peças manufaturadas em impressão 3D. A metodologia aplicada do projeto deve assegurar confiabilidade, segurança e efetividade, conforme as necessidades, capacidades, habilidades e limitações da pessoa com deficiência visando a sua autonomia, independência e, principalmente, o aumento do potencial de uso da prótese, proporcionando melhorias no rendimento, qualidade de vida e inclusão social na atividade educacional, profissional e lazer.

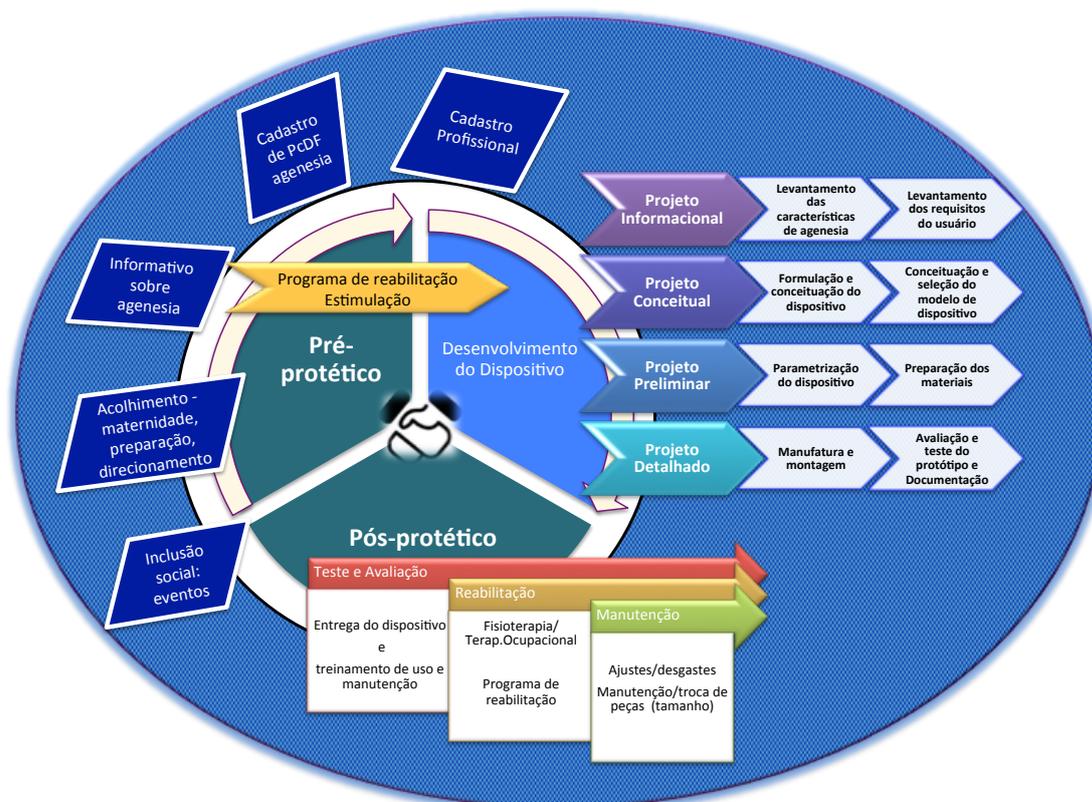
Assim, este Estudo de Caso foi aplicado no processo de elaboração de dispositivo protético de apoio na associação localizada no interior do Paraná com colaboração do *E-Nable Group* (ENABLING THE FUTURE, 2015). O *E-Nable* é um grupo de voluntariado que disponibiliza o tutorial de *Design* para impressão 3D de dispositivo de apoio do membro superior.

Portanto, esclare-se que o foco desta pesquisa está no processo para elaboração do dispositivo de apoio para membro superior e o envolvimento de profissionais multidisciplinares para realizar parte do projeto global do “Projeto Dar a Mão”.

### **6.2.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto**

O projeto foi estruturado em três módulos principais para desenvolvimento do dispositivo de apoio, que são: pré-protético, desenvolvimento do dispositivo protético e pós-protético, ilustrado na Figura 39.

Figura 39 – Estrutura do Projeto “Dar a Mão”.



Fonte: Autor.

### 6.2.2.1 Módulo pré-protético

No módulo pré-protético se realizam as atividades de preparação do usuário para recepção do dispositivo protético de apoio por profissionais de fisioterapia ou de terapia ocupacional ou de médico especializado em serviços de reabilitação e ortopedia. Neste módulo ocorre o levantamento de informações do usuário quanto o formato do membro superior e suas medidas, tipo de tarefa ou trabalho de estimulação que se realiza com o uso do dispositivo de apoio. Estas informações alimentam o Projeto Informacional do módulo de desenvolvimento do dispositivo de apoio.

### 6.2.2.2 Módulo de desenvolvimento do dispositivo protético

O Módulo de Desenvolvimento do dispositivo protético constitui as seguintes atividades:

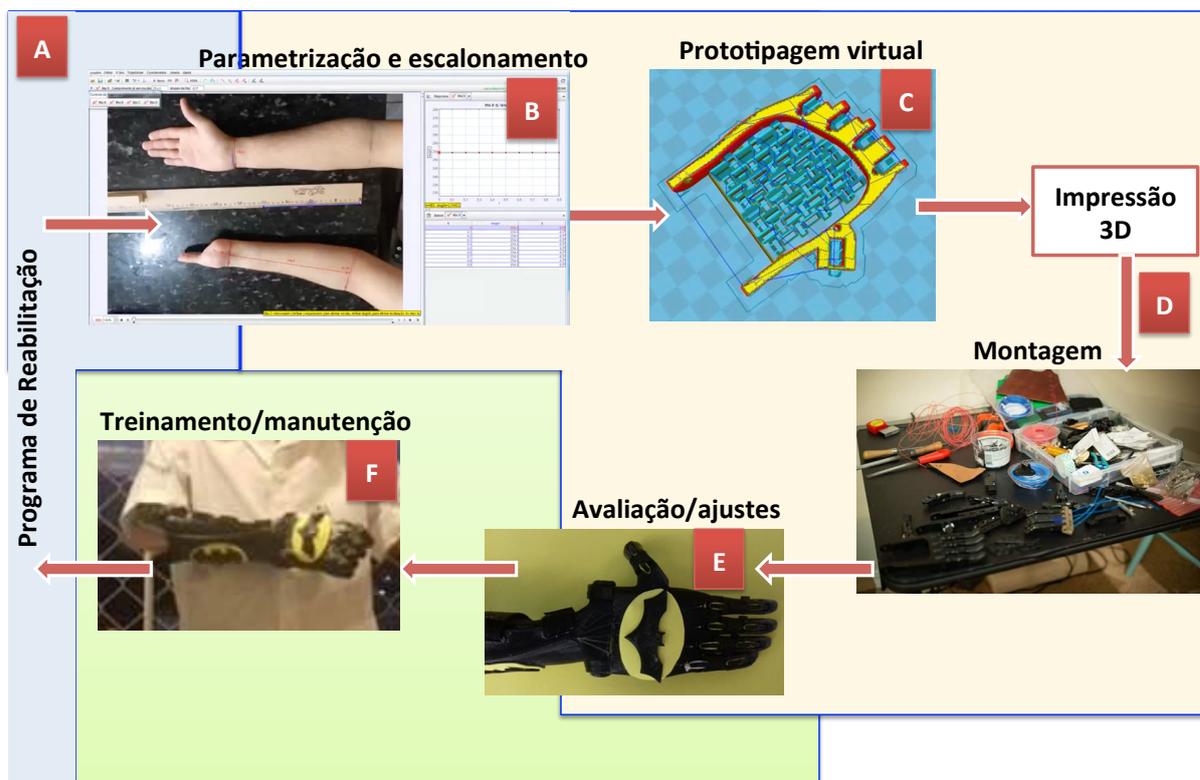
**a) Projeto Informacional:** realiza-se o levantamento das características de agenesia de membro para identificar os requisitos dos usuários por profissionais da área multidisciplinar que podem receitar o dispositivo de apoio protético, como médico especialista, fisioterapeuta e terapeuta ocupacional. Estes profissionais realizam atividades de reabilitação ao usuário para preparar e receber o dispositivo de apoio (FIGURA 40 – A). Constam no receituário as anotações das medições feitas no usuário;

**b) Projeto Conceitual:** realiza-se a formulação e conceituação do dispositivo protético de apoio a partir do receituário e das informações levantadas no módulo pré-protético para seleção do modelo do dispositivo de apoio (FIGURA 40 – B), que em muitos casos, os projetos de *design* estão disponíveis em redes sociais relacionadas com dispositivos protéticos em impressão 3D;

**c) Projeto Preliminar:** realiza-se a parametrização e o escalonamento do dispositivo de apoio utilizando o ambiente e ferramentas de CAD para constituir o protótipo virtual (FIGURA 40 – C). A parametrização e o escalonamento do dispositivo protético são transferidos no projeto de *design* conforme receita prescrita pelos profissionais da área de reabilitação. Em seguida, providenciam-se os materiais para realizar a impressão em 3D das peças do dispositivo protético;

**d) Projeto Detalhado:** realiza-se a manufatura e a montagem do dispositivo protético de apoio, que ilustra na Figura 40-D as peças impressas em 3D e os materiais e ferramentas utilizados na montagem do dispositivo protético de apoio e o acabamento final. A preferência do material usado para impressão 3D do dispositivo é o filamento de PLA (polímero), que é atóxico e sustentável por ser biodegradável e produzido por fontes renováveis para não agredir o meio ambiente ao ficar em desuso e for descartado. Nesta fase é realizado o teste e avaliação técnica quanto o funcionamento do dispositivo.

Figura 40 – Estrutura do projeto de elaboração do dispositivo de apoio.



Fonte: Adaptado de Botelho (2016) e Associação Dar a Mão (2017).

## 6.2.3 Fase de Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados

### 6.2.3.1 Módulo pós-protético: Treinamento e programa de reabilitação

No módulo pós-protético realiza-se o teste e avaliação do dispositivo de apoio manufaturado e montado com acompanhamento do profissional protético ou ortético (FIGURA 40 – E). Este profissional faz os últimos ajustes no dispositivo de apoio antes de começar o treinamento de uso com usuário.

O usuário recebe o treinamento de uso e o modo de manutenção e conservação do dispositivo de apoio (FIGURA 40 – F). Em seguida, o usuário participa do programa de reabilitação para incentivar, estimular o uso e fortalecer o local de fixação do dispositivo. Está previsto também no módulo pós-protético, a manutenção do dispositivo para quando houver a necessidade de trocas de peças, ajustes ou a confecção de nova peça por alteração do tamanho (ex. do braço da

criança crescer) ou por desgastes, ou por motivo de quebra. Neste caso, procede-se com o encaminhamento de nova receita para manufatura de novo dispositivo.

### 6.2.3.2 Discussão do Resultado

Para elaboração do dispositivo protético de apoio, o projeto iniciou-se com os profissionais especializados em protética e ortética, que são responsáveis por selecionar o tipo de dispositivo de apoio e fazer a prescrição da receita para confecção. Estes profissionais, normalmente fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais e médicos ortopedistas, atuam em contato direto com o usuário para elaborar um procedimento que auxilia no fortalecimento do membro com agenesia. O procedimento envolve um programa de reabilitação antes e após o recebimento do dispositivo protético de apoio, que pode resultar no fortalecimento e habilidade do membro com agenesia do usuário final e contribuir para diminuir os casos de abandono por falta de estimulação ou treinamento de uso. Quanto aos profissionais de *Design* em projeto, projetista ou engenheiro, cabe a eles a parte de seguir a recomendação da receita para preparar e efetuar a manufatura e montagem do dispositivo protético de apoio, considerando a ergonomia do produto, conforto, segurança, funcionalidade/utilidade e o *Design* final, como de acrescentar um tema ou combinar cores de preferência do usuário.

A associação que participou do Estudo de Caso foi reconhecida como entidade de utilidade pública pelo município de São João do Ivaí – PR. Em dezembro de 2016, com um ano de funcionamento, a comunidade da associação estava com cerca de 170 famílias cadastradas de 22 Estados brasileiros e também de outros países (Portugal e Espanha). Junto com a comunidade estão cerca de 100 associados como voluntários e profissionais especialistas em protéticos, ortéticos, *designers* de projetos, engenheiros, médicos, advogados, psicólogos, pedagogos, assistentes sociais e de outras áreas multidisciplinares. Há também a participação de instituições públicas e privadas que articulam em prol da pessoa com deficiência física de membros superiores e inferiores. Em termos dos projetos de dispositivos de apoio, existe a perspectiva de pesquisar materiais alternativos e aprofundar nas tecnologias mecânicas, mioelétricas ou híbridas para desenvolver dispositivos com aspectos estéticos e funcionais para atender as necessidades específicas de cada

usuário, como o dispositivo de apoio para tocar instrumentos musicais, andar de bicicleta, segurar e manusear aparelho celular e outros.

Na estrutura integral do “Projeto Dar a Mão” se apresentam outras atividades, visto na seção 6.2.1.2, que estão direcionadas para divulgação de informações de agenesia de membros, o acolhimento de mães com filhos com agenesia e o encaminhamento para programa de reabilitação, além da realização de eventos para divulgar a inclusão social de pessoas com deficiência. Deste modo, o “Projeto Dar a Mão” tem as diretrizes para o acolhimento, na formação integral do ser humano, na essência da pessoa se sentir independente e conquistar a sua autonomia, além de constituir um banco de dados de pessoas com agenesia de membros e realizar a distribuição gratuita do dispositivo protético de apoio.

### 6.3 ESTUDO DE CASO - 3: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE BENGALA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

#### 6.3.1 Fase Pré-Desenvolvimento – Planejamento do Projeto de Bengala

A deficiência visual atinge cerca de 18,8% da população brasileira representando o maior índice estatístico entre as pessoas com deficiência (IBGE, 2014). As pessoas com deficiência visual são usuários de produtos de Tecnologia Assistiva para realizar atividades como de mobilidade, onde é indispensável um dispositivo de apoio e ajudas técnicas.

Existem quatro técnicas de orientação e mobilidade para pessoa com deficiência visual, que são (BRASIL, 2003):

- a) técnicas com guia vidente (auxílio de uma pessoa que enxerga);
- b) técnicas de auto-ajuda (para ambientes internos e familiares);
- c) técnicas com uso da bengala longa ou conhecida como técnica de Hoover;
- d) técnicas com cão guia.

O usuário poderá utilizar duas técnicas de orientação e mobilidade juntas, como o caso de usar a bengala longa e solicitar ajuda de um guia para travessia de rua ou localizar um local específico. Existem outros recursos que podem ser acoplados às técnicas de orientação e mobilidade como o Sistema Global de Posicionamento – GPS ou sensor de detecção de obstáculo na bengala longa. No entanto, quanto mais tecnologias avançadas são agregadas ao produto, mais o preço final aumenta ficando longe da população com baixo recurso. A outra questão é o comprimento da bengala, com poucas variedades de tamanho, o qual é recomendado na altura do tórax do usuário.

Neste estudo de caso, o objetivo é descrever o Processo de Desenvolvimento de uma bengala longa que tenha custo baixo, com funcionalidades semelhantes ou superiores das que são encontradas no mercado e que tenha característica de produto sustentável. Considera-se que o produto tenha um processo simples para manufatura, de tal modo que seja fácil de reproduzi-la, de fazer a manutenção e ajustar conforme a estatura do usuário. Deste modo, o projeto está direcionado para usuários com deficiência visual que tenha uma alternativa de dispositivo de apoio para sua orientação e mobilidade de custo baixo.

#### 6.3.1.1 Especificidade do usuário de bengala longa

A bengala longa é um dispositivo de apoio de orientação e mobilidade (O&M) para pessoas com deficiência visual, que recebem aulas técnicas e práticas de uso de profissionais especialistas em Educação Especial e Educação Física.

Para a pessoa com deficiência visual se deslocar de um local para outro é essencial ter a orientação do espaço em que se encontra por meio dos sentidos remanescentes (FERRAZ; COSTA, 2009; ROVEDA, 2007; BRASIL, 2003). Os sentidos remanescentes envolvem as percepções, como a audição, o tato, o olfato, a cinestesia, a memória muscular e o sentido vestibular que permitem constituir relações corporais, espaciais e temporais no ambiente que se encontra (BRASIL, 2003). Estas percepções formam o sistema háptico, também conhecido como tato ativo, que posiciona a lateralidade e coordena o equilíbrio do indivíduo. Considera-se também o tato passivo para mobilidade, cuja informação tátil é recebida de forma não intencional, mas percebida decorrente aos resultados de sensações, como

calor, vibração, deslizamento e outras percepções vindas do ambiente. (POGRUND; ROSEN, 1998). Deste modo, Hersh (2016) afirma que a pessoa com deficiência visual conquista sua autonomia para viajar, ou se deslocar de um local para outro, processando sinais dos sentidos remanescentes, ter a consciência da posição e localização que se encontra (propriocepção), percepção do movimento (cinestético) do corpo e uso de tecnologias de apoio. A autora complementa com a necessidade de traçar e conhecer a rota de deslocamento, que possibilita a pessoa com deficiência visual formar um mapa mental, auxiliando na sua mobilidade. Ejnisman *et al.* (2004) definem a experiência sensorial como:

a propriocepção é uma especialização sensorial do indivíduo, realizada por meio do toque, da sensação de movimento e da posição articular, detectadas por receptores nervosos localizados na articulação, nos músculos e na pele (Ejnisman *et al.*,2004).

Neste contexto, torna-se relevante um ambiente com acessibilidade e com os conceitos de *Design Universal* aplicados na rota de deslocamento da pessoa com deficiência, que contribue na autonomia e participação mais ativa na sociedade.

#### 6.3.1.2 Funcionalidade da bengala longa

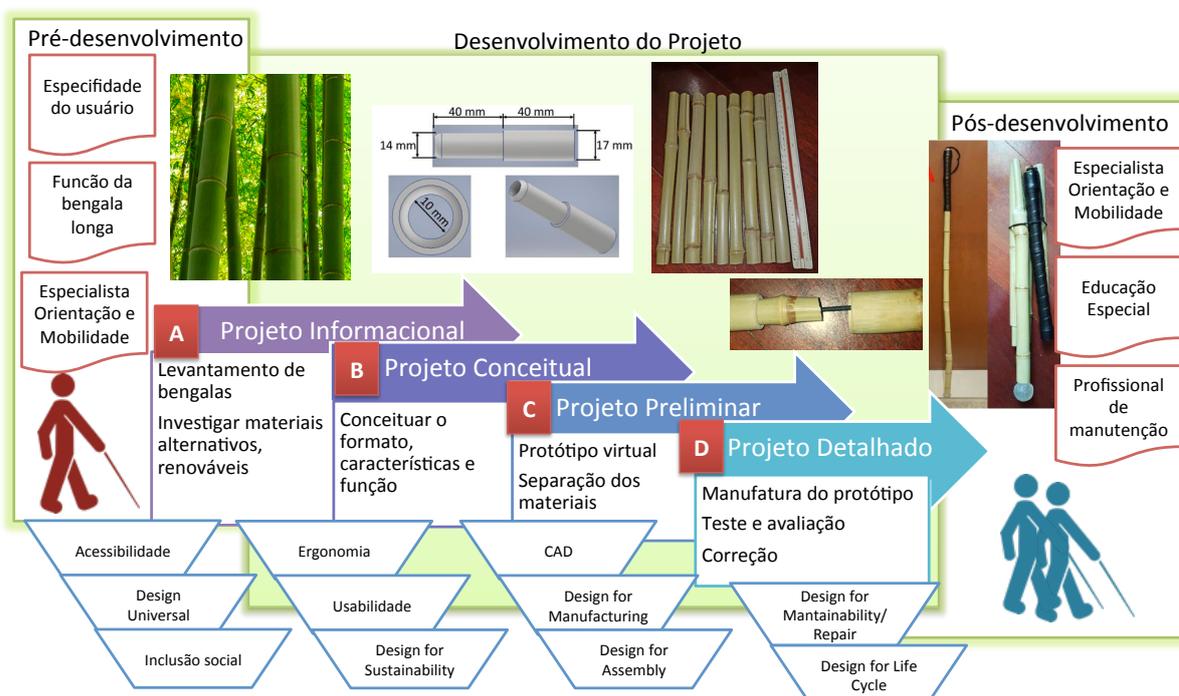
As técnicas de uso da bengala longa, possibilita a extensão da mão do usuário para explorar e identificar as superfícies ao tocar com a ponteira da bengala, pois é percebida a textura do solo (grama, piso tátil, lajotas, areia e outros). Normalmente, a técnica da bengala longa confirma à pessoa com deficiência visual se o seu pé pode dar o passo e pisar com segurança a superfície tocada pela bengala. Os tipos de técnicas realizadas com uso da bengala longa são (BRASIL, 2003): técnica diagonal da bengala, colocação da bengala longa, técnica para detecção e exploração de objetos, técnica para localização de portas fechadas e trincos, técnica do toque, técnica para localização de aberturas e técnica de descer ou subir a escada com a bengala.

## 6.3.2 Fase de Desenvolvimento do Projeto

### 6.3.2.1 Projeto Informacional

O Projeto Informacional se realiza a partir de levantamentos dos tipos de bengalas longas que estão disponíveis no mercado, os materiais utilizados na composição da bengala e investigação de materiais alternativos (FIGURA 41-A).

Figura 41 – Processo de Desenvolvimento de bengala longa.



Fonte: Autor baseado de Soares (2016).

Foram encontrados três tipos de bengalas: a dobrável, telescópica e a rígida/inteira. Os materiais encontrados para confecção da parte do eixo da bengala foram de alumínio, fibra de vidro e fibra de carbono. Segundo Rodgers e Emerson (2005), a bengala de alumínio é mais resistente que a de fibra de vidro e fibra de carbono. Ao aplicar força no eixo da bengala, a de alumínio tende a ficar deformada chegando a dobrar, sendo que nas outras o eixo quebrou impossibilitando o uso. Neste estudo, foram consideradas as propriedades da bengala longa dobrável de alumínio, que é de uso comum e tradicional. As características principais desta bengala são: dobrável; facilidade e conforto para segurar a manopla; uso do elástico para realizar a junção dos segmentos da bengala

e prendê-las quando está dobrada; e tem a ponteira emborrachada para tocar superfície (SOARES, 2016). A bengala com eixo de alumínio é bem utilizada, por conta da leveza do material, flexibilidade e tem simples processo para manufatura. No entanto, o uso do alumínio eleva o custo de fabricação da bengala e não apresenta o ciclo de produto sustentável causando impacto negativo ao ambiente desde a extração e até no seu descarte.

Na investigação por materiais alternativos para composição da bengala foi encontrado o bambu. O Brasil possui o maior número de espécies de bambu na América Latina – cerca de 400 espécies (OLIVEIRA, 2013), que tem boa produtividade com crescimento rápido, alcançando a altura máxima em pouco tempo – 180 dias conforme a espécie. O colmo do bambu é a parte que fica fora da terra, tem formato cilíndrico, internamente é oco e separados transversalmente por diafragmas que permite maior resistência, rigidez e flexibilidade (PEREIRA, 2012). Com estas características, o colmo do bambu é considerado material sustentável e recurso natural renovável, sendo bem procurado e utilizado para diferentes áreas como artesanato, decoração, utilidades domésticas, arquitetura e construção civil. Oliveira (2013) afirma que os fatores destacados para utilização do bambu são: alta resistência à tração, boa resistência na compressão física, leveza e boa flexibilidade.

#### 6.3.2.2 Projeto Informacional

O Projeto Conceitual constitui-se a partir das informações levantadas no projeto informacional, que são convertidas em requisitos de engenharia (FIGURA 41 – B). As partes necessárias para composição e confecção da bengala longa são: eixo da bengala; manopla (parte da bengala que o usuário segura); conectores (parte de encaixe dos segmentos da bengala); elástico (função de unir os segmentos do eixo); ponteira (peça que tem contato direto com a superfície).

Os requisitos da bengala longa foram constituídos conforme as propriedades de funcionalidade, visto na seção 5.3.1.2, que são: configurável a dimensão do eixo, ter uma resistência mecânica que prolongue a vida útil do produto; promover segurança ao usuário; proporcionar facilidade de uso; ter custo competitivo com as

bengalas já existentes; proporcionar boa manutenibilidade; ter o peso que favorece o uso da bengala. Nestes termos, as especificações para o projeto da bengala são:

- o bambu apresentou as funções com propriedades semelhantes a de uma bengala longa dobrável e tradicional. As dimensões do colmo de bambu e suas propriedades físicas são similares da bengala tradicional de alumínio, podendo atribuir os mesmos conceitos de usabilidade do usuário;
- a parte da manopla da bengala deve proporcionar segurança e conforto, garantindo a ergonomia do produto;
- os conectores de segmentos dos colmos de bambu devem ser resistente e que permita fácil ajuste;
- o elástico deve fornecer uma boa resistência mecânica para suportar inúmeras flexões e atrito durante o manuseio de dobrar a bengala;
- a ponteira deve ser resistente para suportar choques mecânicos com o contato direto com diferentes tipos de superfície.

### 6.3.2.3 Projeto Preliminar

No Projeto Preliminar ocorrem os preparativos dos materiais para manufatura da bengala. Assim, as peças da bengala foram providenciadas por meio de prototipagem rápida utilizando o ambiente CAD (FIGURA 41 – C) para análise e ajustes. Na preparação dos materiais e ferramentas para manufatura e a montagem foram aplicadas as ferramentas de *Design for Manufacturing* e *Design for Assembly*. Nesta fase do projeto pode-se verificar a montagem do protótipo em imagem, acompanhando as dimensões internas e externas necessárias para conexões das peças e no acabamento das extremidades da bengala, que refletem nos encaixes dos segmentos do colmo de bambu, passagem do elástico e fixação da manopla e da ponteira.

#### 6.3.2.4 Projeto Detalhado

O Projeto Detalhado é a fase em que se realiza a manufatura das peças e a montagem da bengala longa (FIGURA 41 – D). Esta fase constitui o protótipo com uso de materiais. Assim, providencia-se a preparação dos materiais e a montagem do protótipo, verificando as propriedades de manutenção, ajustes e descartes, que podem ser aplicados os conceitos de *Design for Maintainability/Repair* e *Design for Life Cycle*. Após a montagem, verifica-se a funcionalidade da bengala longa, principalmente ao desencaixar os colmos de bambu, dobrando seus segmentos para então prender e guardar a bengala. No momento da montagem, bastaria segurar na manopla da bengala e deixá-la na vertical, assim, os segmentos do bambu se encaixam sem esforços como ocorrem nas bengalas dobráveis. Na parte da manopla utilizou-se o *grip*, um material usado nas raquetes de tênis para proteger a mão do jogador, que oferece conforto, tem boa fixação no bambu e aderência na mão e é fácil limpeza. Para a ponteira da bengala se utilizou resina plástica, que foi moldada numa forma de silicone gel e colocada uma alça para prender na extremidade do bambu.

#### 6.3.3 Fase Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados

Nesta fase, o protótipo da bengala longa passa pela avaliação de usuários e dos especialistas em orientação e mobilidade, que testam e analisam a funcionalidade e todas as expectativas do dispositivo, como a batida da ponteira no solo e o retorno do tipo de som e vibração do eixo da bengala, conforto ao manusear sem aplicar esforço, do peso não interferir no movimento e a resistência do elástico. Esta avaliação é um *feedback* conduzido por especialistas técnicos para melhorar a estrutura do projeto da bengala longa.

No protótipo final da bengala longa, a manopla corresponde à parte com maior custo devido o preço do *grip*, que foi adquirido em comércio de esporte especializado. No entanto, é um material que atende as propriedades necessárias e o *grip* tem em várias cores diferenciando e personalizando a bengala. Quanto ao custo final ficou 64,8% menor que o preço da bengala dobrável de alumínio encontrado no mercado, conforme ilustrado no Quadro 18.

Quadro 18 – Relação de materiais e custo.

<b>Material</b>	<b>Valor</b>
<b>Bambu</b>	R\$ 5,00
<b>Elástico</b>	R\$ 0,60
<b>Grip</b>	R\$ 10,00
<b>Ponteira de resina</b>	R\$ 2,00
<b>Total do custo de material</b>	<b>R\$ 17,60</b>
Menor valor de bengala longa dobrável encontrado no mercado	R\$ 50,00
<b>Diferença de valores (%)</b>	<b>64,8%</b>

Fonte: Adaptado de Soares (2016).

Além disso, o peso final da bengala ficou mais leve do que a bengala tradicional. O protótipo da bengala possui uma massa de aproximadamente 175 gramas, enquanto que as bengalas encontradas no mercado possuem cerca de 213,9 gramas (SOARES, 2016). Desta forma, ao comparar o uso do bambu e alumínio na confecção do eixo da bengala, eles apresentaram as mesmas funcionalidades e finalidades. No entanto, o bambu apresentou custo final menor e peso mais leve.

O comprimento da bengala longa é formado por segmentos de colmo de bambu, que em uma das extremidades pode ser cortada ou acrescentado outro segmento para se ajustar com a estatura do usuário. Esta flexibilidade de ajuste proporciona o atendimento para pessoas com estaturas diferenciadas, inclusive para uso de crianças. Segundo Ferraz e Costa (2009), a introdução precoce da bengala longa para crianças contribui para o desenvolvimento de percepção e noção de espaço, incentiva e estimula o deslocamento com uso da bengala como prolongamento do próprio braço, motiva a aceitação de usar a bengala como dispositivo de apoio, podendo antecipar a sua autonomia e autoconfiança de mobilidade.

A busca por materiais alternativos e aplicação de ferramentas de desenvolvimento de produto trouxeram resultados positivos. Existem oportunidades de melhorar o protótipo da bengala, como o caso da manopla e a ponteira, cuja continuidade da pesquisa poderá trazer outras contribuições neste projeto.

## 6.4 ESTUDO DE CASO - 4: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL COM ACESSIBILIDADE SENSORIAL

### **6.4.1 Fase Pré-Desenvolvimento – Planejamento do projeto de material para percepção sensorial**

Fatores físicos e sensoriais são envolvidos na acessibilidade para pessoas com deficiência visual. Os fatores físicos estão relacionados com mobilidade e circulação nos ambientes externos e internos, que normalmente se defrontam com as barreiras arquitetônicas. Os fatores sensoriais se deparam principalmente com as barreiras comunicacionais e visuais, que interferem na interpretação de informações por falta de compreensão e entendimento, podendo desdobrar-se em barreiras culturais, psicológicas, temporais e espaciais. No entanto, surgem novas tecnologias para reduzir as barreiras de acessibilidade, que estimulam os usuários a adquirir novos conhecimentos e participar mais ativamente na sociedade.

Neste contexto, este estudo de caso aborda as tecnologias diretas e indiretas para elaborar um material com percepção sensorial, como uma proposta de acessibilidade para usuários com deficiência visual obter maior compreensão de instrumentos como imagens, pois, o uso de imagens é um recurso de comunicação para transmitir informações. Segundo Trentin (2013), o sentido da visão do ser humano recebe oitenta e cinco por cento das informações do mundo exterior. No entanto, para uma pessoa com deficiência visual recepcionar as informações de imagens, necessita recorrer à percepção de outros sentidos remanescentes. Romani *et al.* (2015) afirmam que a acessibilidade sensorial se refere aos fatores comunicacionais, escrita, visual e audiovisual, de modo que todas as experiências multissensoriais possam ser utilizadas por todos usuários. Esta definição de acessibilidade sensorial influencia no sistema háptico e na propriocepção, que permite a percepção dos sensores localizados nos músculos, tendões e juntas do corpo humano, ao realizar algum movimento mecânico ou força, ocorrendo o ato de toque, que faz identificar as sensações biológicas como pressão, vibração, textura, temperatura e outras. Assim, Lima (2010) argumenta que o sentido da visão permite um parecer mais amplo, global, do ambiente ou do objeto observado, enquanto que

o tato faz por parte e sequencialmente, de modo mais pausado que a visão, necessitando o apoio de uma pessoa que complemente as informações que os dedos estão capturando.

O projeto foi inspirado na exposição "*Hoy toca el Prado*" do Museu Nacional del Prado (2015), em Madrid, que apresentam obras de artistas famosos, como Leonardo da Vinci, Francisco de Goya e Diego Velázquez, e direcionados ao público com deficiência visual. Esta exposição apresenta obras com parte da imagem em relevo, que correspondem a riqueza da coleção em diferentes gêneros e estilos artísticos, ilustrada na Figura 42. Assim, a parte da imagem em relevo possibilita a mostra com experiência de percepção tátil. Ao lado da obra encontra-se disponível as informações do artista, o título e as características do quadro em Braille.

Figura 42 – Experiência tátil na obra com relevo do Museo Nacional del Prado.



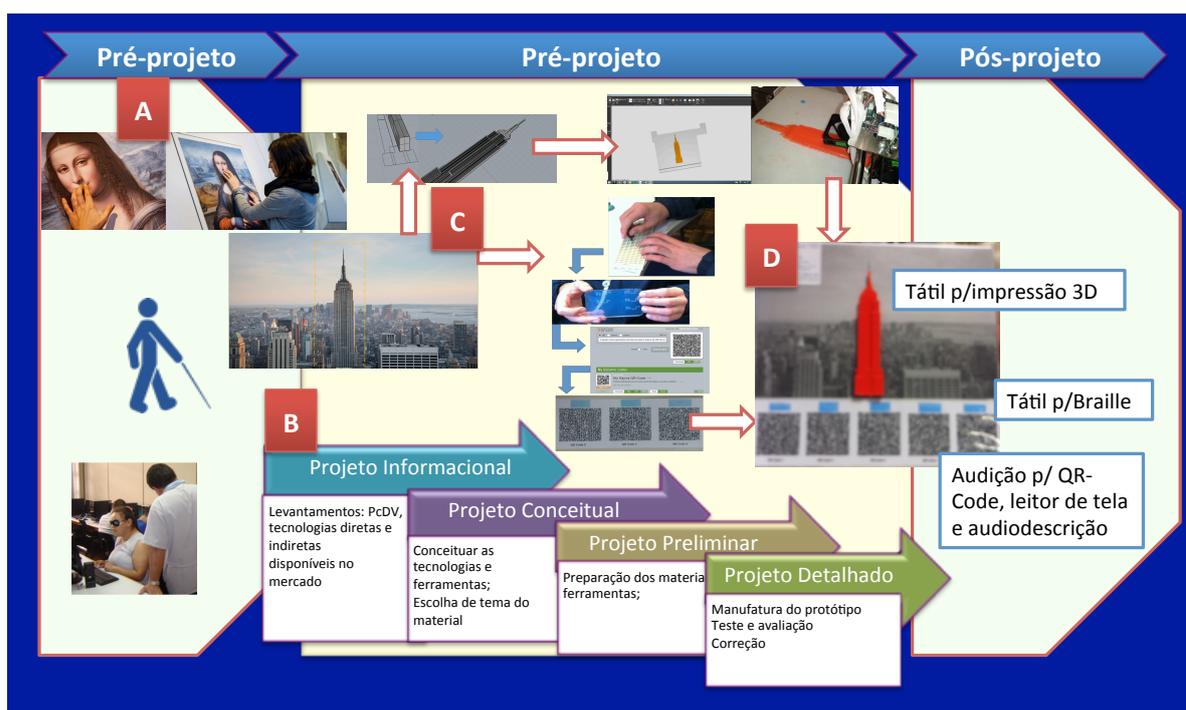
Fonte: Museo Nacional del Prado (2015).

## 6.4.2 Fase de Desenvolvimento do projeto

### 6.4.2.1 Projeto Informativo

Este projeto teve início com visitas nas instituições relacionadas com atividades educacionais e culturais para pessoas com deficiência visual para levantamentos de dados e composição do Projeto Informativo. Nas visitas foram levantadas e observadas as Tecnologias Assistivas focadas no sistema háptico e utilizadas para comunicação, escrita e leitura. Foram investigadas as acessibilidades sensoriais existentes em locais que utilizam imagens, como em museus e nos cinemas, conforme ilustrado na Figura 43 – A.

Figura 43 – Processo de Desenvolvimento de material com percepção sensorial.



Fonte: Autor.

As Tecnologias Assistivas encontradas e utilizadas para comunicação foram:

- a) Sistema Braille: um método efetivo utilizado em várias áreas para escrita e leitura por meio de codificação de letras, números, sinais de pontuação, notas musicais a partir de uma combinação de pontos em celas com duas colunas com três pontos em relevo (OKUMURA, 2012);
- b) Audiodescrição: descrição das imagens em palavras, que são informações transmitidas com recurso de som (voz). Segundo Lima (2009), este recurso assegura o acesso em eventos culturais (peças de teatro, filmes, programas de TV, espetáculos de dança, etc.), contribuindo com as informações visuais, que são inseridas nas descrições como ações, aparências dos personagens, linguagem corporal, vestimentas, cenários e iluminação, durante intervalos na narração ou nas falas;
- c) Leitor de tela: este é um recurso de programa computacional utilizado no computador e no aparelho celular. Este aplicativo codifica os textos que aparecem na tela dos equipamentos para som, e também transcreve os comandos e teclas selecionados pelo usuário. Este recurso permite o acesso às informações digitais para pessoas com deficiência visual;
- d) Tecnologias indiretas de equipamentos: computador, aparelho celular, reglete, impressora Braille.

#### 6.4.2.2 Projeto Conceitual

No Projeto Conceitual foram definidos e conceituados os métodos e ferramentas para elaboração do material com acessibilidade sensorial, abordando os aspectos de ergonomia do produto, usabilidade, *Design for Manufacturing* - DFM e *Design for Assembly* - DFA. Foram levantadas as tecnologias existentes, que podem ser aplicadas no projeto como o uso do QR-Code, prototipagem rápida e impressora 3D, especificados a seguir:

- a) QR-Code é um código de barras bidimensional (2D), que tem capacidade de armazenamento de dados maior que o código de barra linear. Os dados são armazenados no sentido vertical e horizontal com controle de

segurança. Foi desenvolvido pela empresa japonesa *Denso-Wave* do grupo Toyota para identificação e controle de peças automobilísticas (OKUMURA; CANGIOLIERI JR.; VERÍSSIMO, 2012). Os dados do QR-Code podem ser revelados com dispositivos que tenha o aplicativo de leitura de QR-Code, como aparelho celular ou dispositivos de câmera que tenha interface de transferência de dados para o microcomputador. O QR-Code foi bem difundido no setor de *marketing* para propagandas de produtos, que o código de barra armazena o endereço que acessa a página da rede de internet;

- b) prototipagem rápida é uma tecnologia que permite obter o protótipo sólido de projetos virtuais desenvolvidos em ambiente CAD - *Computer Aided Design*, utilizando a impressora 3D.

Nesta fase do projeto, foi selecionada a imagem de uma fotografia, que retrata o Skyline de *Nova York* com o *Empire State Building*, ilustrado na Figura 36 – B. A decisão da escolha foi do *Empire State* ter uma construção arquitetônica complexa, e o edifício ser considerada como ícone cultural, além disso, a cidade de *Manhattan*, que aparece ao fundo da fotografia, tem aspectos turísticos interessantes. Esses fatores tornam-se pertinente para a audiodescrição com a descrição de imagem e a contextualização turística do local. Assim, a imagem do *Empire State* foi escolhida para impressão em alto-relevo, pois o sentido tátil complementar as informações de audiodescrição para maior compreensão.

#### 6.4.2.3 Projeto Preliminar

Esta fase do Projeto Preliminar foi dividida em duas etapas, levando em conta o ambiente da Engenharia Simultânea, conforme ilustrado na Figura 36-C, a impressão 3D em alto-relevo e audiodescrição.

Para impressão em alto-relevo, foi elaborado o protótipo virtual no ambiente CAD - *Computer Aided Design*, a partir da imagem da foto e configurado para tamanho de A3. Para audiodescrição foram elaborado o QR-Code com textos de

audiodescrição. Também foi preparado material para confeccionar alguns indicadores em Braille com uso de reglete e punção.

#### 6.4.2.4 Projeto Detalhado

Esta fase do Projeto Detalhado apresentou a montagem do protótipo final que constituem as partes do *Empire State* em alto-relevo, QR-Code de audiodescrição e a referencia em Braille. A primeira avaliação foi por meio do aparelho celular com aplicativo de leitor de QR-Code, que conseguiu reconhecer a imagem com distância de 50cm, codificou para texto e transmitiu no formato de som. O protótipo em alto-relevo foi confeccionado na cor vermelha, que se destaca no material para facilitar na localização por pessoa com baixa-visão.

#### 6.4.3 Fase Pós-Desenvolvimento e Discussão dos Resultados

O protótipo final de material com acessibilidade sensorial demonstrou a viabilidade de utilizar tecnologias diferentes para atribuir uma compreensão mais completa ao usuário com deficiência visual.

Este projeto pode ser direcionado aos pontos turísticos urbanos e nos locais que contemplam cenários visuais e expõem materiais formados de imagens para proporcionar facilidade na comunicação e integração por meio de tato e audição.

Este estudo de caso foi desenvolvido no Programa de Iniciação Científica Junior da PUCPR com participação de alunos do Ensino Médio do Colégio Santa Maria e de alunos de graduação do Núcleo de Produtos Orientados para Tecnologia Assistiva – NPOTA/PPGEPS – PUCPR. O projeto foi apresentado no Seminário de Iniciação Científica – SEMIC 2015 e no evento Jovens Ideias categoria Junior, os alunos foram contemplados com o prêmio de primeiro lugar.

Após término dos eventos, o protótipo foi doado para a Biblioteca Pública do Paraná, que está exposto na Sala Braille, onde tem frequência presencial de pessoas com deficiência visual.

## 6.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS

Os Estudos de Casos Múltiplos do Capítulo 6 seguiram as fases da proposta do Modelo Conceitual de Processos Orientados para Tecnologia Assistiva (MPOTA), considerando as características e especificidades do usuário como principais requisitos, e levando em conta o envolvimento e atributos de áreas multidisciplinares para elaboração de projetos. Deste modo, os Estudos de Caso são independentes e foram conduzidos simultaneamente. As atividades e os requisitos conduzidos nos Estudos de Casos Múltiplos são detalhados no Quadro 19.

Quadro 19 – Atividades e requisitos nos Estudos de Casos Múltiplos.

Atividades e Requisitos	Estudo de Caso 1	Estudo de Caso 2	Estudo de Caso 3	Estudo de Caso 4
Tipo / produto de Tecnologia Assistiva	Dispositivo de referência para orientação e mobilidade	Dispositivo protético / ortético do membro superior	Dispositivo de apoio de orientação e mobilidade	Material descritivo, apoio para maior compreensão
Usuário final	Pessoa com deficiência visual paratletas	Pessoa com deficiência física agenesia de mão	Pessoa com deficiência visual	Pessoa com deficiência visual
Usuário secundário e usuários indireto	Pais, amigos, voluntários, Técnico esportivo, treinador esportivo, e técnico de manutenção e voluntário (guia)	Pais, amigos, cuidador, voluntários, Fisioterapeuta, Terapeuta Ocupacional, Psicólogo, Médico Ortopedista, e técnico de manutenção e outros	Pais, amigos, cuidador, voluntários, Profissionais em Orientação e Mobilidade – O&M, Professores, Pedagogos e técnico de manutenção	Pais, amigos, cuidador, voluntários, Curador de museu, guia turístico, voluntários
Habilidades do usuário	Audição, sistema háptico, orientação e mobilidade, lateralidade	Contração muscular do membro superior, lateralidade da mão, controle de força de preensão	Audição, Sistema háptico, manusear a bengala, orientação e mobilidade	Tato e audição, sistema háptico, propriocepção
Área multidisciplinar	Educação Física, Pedagogia, Mecânica, Eletrônica, <i>Design</i>	Ortopedia, Fisioterapia, <i>Design</i> , Terapia Ocupacional, Informática, Psicólogo, Assistente Social	Educação Física, Design, Educação Especial, Terapia Ocupacional	Pedagogia, <i>Design</i> , Informática, Turismo, Arquitetura

Tecnologia Assistiva direta	Dispositivo de apoio de localização de referencia	Dispositivo de apoio protético / ortético	Bengala longa, Método técnica de uso da bengala longa, pista tátil, guia vidente (pessoa que enxerga)	Sistema Braille, Aplicativo leitor de tela para aparelho celular, audiodescrição e descrição de imagem, reglete e punção
Ferramenta e material indireta	Rádio frequência, controle remoto, componentes eletrônicos, velcro	Impressão 3D, ferramenta de acabamento fino, câmera de imagem, velcro	Recurso natural renovável, grip, elástico, molde de silicone gel, impressão 3D	QR-Code, impressão 3D, câmera de captura de imagem, aplicativo leitor QR-Code.
Ferramenta de desenvolvimento	Software CAD, DFMA, Ergonomia de Produto, Usabilidade, Engenharia Simultânea, DFMA, IDEF4, IDEF5	Software CAD, DFM, DFA, Ergonomia de produto, Engenharia Simultânea	Ergonomia de Produto, Usabilidade, Engenharia Simultânea, <i>Design for Maintainability/Repair e Design for Life Cycle.</i>	<i>Software CAD, Usabilidade, Ergonomia do Produto, Engenharia Simultânea, DFM/DFA.</i>

Fonte: Autor.

Os Estudos de Casos 1, 3 e 4 estão direcionados para usuários com deficiência visual, no entanto, observa-se que os requisitos do produto são abordados conforme a habilidade do usuário para realizar a atividade relacionada com o projeto do produto, havendo necessidade do levantamento de especificidade do usuário para cada tipo de atividade para um novo projeto.

Os Estudos de Casos 2 e 3 apresentam produtos de uso personalizados, que necessitam de ajustes ou adaptação para cada usuário. Esta personalização pode incidir em fases diferentes no processo do projeto, assim, no Estudo de Caso 2, referente o dispositivo de apoio protético, o ajuste ocorreu na parametrização do dispositivo de apoio com as medidas do usuário na fase do Projeto Preliminar. No Estudo de Caso 3, que se refere a uma bengala longa, a adaptação do produto ocorre na montagem no Projeto Detalhado e também permite ser ajustado na fase do Pós-Desenvolvimento, conforme a estatura do usuário.

Todos os Estudos de Caso apresentam necessidades de métodos ou profissionais de treinamento ou de reabilitação para se adaptar e estar apto para usufruir do produto de apoio na fase do Pós-Projeto.

O ambiente de Engenharia Simultânea proporcionou ao projeto executar as fases de desenvolvimento concomitantemente, de modo a realizar as etapas da fase conseguinte sem ter encerrado totalmente a anterior, o que abre flexibilidade no processo de estruturar o projeto, além de reduzir o tempo de elaboração. A este fato está o exemplo do Estudo de Caso 3, que teve a investigação paralela do bambu na busca de materiais alternativos e sustentáveis.

Os profissionais multidisciplinares atuam conforme a área relacionada com o produto e fase do projeto, podendo desempenhar funções diferentes para cada fase do projeto, como ocorreu para casos de dispositivo de apoio protético do Estudo de Caso 2, que o profissional da saúde (fisioterapeuta, terapeuta ocupacional) atua desde o Pré-Projeto para preparar o membro superior/inferior do usuário que receberá o dispositivo. Em seguida, este profissional acompanha a fase inicial de Desenvolvimento do Projeto para receitar o tipo do dispositivo de apoio e prestar as informações de parametrização do membro superior/inferior. No Pós-Projeto, este profissional avalia o dispositivo de apoio e realiza atividades de reabilitação para o usuário. Assim, o contato mais próximo do profissional multidisciplinar com o projeto pode proporcionar para receber informações mais precisa do usuário projetando um dispositivo com menos reparação de ajustes. Assim como, considerando a abordagem do Método Intuitivo ou Sistemático, versado nas seções 3.2.2 e 5.6.1.1, compreende-se as experiências vivenciadas do usuário secundário com o usuário final, que acrescentam informações específicas para constituir os requisitos do usuário e as exigências no produto nas fases de desenvolvimento do projeto, que acompanham para avaliações de desempenho e teste final do produto,

Observa-se que existem projetos de Tecnologia Assistiva que são auxiliares ou complementares a outros produtos orientados para Tecnologia Assistiva, como ocorreram nos Estudos de Casos 1, 3 e 4. No Estudo de Caso 1, o dispositivo de apoio que auxilia os paratletas para praticar esportes adaptados, tem métodos e o local de atividades estabelecidos. No Estudo de Caso 3, existem métodos e técnicas de orientação e mobilidade para manusear a bengala, que são promovidos por profissionais especializados para treinamento e a capacitação ao usuário. No Estudo de Caso 4, o aplicativo de leitor de tela do aparelho celular complementa a funcionalidade de audiodescrição do material com acessibilidade sensorial. Deste modo, considera-se relevante a investigação global que está inserido o contexto de

atividade realizada pelo usuário para integrar as Tecnologias Assistivas já existentes e de aceitação de uso.

## CAPÍTULO 7 – CONCLUSÃO

### 7.1 CONCLUSÃO DA PESQUISA

Este trabalho de pesquisa apresentou a concepção e o desenvolvimento do Modelo Conceitual de Orientado para a Tecnologia Assistiva (MPOTA). Originalmente foi feita uma revisão sistemática e análise crítica de conteúdos sobre os Modelos de Processo de Desenvolvimento de Produtos (seção 4.2), da análise de atividades na fase de elaboração de Projetos e nos Modelos orientados para Projetos (seção 4.3), que são utilizados como ferramentas fundamentais na macro fase de Desenvolvimento de Produto. No estudo, foi observado a existência de uma lacuna no processo de projeto de produtos orientados para Tecnologia Assistiva, que tem como objetivo identificar os requisitos específicos dos usuários e convertê-los em requisitos de engenharia de produto. Assim, o Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA) considera as principais atividades das fases de Desenvolvimento de Produto de modo integrado em conjunto com áreas multidisciplinares. Com isso, foi possível entender como os requisitos da pessoa com deficiência, por meio de suas características, poderiam ser convertidos na forma da qualidade exigida no projeto de produtos orientados para a TA.

O Moderador é considerado o elemento principal do MPOTA, que tem como função fundamental mediar e conciliar as informações em transição nas fases de elaboração do projeto. Com isso, o Moderador promove a intermediação dos dados durante o processo de desenvolvimento de produtos, principalmente na identificação e compreensão dos requisitos dos usuários e tradução desses na forma de requisitos de engenharia.

Deste modo, o Moderador do MPOTA apresenta as funções intrínsecas às fases de Desenvolvimento do Produto atuando como ferramenta de mediação de dados, principalmente nas fases do Projeto Informacional e Projeto Conceitual.

O Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva (MPOTA) foi aplicado em quatro Estudos de Casos Múltiplos em que foi possível observar que se consegue aplicar em diferentes áreas para concepção de produtos

inclusivos, atendendo desta forma, aos requisitos dos usuários com deficiência e pessoas com limitação física, cognitiva ou sensorial. Outro ponto que ficou evidente com desempenho da equipe multidisciplinar, ora atuando como interdisciplinar, proporcionou maior segurança, eficiência e viabilidade de menor custos durante o processo do projeto e fortaleceu a estrutura do produto final, assim como, as informações de usuários secundários complementam ou confirmam as necessidades do usuário final para constituir os requisitos do produto. Com isso, pode-se afirmar que o Moderador é o núcleo do MPOTA, possuindo funções de mediador e conciliador nas fases de desenvolvimento do projeto, auxiliando a gestão do projeto e acompanhando os controles operacionais e técnicos.

O avanço tecnológico promove o projeto produtos orientados para Tecnologia Assistiva com maior facilidade, melhor qualidade e de baixo custo. Isso ficou evidenciado na utilização de impressão 3D por meio da prototipagem rápida com uso de aplicativos de ambiente de CAD/CAM. Este tipo de tecnologia contribuiu também para a redução do tempo e a melhoria da qualidade de forma significativa do projeto, diminuindo o prazo de espera do usuário, e isso ficou evidenciado na aplicação dos Estudos de Casos Múltiplos apresentados nesta tese. Desta forma, os resultados mostraram-se que a partir dos atuais Processos de Desenvolvimento Integrado de Produtos é possível definir o Modelo de *Design* de produto que seja orientado para a Tecnologia Assistiva – DFAT de forma harmônica e integrada .

Aprofundar a investigação das especificidades do usuário de Tecnologia Assistiva é fundamental para delinear o projeto, no entanto, percebeu-se a relevância de se valorizar a cultura e o modo de vivência social das pessoas com deficiência, que as informações conceituais têm relação indireta nas fases de desenvolvimento do projeto de um produto inclusivo, pois, o objetivo do produto de Tecnologia Assistiva é também promover a diminuição das barreiras de acessibilidade e da discriminação social, e sem interferir no modo de expressão do usuário envolvido no projeto. Assim, a especificidade do usuário deve ser conciliada com a limitação física ou sensorial do mesmo, com ações que promovem qualidade e habilidade, as quais são reveladas conforme o tipo de atividade e o local realizado para uso do produto, juntamente com os profissionais de áreas multidisciplinares e com os aspectos culturais e sociais que devem ser inseridos na comunidade. Portanto, os resultados da avaliação de um projeto orientado para Tecnologia Assistiva devem passar por técnicos especialistas e usuários, e deve também ter um

acompanhamento amplo e detalhado para que a sua implantação, disseminação e aceitação sejam bem-sucedidas.

Nesta pesquisa, a vinculação dos projetos com as instituições de ensino e pesquisa acrescentaram a oportunidade de uma convivência mais próxima entre pesquisadores, discentes, docentes e pessoas com deficiência, promovendo um ambiente integrado de desenvolvimento, e aprofundando os conhecimentos, habilidades e especificidades dos usuários aos conceitos de Tecnologia Assistiva. Finalizando, com tudo isso, foi possível compartilhar momentos de vivência e experiência integrada a comunidade, e que conseqüentemente, direcionarão para formação de profissionais conscientes na perspectiva de uma sociedade mais justa, inclusiva e sustentável.

## 7.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se aprofundou nas fases do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Orientado para Tecnologia Assistiva, que foi estruturado no Modelo Conceitual MPOTA – *Design for Assistive Technology*, conforme os projetos de processo de elaboração aplicado nos Estudos de Casos Múltiplos, no capítulo 6, com a participação do usuário com deficiência, usuário secundário e usuário indireto, principalmente de profissionais de áreas multidisciplinares. Considerando a pesquisa com abordagem qualitativa e o Processo de Desenvolvimento de Produto Orientado para Tecnologia Assistiva, a visão desta pesquisa buscou atender as expectativas dos usuários, propiciando a realização de atividade e proporcionar resultados positivos de conquista, qualidade de vida, autonomia e independência dos usuários finais. Deste modo, ilustra-se na Figura 44 alguns momentos entusiasmados, que transcorreram na seção 6.2, os quais estão envolvidos profissionais de áreas multidisciplinares, usuários finais, usuários secundários e indiretos com participação de instituições privadas e públicas.

Os produtos abordados nos Estudos de Casos da seção 6.1 (dispositivo para paratletas), da seção 6.3 (bengala de custo baixo) e da seção 6.4 (material descritivo para pessoas com deficiência visual) estão em fases de melhorias nos protótipos finais, tendo em vista a perspectiva de disponibilizar o repasse de conhecimento e encaminhar para produção, chegando assim, nas mãos dos usuários finais.

Figura 44 – Momentos transcorridos no Estudo de Caso-2.

	<p>Trabalho de voluntariado de áreas multidisciplinares (engenheiro de São Paulo e professora do Paraná) no trabalho de montagem do dispositivo protético de apoio.</p>	
	<p>Fases de pré-protética e pós-protética com acompanhamento de profissionais: médico ortopedista e fisioterapeuta com programa de reabilitação.</p>	
	<p>Dispositivo protético de apoio funcional:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Para atividade de tocar instrumento musical;</li> <li>2) Para realizar a quinta posição da aula de ballet: levantar os dois braços, ovalar em volta do rosto e fazer encontrar as mãos.</li> </ol>	
	<p>Reportagem da rede de televisão da Associação Dar a Mão e o Núcleo de Pesquisa Orientado para Tecnologia Assistiva do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas em 2017.</p>	



Reportagem da Rede Paranaense de Comunicação Globo RPC em 2017.

Fonte: Associação Dar a Mão (2017), Rede Massa (2017), Botelho (2017), Globo RPC (2017).

### 7.3 RECOMENDAÇÃO DE PESQUISAS FUTURAS

Esta proposta de Modelo Conceitual de Projetos Orientados para Tecnologia Assistiva (MPOTA) envolveu diversos fatores que incidem sobre os conceitos de acessibilidade, *Design Universal* e *Design Social*, aplicados em quatro Estudos de Caso descritos nessa pesquisa, Estudos de Casos Múltiplos, e que de certa forma, para ampliar a estrutura do MPOTA, necessitam ser reaplicados e avaliados em outras áreas do conhecimento e com diferentes tipos de deficiência.

Durante a elaboração dos processos, foram encontrados temas que abrem possibilidades para desdobramento de novas pesquisas. Os temas que abrem lacunas para estudos futuros estão relacionados com o processo de acompanhar o envelhecimento do usuário com deficiência, ou seja, diante das habilidades do sistema háptico e propriocepção que tendem a diminuir com o aumento da idade. Além disso, o produto de Tecnologia Assistiva perde a sua funcionalidade de apoio, havendo a necessidade de avaliação funcional e atualização de dispositivos de apoio com abrangências para reabilitação.

## REFERÊNCIAS

- ACESSIBILIDADE. Blog destinado àqueles que acreditam em um mundo acessível para todos. Goalball. 2009. Disponível em <<http://mundoacessivel.blogspot.com.br/2009/05/goalball.html>>. Acesso em 7 jan. 2017.
- Agência Câmara Notícias. Comissão discute custo de órteses e próteses para o SUS e planos de saúde. *Câmara Notícias*: Portal da Câmara dos Deputados, 17 Dez. 2013. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/SAUDE/456016-COMISSAO-DISCUTE-CUSTO-DE-ORTESES-E-PROTESES-PARA-O-SUS-E-PLANOS-DE-SAUDE>>. Acesso em 5 ago. 2015.
- AGENDA 21 GLOBAL. *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento* (CNUMAD): Rio de Janeiro, 1992.
- ALVAREGA, F.B. *Uma abordagem metodológica para os projetos de produtos inclusivos*. 2006. 218 p. Tese, Professor orientador Franco Giuseppe Dedini, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2006.
- ANDREASSEN, M.M.; HEIN, L. *Integrated Product Development*. UK: IFS/Springer Verlag, 1987.
- ARAUJO, C.S.; DUFFY, A.H.B. *Assessment and Selection of Product Development Tools*. In the Proceedings of the 11th International Conference on Engineering Design - ICED'97. Tampere, Finland, August 19-21, 1997. p 157-162.
- ARCHER, L. B. A View of the Nature of the Design Research. In. *Design Science Method*, R. Jaques, J. A. Powell, eds. (Guilford, Surrey: IPC Business Press Ltd., 1981), 30–47.
- ASHTON, M.; RICHARDS, L. *Nothing about me without me: A practical guide for avoiding medical errors*. Victoria – CA: Trafford, 2003.
- ASIMOV, M. *Introduction to Design*. New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1962.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 9050:1994. *Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaço mobiliário e equipamentos urbanos* / Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 10152:1997. *Níveis de ruído para conforto acústico*. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/esportes/norma%20abnt%2010152.pdf>>. Acesso em 7 jan. 2015.
- Associação Brasileira de Ortopedia Técnica – ABOTEC. *Proposta para alteração da forma de contratação de empresas para aquisição de órteses e próteses*. Documento registrada no 1º Cartório de Registro de Títulos e Documentos, protocolo nº 006366, SP, em 15 de Março de 2010.

- Associação Dar a Mão. Uma rede de apoio à diferença de membros. Disponível em <<http://associacaodaramao.blogspot.com.br/>>. Acesso em 15 jan. 2017.
- BACK, N. *Metodologia de projeto de produtos industriais*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1983.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J.C. *Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem*. Barueri, SP: Manole, 2008.
- BARROSO NETO, E. *Desenho Industrial: Desenvolvimento de Produtos. Oferta Brasileira de Entidades de Projeto e Consultoria*. Brasília: CNPq, Coordenação Editorial, 1982.
- BASSO, L. ; COSSIO, G. Metodologia Participativa em Design Social: considerações para estudo da significação de produtos assistivos no contexto escolar. In: *IV Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade*, 2011, Curitiba.
- BASTOS, M. H. C. Método Intuitivo e Lições de coisas por Ferdinand Buisson. *Hist. Educ.* (Online), v17, n39, Jan/Abr. Porto Alegre, 2013, p.231-253.
- BAXTER, M. *Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos / Mike Baxter; tradução Itiro Iida. – 2.ed.rev. – São Paulo: Edgard Blücher, 2001.*
- BENENTI, B. Design for All. Las raíces históricas. In. *Design for All: lo normal es la diversidad*. Jul. 2007. Disponível em: <[http://www.altrodesign.com/doc/DfA%20historia\\_07%20con%20foto%20esp.pdf](http://www.altrodesign.com/doc/DfA%20historia_07%20con%20foto%20esp.pdf)>. Acessado em: 18 jun. 2014.
- BENJAMIN, P.C.; MENZEL, C. P.; MAYER, R. J. ; FILLION, F.; FUTRELL, M. T. ; DE WITTE, P. S. ; LINGINENI, M. IDEF5 Method Report. In: *Integrated Information System Evolution Environment*, United Sates Air Force AL/HRGA, Wright-Patterson Air Force Base, University Drive East, Texas, 1994.
- BERNARDI, N.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *Reflexões sobre a aplicação dos conceitos do desenho universal no processo de projecto de arquitectura*. Dep. de Arquitectura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitectura e Urbanismo - FEC Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2005.
- BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. Assistiva: Tecnologia e Educação. Porto Alegre, 2013. Disponível em <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html#artigos>>. Acesso em 7 ago. 2014.
- BERTO, R.M.V.S., NAKANO, D. N. A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa. In. *Produção*, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.
- BERTO, R.M.V.S.; NAKANO, D.N. Métodos de pesquisa na Engenharia de Produção. In: *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, ENEGEP 18, Anais. Niterói: UFF/ABEPRO, 1998.
- BLANCHARD, B.S.; FABRYCKY, W.J. *Systems engineering and analysis*. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1990.
- BLANCO, R.; MASCARDI, L.; NARVARTE, L. *Sistema regional de informações educacionais dos estudantes com deficiência – SIRIED*, Proposta metodológica. Santiago, Chile: OREALC/UNESCO, 2010.

- BOMFIM, G. A.; NAGEL, K. D.; ROSSI, L. M. Fundamentos de uma metodologia para desenvolvimento de produtos. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1977.
- BONSIEPE, G. *Teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.
- BONSIEPE, G.; KELLNER, P.; POESSNECKER, H. *Metodologia experimental*. Brasília: CNPq, 1984.
- BOOTHROYD, G.; DEWHURST, P.; KNIGHT, W. *Product Design for Manufacture and Assembly*. 2 ed. New York (USA): Taylor&Francis Group, 2002.
- BOTELHO, M. M. Tutorial treino daramão: escalonamento, configuração de software Cura. 10 nov. 2016. Disponível em: <[https://youtu.be/bLe6s\\_k5Gag](https://youtu.be/bLe6s_k5Gag)>. Acesso em 30 nov. 2016.
- BOTELHO, M. M. *Design Gaby Hand*. In. Associação Dar a Mão. Disponível em <<http://associacaodaramao.blogspot.com.br/>>. Acesso em 15 jan. 2017.
- BRASIL. Assembleia Legislativa do Estado do Paraná. *Decreto Estadual Lei Nº 18.419 de 7 de Janeiro de 2015*. Estatuto da Pessoa com Deficiência do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=139152&codItemAto=845717>>. Acesso em: 7 jan. 2017.
- BRASIL. *Decreto Federal Nº 10.741 de 01 de outubro de 2003 revisada até 05 de Fevereiro de 2016*. Estatuto do idoso. 5 ed. revista e ampliada. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2016.
- BRASIL. *Decreto Federal Nº 13.146 de 06 de julho de 2015*. Estatuto da Pessoa com Deficiência: Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Acesso em 12 jun. 2016.
- BRASIL. *Decreto Federal nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999*. A Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm)>. Acesso em 18 jun. 2014.
- BRASIL. *Decreto Federal nº 5.296 de 02 de dezembro de 2004*. Normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm)>. Acesso em: 14 abr. 2014.
- BRASIL. *I seminário nacional de saúde: direitos sexuais e reprodutivos e pessoas com deficiência*. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.
- BRASIL. Portal da Saúde. Sistema de Gerenciamento da Tabela Unificada de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais do Sistema Único de Saúde – SIGTAP. Ministério da Saúde, 2014. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/profissional-e-gestor/gestao-da-saude-publica>>. Acesso em: 04 ago. 2014.

- BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR); Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD); Coordenação-Geral do Sistema de Informações sobre a Pessoa com Deficiência. *Cartilha do Censo 2010: Pessoas com Deficiência*. Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012.
- BRASIL. Secretaria de Educação Especial – SEESP. Orientação e mobilidade: conhecimentos básicos para a inclusão da pessoa com deficiência visual. Mota, M.G.B. (coord.). Ministério da Educação, MEC/SEESP, Brasília, 2003.
- BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. *Tecnologia Assistiva*. Brasília: CORDE, 2009. 138 p.
- BROWNING, T. R. On the alignment of the purposes and views of process models in Project management. *Journal of Operations Management*, v.28, n.4, p.316-332, 2010. Elsevier B.V.
- BROWNING, T. R. The many views of a process: toward a process architecture framework for product development processes. *Systems Engineering*, v.12, n.1, p. 69-90, 2008.
- BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. Londres: Unwin Hyman, 1989.
- BÜRDEK, B. Diseño: *Historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Gustavo Gilli, 1994.
- CAIN, W. D. *Engineering Product Design*. London: Business Books, 1969.
- CANCIGLIERI JUNIOR, O.; OKUMURA, M.L.M. ; YOUNG, R.I.M. The Application of an Integrated Product Development Process to the Design of Medical Equipment. In: Stjepandić, Josip; Wognum, Nel, J.C.;Verhagen, Wim. (Org.). *Concurrent Engineering in the 21st Century*. 1ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- CATÁLOGO NACIONAL DE AJUDAS TÉCNICAS DO SECRETARIADO NACIONAL PARA A REABILITAÇÃO E INTEGRAÇÃO DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA - CNAT. Portugal: SNRIPC, CNAT, 2008. Disponível em: <[www.ajudastecnicas.gov.pt/about.jsp](http://www.ajudastecnicas.gov.pt/about.jsp)>. Acesso em: 12 abr. 2013.
- CHARLTON, J.L. *Nothing about us without us: disability oppression and empowerment*. California – USA: University of California Press, 2000.
- CHIMENDES, V.C.G. Universidade e comunidade: atores na criação de Redes de Tecnologia Social - Resenha. *Revista Científica On-line Tecnologia – Gestão – Humanismo*, Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá, v.1, n.1 – maio, 2012.
- CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston, MA, Harvard Business Press, 1991.
- CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S. C. *Managing new product and process development: text and cases*. New York, NY, The Free Press, 1993.
- CLARK, S.C.W.; CLARK, K.B. *Leading Product Development*. New York, NY: The Free Press, 1996.

- CLAUSING, D. *Total quality development: a step-by-step guide to world-class Concurrent Engineering*. New York: ASME, 1994.
- CLEETUS, K.J. *Definition of concurrent engineering*. Concurrent Engineering Research Center – technical report. Morgantown, WV: West Virginia University, 1992.
- COOK, A. M.; POLGAR, J. M. *Assistive Technologies: Principles and Practice*. 4 ed. Mosby Elsevier: USA, Missouri, 2015.
- COOPER, R. *Stage-gate System: a new tool for managing new products*. *Business Horizons*. Mai/Jun 1988, pp. 63-73.
- COOPER, R. *Winning a new products: accelerating the process from idea to launch*, 3 ed. Cambridge, Massachusetts: Perseus, 2001.
- COOPER, R.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New Problems, New Solutions: Making Portfolio Management more Effective. *Research Technology Management*, v. 43, n. 2, p. 18-33, 2000.
- Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - CORDE. *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência – CORDE/SEDH/PR*. Brasília: SISCORDE, 2007.
- COSTA, M. B. Contribuições do Design Social: Como o design deve atuar no desenvolvimento econômico de comunidades produtivas de baixa renda. In. *Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (II SBDS)*. Jofre Silva, Mônica Moura e Aguinaldo dos Santos (Orgs.) Rede Brasil de Design Sustentável – RBDS. São Paulo: Brasil, 2009.
- CRAWFORD, C. M.; DI BENEDETTO, C. A. *New Products Management*. 8th ed. Home-wood: McGraw-Hill/Irwin; 2005.
- CRAWFORD, L. *Project Performance Assessment*. Masters in Project Management Course, 10th-15th June, 2002, Paris, France. UTS/ESC-Lille.
- CROSS, N. Editorial. in. *Design Studies*, UK, v.16, ed.1, p.2–3, Jan.1995.
- DAGNINO, R. P. (Org.) *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 2009.
- DEBERT, G. G. Velhice e o curso da vida pós-moderno. *Revista USP*, São Paulo, n.42, p. 70-83, junho/agosto 1999.
- DICKSON, P. *Marketing management*, 5 ed. Forth Worth, The Dryden Press, 1997.
- DONAS, J. B. Mesa-redonda: tecnologia assistida para inclusão. In. *Seminário Internacional Sociedade Inclusiva*. Pontifícia Universidade Católica de Minas. Anais. BH/MG: PUC Minas, 2001. Disponível em <<http://proex.pucminas.br/sociedadeinclusiva/anaispdf/javier.pdf>>. Acessado em 27 Jan. 2014.
- DONG, H.; KEATES, S.; CLARKSON, P. J. UK and US industrial perspectives on inclusive design. In: *International Conference on Inclusive Design and Communications (INCLUDE 2003)*, 2003-3-25 to 2003-3-28, London (UK), 2003, 10:406-10:409.

- DÖRNER, D. *Thought and design: Research Strategies, single-case approach and methods of validation*. In: Frankenberger, E.; Badke-Schaub, P.; Birkhofer, H. *Designers: the key to successful product development*. London: Springer-Verlag, 1998.
- DUBROY, P. A Hierarchy of Needs for Code. In: Programming, usability & interaction design, programming, design, 28 fev. 2008. Disponível em: <<http://dubroy.com/blog/a-hierarchy-of-needs-for-code/>>. Acessado em 14 jun. 2014.
- ECKART, P. *The Lunar Base Handbook: An Introduction to Lunar Base Design*. ed 2. New York: McGraw-Hill Co., 2006.
- EDER, W.E. Desing Sciences: an overview. In: *Procedure AEDS 2004 Workshop*, The Design Society – AEDS-SIG, 11-12 Nov 2004, Pilsen, Czech Republic; and *Procedure PhD 2004*, 2nd International PhD Conference on Mechanical Engineering, 8-10 Nov 2004, Srni, Czech Republic.
- EDER, W.E. Theory of technical system and engineering design Science: legacy of Vladimir Hubka. In: *Design Theory and Research Methodology*. International Design Conference, Design 2008, Dubrovnik – Croatia, May 19-22, 2008.
- EDER, W.E.; HOSNEDL, S. *Design Engineering: a manual for enhanced creativity*. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- EDWARDS, K. L. Towards more Strategic Product Design for Manufacture and Assembly: Priorities for Concurrent Engineering. In: *Materials & Design*, v. 23, n. 7, pp. 651-656, 2002.
- EJNISMAN, B.; ANDREOLI, C. V.; POCHINI, A. C.; LEME, L. Neurofisiologia articular. In: Souza, Angélica de. *Propriocepção*. Rio de Janeiro: MEDSI, 2004.
- EMANUEL, E. J. Why I hope to die at 75: an argument that society and families and you will be better off if nature takes its course swiftly and promptly. In: *The Atlantic*, Out. 2014. Disponível em: <<https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2014/10/why-i-hope-to-die-at-75/379329/>>. Acessado em 15 Nov. 2016.
- ENABLING THE FUTURE – E-Nable Group. *A Global Network Of Passionate Volunteers Using 3D Printing To Give The World A "Helping Hand"*. Disponível em <http://enablingthefuture.org/>. Acessado em 27 Jan. 2015.
- EUROPEAN COMMISSION DGXIII. *Critical factors involved in end-users' education in relation to Assistive Technology*. Empowering Users Through Assistive Technology (EUSTAT), Project D3402, Deliverable D03.2, European Commission DGXIII – Telematics Application Programme, Sector Disabled and Elderly, 1998. Disponível em: <<http://www.siva.it/ftp/eustd032.pdf>>. Acesso em: 10 jun 2014.
- European Design for All e-accessibility Network (EDeAN). *Design for All - All Users Included: Networking towards an inclusive information society*. European Commission under the Information Society Technologies Programme, Dez.2009. Disponível em: <[http://www.dfaei.org/docs/DfA@eInclusion\\_Press\\_info\\_set.zip](http://www.dfaei.org/docs/DfA@eInclusion_Press_info_set.zip)>. Acessado em 14 Jun. 2014.

- FARIAS, N.; BUCHALLA, C. M. A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde da Organização Mundial da Saúde: conceitos, usos e perspectivas. In. *Rev Bras Epidemiol*. v. 8(2), 187-93, 2005.
- FERRAZ, V. R. P.; COSTA, V. A. A bengala como recurso pedagógico e lúdico na orientação e mobilidade da criança cega. In. *V Congresso Brasileiro Multidisciplinar de Educação Especial*, Londrina, PR, 2009.
- FERREIRA, N. S. A. Pesquisas denominadas estado da arte. In. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 1, n.79, p. 257-274, 2002.
- FERREIRA, W.B. EJA & Deficiência: estudo da oferta da modalidade EJA para estudantes com deficiência. In. *Educação de Jovens e Adultos: o que dizem a pesquisa*. Aguiar, Marcia Argela da S. (coord.). UFPE/MEC SECAD. Recife: Gráfica J.Luiz Vasconcelos Ed, 2009.
- FEUERSTEIN, R.; LEWIN-BENHAM, A. *What learning looks like: mediated learning in theory and practice*. New York, NY: Teachers College Press, 2012.
- FOSS, J. Nothing about me without me. STEP News: Building on a foundation of quality news. n.56, Summer, 2008, Carmichael - CA. Disponível em <[http://stepagency.com/assets/docs/newsletter/stepnews56\\_sum08.pdf](http://stepagency.com/assets/docs/newsletter/stepnews56_sum08.pdf)>. Acessado em 15 jul. 2014.
- FRANCA BISNETO, Edgard Novaes. Deformidades congênitas dos membros superiores: parte I: falhas de formação. *Rev. bras. ortop.* 2012, vol.47, n.5, pp. 545-552. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-36162012000500002>. Acesso em 08 ago. 2016.
- FRITZ, M. NDS. A experiência do Êxodo. RODRIGUEZ, F.G. (Orgs.), ed brasileira. São Paulo: Edições Loyola, 2002.
- GALVÃO FILHO, T. A. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). *Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade*. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.
- GALVÃO FILHO, T. A. Tecnologia Assistiva. Revista AREDE - tecnologia para inclusão social. editorial n.53. São Paulo: Momento, 2009b.
- GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GILLEARD, C.; HIGGS, P. *Contexts of Ageing*. Cambridge: Polity Press, 2005.
- GRIFFIN, A. Research on new product development practices: updating trends and benchmarking best practices. *Journal of Product Innovation Management*, v.14, p.429-458, 1997.
- HARTLEY, J.R. *Engenharia simultânea*. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- HAUSER, J. R.; CLAUSING, D. *The house of quality*. Harvard Business Review, p.63-73, mai./jun. 1988.
- HERSH, M. A. The design and evaluation of assistive technology products and devices part 1: design. *International Encyclopedia of Rehabilitation*. Center for International Rehabilitation Research Information and Exchange (CIRRIE), The State University of New York, 2010a.

- HERSH, M. A. The design and evaluation of assistive technology products and devices part 2: evaluation of assistive products. *International Encyclopedia of Rehabilitation*. Center for International Rehabilitation Research Information and Exchange (CIRRIE), The State University of New York, 2010b.
- HERSH, M. A. The design and evaluation of assistive technology products and devices part 3: outcomes of assistive product use. *International Encyclopedia of Rehabilitation*. Center for International Rehabilitation Research Information and Exchange (CIRRIE), The State University of New York, 2010c.
- HERSH, M. A. *Travel and information processing by blind people: a new three-component model*. Assistive Technology. School of Engineering. University of Glasgow. Glasgow, Scotland, 2016. Disponível em <[http://web.eng.gla.ac.uk/assistive/media/publications/travel\\_model.pdf](http://web.eng.gla.ac.uk/assistive/media/publications/travel_model.pdf)>. Acesso em 16 dez. 2016.
- HERSH, M. A.; JOHNSON, M.A. On modeling assistive technology systems: part I – modeling framework. In. *Technology and Disability*, n.20, p.193-215. IOS Press, 2008.
- HOLMES, Oliver Wendell. Border lines of knowledge. In. *Some provinces of Medical Science*, an introductory lecture, delivered before the medical class of Harvard University. Boston: Ticknor and Fields, 1862. Disponível em: <<http://archive.org/stream/borderlinesofkno00holmrich#page/8/mode/2up/search/knowledge>>. Acessado em: 26 jun. 2014.
- HUANG, G.Q. *Design for X : concurrent engineering imperatives*. London: Chapman & Hall, 1996.
- HUBKA, V.; EDER, W.E. *Design Science: introduction to the needs, scope and organization of Engineering Design Knowledge*. London: Springer-Verlag, 1996.
- HUBKA, V.; EDER, W.E. Theoretical Approach in Design Methodology. In. Frankenberger, E.; Badke-Schaub, P.; Birkhofer, H. *Designers: the key to successful product development*. London: Springer-Verlag, 1998.
- HUNT, V.D. *Reengineering: leveraging the Power of integrated product development*. Essex Junction, Oliver Wight, 1993.
- IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2a ed. revista e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo demográfico 2010: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000009352506122012255229285110.pdf>>. Acessado em 10 Fev. 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo demográfico 2010: Resultados preliminares da amostra. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, IBGE, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. População: Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>>. Acessado em 10 Jun. 2014.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeção da população do Brasil por sexo e idade 1980-2050 – revisão 2008. *Estudos e pesquisas informação demográfica e socioeconômica*, n.24. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao\\_da\\_populacao/2008/projecao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/projecao.pdf)>. Acesso em 2 mar. 2013.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICA APLICADA - IPEA. *Ciclo da vida e motivações financeiras* (com especial atenção aos idosos brasileiros). Texto para discussão n.691. Rio de Janeiro: Ministério do planejamento, orçamento e gestão, 1999.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS); MICROSOFT. *Cartilha tecnologia assistiva nas escolas*: Recursos básicos de acessibilidade sócio-digital para pessoal com deficiência. ITS – Instituto de tecnologia social e Microsoft Educação, 2008.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS). *Emprego Apoiado*: curso de ead para a inserção de pessoas com deficiência no mercado de trabalho. Instituto de Tecnologia Social, Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social-SECIS. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social / MCTI-SECIS, 2013.
- Integrated Definition Methods (IDEF). Family of Methods: A Structured Approach to Enterprise Modeling & Analysis. Disponível em: <http://www.idef.com>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- JABAR, M.A.; SIDI, F.; SELAMAT M.H.; GHANI, A.A.; IBRAHIM, H. An Investigation into Methods and Concepts of Qualitative Research in Information System Research. in. *Computer and information science – CCSE*, v.2, n.4, November, 2009.
- KAMINSKI, P. C. *Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade*. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- KANER, C.; BACH, J.; PETTICHORD, B. *Lessons Learned in Software Testing: A Context-Driven Approach*. New York: John Wiley & Sons, 2002.
- Khadi and Village Industries Commission, Scheme For Product Development, Design Intervention and Packaging - PRODIP, Jharkhand/158/2007-08. Disponível em:[[http://www.kvic.org.in/index.php?option=com\\_content&view=article&id=301&Itemid=32](http://www.kvic.org.in/index.php?option=com_content&view=article&id=301&Itemid=32)]. Acessado em 02 Mar 2015.
- KOHLBACHER, F.; HERSTATT, C. Preface and introduction. In Kohlbacher, F.; Herstatt, C. (eds.). *The Silver Market Phenomenon. Business Opportunities in an Era of Demographic Change*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008, pp. 11-25.
- KOTLER, P. *Marketing Decision Making: A Model-building Approach*. New Edition. Canada: Holt, Rinehart & Winston, 1974.
- KRIPPENDORFF, K. Human-centered design: a cultural necessity. Trad. Meirelles, G.; Niemeyer, L. Design centrado no ser humano: uma necessidade cultural. In. *Estudos em design*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, set 2000, p. 87–98.
- KRUGLIANSKA, I. Engenharia Concorrente: organização e implantação em empresas brasileiras. In: Simpósio de gestão da inovação tecnológica (XVII.: São Paulo: 1992). Anais. São Paulo, 1992.

- KRUGLIANSKA, I. Estratégia empresarial para a compressão do ciclo de vida de projetos: engenharia simultânea e técnicas associadas. In: *Simpósio de gestão da inovação tecnológica* (XVIII.: São Paulo: 1994). Anais. São Paulo, 1994. p.853-872.
- KUO, T.; Huang, S.H.; Zhang, H. (2001), *Design for Manufacture and Design for 'X': Concepts, Applications and Perspectives*. In. *Computers and Industrial Engineering*, Elsevier, v. 41, n. 3, pp. 241-260, Dez.2001.
- LASSANCE Jr., A. *Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.
- LIMA, F. J. Em Defesa da Áudio-descrição: contribuições da Convenção sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência. In. *Revista Brasileira de Tradução Visual*, América do Norte, dez. 2009.
- LIMA, F. J. Ensinando a reconhecer desenhos pelo tato: o efeito do treino no desempenho de pessoas cegas na nomeação de figuras examinadas hapticamente. In: MARTINS, Lúcia de Araújo Ramos *et al.* (Org.) *Inclusão: compartilhando saberes*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2010. 231 p., Coleção educação inclusiva, p.171-187.
- LINDERMANN, U.; KLEEDÖRFER, R; GERST, M. The Concept of Integrated Engineering Change Management. In. Frankenberger, E.; Badke-Schaub, P.; Birkhofer, H. *Designers: the key to successful product development*. London: Springer-Verlag, 1998.
- LOPEZ, M.; HAMMES, G.; VERGARA, L. Desenvolvimento de produtos para a diversidade humana: ouvindo a pessoa surda (AC). In. *Anais do GAMPI Plural 2015, Blucher Design Proceedings, v.2, n.4. São Paulo: Blucher, 2016*.
- MACDONALD, A. S. Aesthetic intelligence: optimizing user-centred design. In. *Journal of Engineering Design*. v. 12, n. 1, p. 37-45, 2001.
- MACE, R. L.; HARDIE, G. J.; PLACE, J. Accessible environments: Toward Universal Design. The Center for Universal Design, North Carolina State University. Preiser, W.E.; Vischer, J.C.; White, E.T. (Eds.). *Design Intervention: Toward a More Humane Architecture*. Van Nostrand Reinhold, NY, 1991.
- MAGRAB, E. *Integrated Product and Process Design and Development: the product realization process*. CRC Press LLC, 1997.
- MALHOTRA, N. K. *Marketing research: an applied orientation*. New Jersey: Prentice-Hall, 1993.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MATTOZO, T.; BATISTA, V. J. Identificação de pontos críticos no processo de adaptação e personalização de órtese e próteses: um estudo de caso. In. *Anais do GAMPI Plural 2015, Blucher Design Proceedings, v.2, n.4. São Paulo: Blucher, 2016*.
- MAYER, R. J.; EDWARDS, D. A.; DECKER, L. P.; ACKLEY, K. A. IDEF4 Technical Report. In: *Integrated Information System Evolution Environment*, United States Air Force AL/HRGA, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1991.

- MAYER, R.J.; PAINTEC, M.K.; DE WITTE. *IDEF Family of Method for Concurrent Engineering and Business Reengineering Applications*. Technical Report, Knowledge Based Systems, Inc., 1994.
- MEDEIROS, E. N. *Uma Proposta de Metodologia para o Desenvolvimento de Projeto de Produto*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Produto e Gerência da Produção, do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1981.
- MICHAELIS. *Moderno dicionário da língua portuguesa: nova ortografia*. Weiszflog, Walter (Ed.). São Paulo: Melhoramentos, 2012.
- MIGUEL, P.A.C. Adoção do estudo de caso na engenharia de produção. Cap.6. p.129-143. In: *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações* / Paulo Augusto Cauchick Miguel (Org.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MIGUEL, P.A.C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Rev. Produção*, v. 17, n. 1, p. 216-229, jan. a abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v17n1/14.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2011.
- MORAES, C. A. *Tecnologias Sociais: Representações sociais da comunidade científica brasileira*. Saarbrücken, Germany: Novas Edições Acadêmicas, 2014.
- MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. *The Toyota product development system*. New York: Productivity Press, 2006.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2000.
- MURPHY, H.J. On-line instruction in assistive technology. BÜHLER, C.; KNOPS, H.(Orgs.) in. *Assistive Technology on the threshold of the new millenium*. Amsterdam (Netherlands): IOS Press, 1999, p.68-72.
- MUSEU NACIONAL EL PRADO. *Hoy toca el Prado*. Madrid, Espanha, 20 jan. 2015 – 18 out. 2015. Disponível em :<<https://www.museodelprado.es/actualidad/exposicion/Touching%20the%20Prado/29c8c453-ac66-4102-88bd-e6e1d5036ffa>>. Acesso em 14 ago. 2015.
- MYERS, M.D. Qualitative research in information systems. in. MISQ Discovery. *MIS Quarterly*, ed. June 1997, Qualitative Research, United States, 1997.
- NAKANO, D. Métodos de pesquisa adotados na Engenharia de Produção e Gestão de Operações. In. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Miguel, P.A.C (Org). Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- National Assembly of State Arts Agencies (NASAA). *Design for Accessibility: A Cultural Administrator's Handbook*. Washington, D.C.: National Endowment for the Arts, Office for AccessAbility, 1994.
- NUNAN, D. *Research methods in language learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- NUNES, J. L. *Metodologias de desenvolvimento de novos produtos industriais*. Dissertação de doutorado no ramo de Engenharia de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade de Minho, Portugal, 2004.

- OKUMURA, M. L. M. *A engenharia simultânea aplicada no desenvolvimento de produtos inclusivos: uma proposta de framework conceitual*. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2012.
- OKUMURA, M. L. M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. *Engenharia Simultânea e Desenvolvimento Integrado de Produto Inclusivo: Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos orientados para Tecnologia Assistiva – proposta de Framework Conceitual*. Saarbrücken, (Germany): OmniScriptum GmbH & Co. KG (NEA), 2014.
- OKUMURA, M. L. M.; CANGIOLIERI JUNIOR. O desenvolvimento de produtos envolvendo a tecnologia assistiva por meio de estudo de caso múltiplo. 9º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos – CBGDP, Natal (RN), 2013.
- OKUMURA, M. L. M.; VERÍSSIMO, C. O.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. *A Aplicação de Tecnologia Assistiva no Processo Integrado de Desenvolvimento de Produtos Inclusos: Um Estudo no Acesso ao Código QR pelo usuário com deficiência visual*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Escola Politécnica – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: PUCPR, 2012.
- OLIVEIRA, Luiz Fernando Andrade. *Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil*. Belo Horizonte, 2013.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde*. Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para a Família de Classificações Internacionais, org., coordenação da tradução Cassia Maria Buchalla. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP; 2003.
- ORTEGA Y GASSET, José. *Meditación sobre la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Madrid: Alianza, 1982.
- OTERO, M.R. Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social Instituto de Tecnologia Social. PAULO, A.; MELLO, C.J.; NASCIMENTO FILHO, L.P.; KORACAKIS, T. (Ed.). *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil: 2004.
- PAHL, G.; BEITZ, W. *Engineering Design: a Systematic Approach*. Ed. Springer Verlag, 1996.
- PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. Trad. Werner, H. A., 6 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.
- PAPANEK, V. J. *Design for the real world: human ecology and social change*. 2.ed. New York: Van Nostrand Reinhold Co, 1984.
- PASSARELLI, M.C.G. O processo de envelhecimento em uma perspectiva geriátrica. Rev. *O mundo da saúde*, São Paulo: v.21, n.4, p.208-212, jul/ago, 1997.

- PAULO, A.; MELLO, C.J.; NASCIMENTO FILHO, L.P.; KORACAKIS, T. (Ed.). *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil: 2004.
- PEREIRA, J.A. *Modelo de desenvolvimento integrado de produto orientado para projetos de P&D do setor elétrico brasileiro*. Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2014.
- PEREIRA, Marco Antonio dos Reis. *Projeto Bambu*. Introdução das espécies, manejo, caracterização e aplicações. Bauru, 2012.
- POGRUND, R. L; ROSEN, S. J. *A bengala na pré-escola*. Trad. Graça Cabral. In. Secretaria da Educação – SEED/SP. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, São Paulo, 1989.
- PRASAD, B. *Concurrent engineering Fundamentals: integrated product and process organization*. New Jersey, Prentice Hall, 1996.
- PRASAD, B. *Concurrent engineering fundamentals*. New Jersey, NY, Prentice Hall, 1997.
- PRASAD, B.;WANG, F.;DENG, J. A concurrent workflow management process for integrad product development. *Journal of Engineering Design*. V.9, n.2, 1998, p.121-135.
- PUGH, S. *Total design: integrated methods for successful product engineering*. W: AWPC, England, 1990.
- PUGH, S. *Total Design*. Great Britain: Addison-Wesley, 1991.
- RADABAUGH, M.P. Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities: A report to the president and the congress of the United State, in. *National Council on Disability*, mar./1993. Disponível em <<http://www.ccclivecaption.com>>. Acesso em 02 jun. 2011.
- REDE MASSA Faz a diferença – SBT. Reportagem: Impressora 3D cria próteses para crianças: custo baixo e adaptação rápida. *Tribuna Massa*. Disponível em <http://www.redemassa.com.br/tv-iguacu/video/ce6225daac3c8e3937ba0c206493ca02>>. Acesso em 08 mar. 2017.
- REDE PARANAENSE DE COMUNICAÇÃO – GLOBO/RPC. Reportagem: Filha inspira mãe a criar associação que faz próteses para pessoas que não têm mãos. Norte e Noroeste RPC. Disponível em <<http://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/filha-inspira-mae-a-criar-associacao-que-faz-protese-para-pessoas-que-nao-tem-maos.ghtml>>. Acesso em 12 jul. 2017.
- REHABILITATION ENGINEERING AND ASSISTIVE TECHNOLOGY SOCIETY OF NORTH AMERICA – RESNA. The premier professional organization. Arlington, VA. 2014. Disponível em <<http://resna.org>>. Acesso em 7 jun. 2014.
- ROCHA, E. F.; CASTIGLIONI, M. C. Reflexões sobre recursos. *Rev. Ter. Ocup. Univ. São Paulo*, v. 16, n. 3, p. 97-104, set./dez., 2005.

- RODGERS, M. D.; EMERSON, R. W. Materials testing in long cane design: sensitivity, flexibility, and transmission of vibration. In. *JVIB*, American Foundation for the Blind, n.11, v. 99, nov. 2005.
- ROMANI, E.; HENNO, J. H. H.; MAZZILLI, C. T. S. Reflexões acerca das técnicas de construção de imagens táteis encontradas em museus e possíveis caminhos. In. C. G. Spinillo; L. M. Fadel; V. T. Souto; T. B. P. Silva; R. J. Camara (Eds). *Anais do 7º Congresso Internacional de Design da Informação/Proceedings of the 7th Information Design International Conference, CIDI 2015*, Blucher Design Proceedings, n.2, v.2., p. 332-341. São Paulo: Blucher, 2015.
- ROMANO, L.N. *Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas*. 2003. 266p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003.
- ROMANO, L.N.; SCALICE, R.K.; BACK, N. A Importância do Processo de Planejamento na Gestão de Desenvolvimento de Produtos. *II Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto*. São Carlos – SP, 30-31 agosto de 2000.
- ROSENTHAL, S. R. *Effective product design and development*. How to cut lead time and increase customer satisfaction. Illinois: BOI, 1992.
- ROVEDA, P. A. *Pedagogia do significado: contribuições à intervenção precoce em bebês com deficiência visual*. Dissertação de mestrado da Faculdade de Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- ROZENBURG, N. F. M.; EECKLES, J. *Product Design Fundamentals and Methods*. England: John Willey & Sons, 1995.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. *Gestão de desenvolvimento de produto: Uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SANTOS, A. *Desenvolvimento de produtos competitivos: exemplo de um modelo integrando a metodologia "Desdobramento da Função Qualidade (QFD)"*. 1996. 283p. Tese de doutorado, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1996.
- SASSAKI, R. K. A construção da acessibilidade. In. *1º Seminário de Saúde e Segurança do Trabalhador com deficiência na indústria da construção pesada*. Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo, Ministério do Trabalho e Emprego. São Paulo, 24 e 25 Set. 2012.
- SASSAKI, R. K. Conceitos de acessibilidade. In. Escola de gente: comunicação em inclusão. Disponível em <<http://www.escoladegente.org.br/noticiaDestaque.php?id=459>>. Acesso em 18 mai. 2014.
- SASSAKI, R. K. *Inclusão: Construindo uma sociedade para todos*. Rio de Janeiro: WVA, 1999.
- SASSAKI, R. K. Nada sobre nós, sem nós: da integração à inclusão. *Revista Nacional de Reabilitação*, ano X, n. 57, jul./ago. 2007, p. 8-16.

- SASSAKI, R. K. Por que o nome "Tecnologia Assistiva"? In: *Assistiva: tecnologia e educação*. Porto Alegre, 1996.
- SASSAKI, R. K. *Vida independente: história, movimento, liderança, conceito, reabilitação, emprego e terminologia*. São Paulo: Revista Nacional de Reabilitação, 2003.
- SCHULMANN, D. O Desenho Industrial. Campinas – SP: Papirus, 1994.
- SCHWARZ, A; HABER, J. *Cotas: como vencer os desafios da contratação de pessoas com deficiência*. São Paulo: i.Social, 2009.
- SILVA, E. Amputados de membros superiores – MMSS. *Terapia Ocupacional*. Ago.2010. Disponível em <<https://tocupacional.wordpress.com/2008/08/10/amputados-de-membros-superiores-mmss/>>. Acesso em 10 out. 2015.
- SIMONELLI, A. P. *Contribuições da análise da atividade e do modelo social para a inclusão no trabalho de pessoas com deficiência*. 2009. 221 p. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- SMITH, D.W. Introducing EDG students to the design process. in. *Proceedings of the 2002 Annual Midyear Meeting of the Engineering Design Graphics Division of the American Society for Engineering Education*, Berkeley: 2002.
- SMITH, R.P. The Historical roots of concurrent engineering fundamentals. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v.44, n.1, p.67-78, 1997.
- SOARES, R. A. A. *Processo de desenvolvimento de produto inclusivo e sustentável: um estudo de caso de projeto de bengala para pessoas com deficiência visual*. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2016.
- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. ed. 9th. Addison-Wesley, 2010.
- STORY, M.; MUELLER, J.; MACE, R. L. *The universal design file: Designing for people of all ages and abilities*, Raleigh North Carolina: NC State University Center for Universal Design, 127 p., 1998.
- SUH, N. P. *Principles of Design*. New York: Oxford University Press, 1990.
- TORRENS, G. E. An evaluation of the potential order and priority of research methods, design methods and design heuristics within an Assistive Technology new product development process. A Doctoral Thesis of Loughborough University. London - UK, 2015.
- TORRES, E.F.; MAZZONI, A.A. ; ALVES, J.B.M. A acessibilidade à informação no espaço digital. *Ciência Informação*, Brasília, v.32, n.3, p.83-91, set./dez.2002. Disponível < <http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/153/132>>, acesso em 02 de mai de 2013.
- TRENTIN, D. G. *Análise dos caminhos isotrópicos adotados por pessoas com deficiência visual em um curso de educação a distância na perspectiva inclusiva*. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Campus de Presidente Prudente, 2013.

- TRIVIÑOS, A.N.S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.
- ULIANA, M. R. *Ensino aprendizagem de matemática para estudantes sem acuidade visual: a construção de um kit pedagógico*. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2012.
- ULLMAN, D. G. *The Mechanical Design Process*. New York: McGraw-Hill, 1995.
- ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D. *Product Design and Development*. 5 ed, New York (USA), Irwin McGraw-Hill: 2011.
- UNICEF, Fundo das Nações Unidas para a Infância. Situação da infância e da adolescência Brasileira 2009. *O Direito de aprender: potencializar avanços e reduzir desigualdades*/(coordenação geral Maria de Selete Silva e Pedro Ivo Alcântara). Brasília, DF: UNICEF, 2009.
- UNIT-ISO 9999. Norma Internacional ISO 9999:2007. Productos de apoyo para personas com discapacidad – Clasificación y terminología. la traducción de AENOR en la Norma UNE-EN ISO 9999:2007. Comité General de Normas, 2008. Disponível em: <<http://www.unit.org.uy/misc/catalogo/9999.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2013.
- UNITED NATIONS. *The Standard Rules on the Equalization of Opportunities for Persons with Disabilities*. United Nations General Assembly, forty-eighth session, resolution 48/96, annex, of 20 December 1993.
- UNITED STATES OF AMERICA – USA. Education of the Handicapped Act Amendments of 1990. Sec. 101, Section 602: (25) “Assistive Technology Device”, (26) “Assistive Tecnology Service”, 101st Congress (1989-1990). Disponível em: <<http://thomas.loc.gov/cgi-bin/query/F?c101:1:./temp/~c10129jGFI:e1155:>>. Acesso em 7 ago. 2014.
- UNITED STATES OF AMERICA – USA. *Public Law 105–394* of Nov. 13, 1998. Assistive Technology Act of 1998. To support programs of grants to States to address the assistive technology needs of individuals with disabilities, and for other purposes. 105th Congress. 112 STAT. 3627. Congressional Record v.144. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-105publ394/pdf/PLAW-105publ394.pdf>>. Acesso em 7 ago. 2014.
- UNITED STATES OF AMERICA – USA. *Public Law 108–364* of Oct. 25, 2004. Assistive Technology Act of 2004. To amend the Assistive Technology Act of 1998 to support programs of grants to States to address the assistive technology needs of individuals with disabilities, and for other purposes. 108th Congress. 118 STAT. 1707. Congressional Record v.150. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-118/pdf/STATUTE-118-Pg1707.pdf>>. Acesso em 7 ago. 2014.
- Universidade de São Paulo – EDUSP; 2003.: Classificação detalhada com definições, todas as categorias com as suas definições, inclusões e exclusões. OMS, Direção Geral da Saúde, 2003.

- USUI, C. Japan's demographic changes: social implications and business opportunities. In Kohlbacher, F.; Herstatt, C. (eds.). *The Silver Market Phenomenon. Business Opportunities in an Era of Demographic Change*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008, pp. 71–82.
- V-Modell XT, version 1.3. Disponível em: <ftp://ftp.heise.de/pub/ix/ix\_listings/projektmanagement/vmodell/V-Modell-XT-Gesamt-Englisch-V1.3.pdf>. Acesso em 2 Mar 2015.
- VDI-Richtlinie 2221. *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*, VDI Verlag, Düsseldorf, 1993.
- VERAS, R. P. A Inclusão Social do Idoso: promovendo saúde, desenvolvendo cidadania e gerando renda. in. BARROS JÚNIOR, J. C. (Org.), *Empreendedorismo, Trabalho e Qualidade de Vida na Terceira Idade*. 1 ed. São Paulo: Editora Edicon, 2009.
- VILAR, J. M. Envelhecimento Populacional e Doenças Crônicas: tendências de um novo Mercado de Trabalho e de Consumo de Serviços de Saúde na Terceira Idade. in. BARROS JÚNIOR, J. C. (Org.), *Empreendedorismo, Trabalho e Qualidade de Vida na Terceira Idade*. 1 ed. São Paulo: Editora Edicon, 2009.
- VINCENT, G. *Managing new-product development*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.
- VOSS, C.; BLACKMON, K.; HANSON, P.; CLAXTON, T. *Managing New Product Design and Development: an Anglo-German Study*. Business Strategy Review, v. 7, n. 3, pp. 1-14, 1996.
- VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*. New York: Free Press, 1992.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps: A manual of classification relating to the consequences of disease*. Geneva: WHO, 1980.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Number of people over 60 years set to double by 2050; major societal changes required*. Geneva: WHO, 2015.
- YIN, R.K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Trad. Daniel Gassi. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## APÊNDICES

### 1. PRODUÇÃO DE PUBLICAÇÕES

#### - Registros de Patente e Programas Computacionais:

1. Em 20/07/2015: Registro de Programa de Computador no INPI - Sistema de orientação para o esporte de paratletas com deficiência visual. Processo BR 51 2015 000948-6.
2. Em 05/08/2015: Registro de Patente no INPI - Sistema de orientação aplicado ao esporte de paratletas com deficiência visual. Processo BR 2015 018793-9.
3. Em 22/12/2016: Registro de Programa de Computador no INPI - Controle de desempenho dos paratletas de goalball. Processo BR 51 2016 001769-4.
4. Em 22/12/2016: Registro de Programa de Computador no INPI – Jogo Jornada Paralímpica. Processo BR 51 2016 001767-8.
5. Em 22/12/2016: Registro de Programa de Computador no INPI – Jogo Pararunner. Processo BR 51 2016 001770-8.

#### - Artigos em Periódicos:

1. B1: OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Requirements to support design for assistive technology - DFAT to ostomized product: systematic review. The International Journal of Artificial Organs, v.39, n.7, Jul. 2016.
2. B1: TRAPP, A.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; OKUMURA, M.L.M.; TOSIM, A.; RUDEK, M. Digital scout in parasports: a case study with men in selection of goalball. The International Journal of Artificial Organs, v.39, n.7, Jul.2016.
3. A1: OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; SOUZA, T.M.; YOUNG, R.I.M. Integration Definition Methods to Support Product Design for Assistive Technology. Advanced Materials Research (Online), v. 1, p. 945-949, 2014.
4. B2: OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Sustainable and Inclusive Development Products Applied to Form Engineers in the Citizenship. Applied Mechanics and Materials, v. 518, p. 329-334, 2014.

5. B2: OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O.; SOUZA, T.M. Development Process of a Method, Material and Evaluation for Professional Qualification of Employees with Disabilities. *Applied Mechanics and Materials*, v. 472, p. 990-996, 2014.
6. B4: TRAPP, A.; TOSIM, A.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O.; RUDEK, M. Sistemas da informação no esporte: implicações para o goalball. *SODEBRAS*, n. 129, v.11, p. 88-91, Set. 2016.
7. B4: TRAPP, A.; TOSIM, A.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O.; RUDEK, M. Analysis of the variability in the position of measurement in offensive goalball. *SODEBRAS*, n. 129, v.11, p. 84-87, Set. 2016.
8. B4: FRETTE, B.B.; LIMA, R.S. ; FRANCESCONI, T. ; KLEIN JUNIOR, V. ; OKUMURA, M.L.M. ; CANCEGLIERI JUNIOR, O. Os requisitos do dispositivo orientado para Tecnologia Assistiva no Projeto Conceitual para apoio a prática do futebol de cinco. *Revista SODEBRAS*, v. 10, p. 141-146, 2015.
9. B4: OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O.; ROSS, P.R.; PINEL, L.F.M. O Recurso do Som no Projeto Informacional Orientado para Produtos da Tecnologia Assistiva. *Revista SODEBRAS*, v. 10, p. 147-152, 2015.
10. B4: PEDROSO, C.M.; SOARES, R. A. A. ; FRANCESCONI, T.; KLEIN JUNIOR, V. ; OKUMURA, M.L.M. ; CANCEGLIERI JUNIOR, O. A prototipagem rápida no processo de desenvolvimento integrado de produto orientado à tecnologia assistiva. *Revista SODEBRAS*, v. 10, p. 129-134, 2015.
11. B4: PEDROSO, C.M.; SOARES, R. A. A.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. Um estudo do projeto informacional orientado para tecnologia assistiva. *Revista SODEBRAS*, v. 9, p. 4-9, 2014.
12. B4: TRAPP, A.; PEREIRA, E.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. Estudo Informacional para elaboração do projeto conceitual de dispositivos esportivos direcionado para usuário com deficiência visual. *Revista SODEBRAS*, v. 9, p. 58, 2014.
13. B4: CASTRO, P. L.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. Design sustentável aplicado no Desenvolvimento Integrado de um Sistema de aquecimento solar de água. *Revista SODEBRAS*, v. 8, p. 47-54, 2013.
14. B4: PANEK, I. C.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. A Tecnologia Assistiva no Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. *Revista SODEBRAS*, v. 8, p. 3-7, 2013.

**- Livro**

OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Engenharia Simultânea e Desenvolvimento Integrado de Produto Inclusivo. 1. ed. Saarbrücken: NEA-OmniScriptum GmbH & Co. KG, 2014. v. 1. 240p.

**- Capítulos de Livros:**

1. CANGIOLIERI JUNIOR, O.; OKUMURA, M.L.M.; YOUNG, R.I.M. The Application of an Integrated Product Development Process to the Design of Medical Equipment. In. *Concurrent Engineering in the 21st Century: Foundations, Developments and Challenges*. Edited by Josip Stjepandic, Nel Wognum, Wim J.C. Verhagen, chapter 25, p. 735-760. Switzerland: Springer International, 2015.
2. OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Design for Assistive Technology: a preliminary study. In. *Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems*. R. Curran et al. (Eds.) Netherlands: IOS Press. 2015.
3. OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Sustainable and Inclusive Development Products Applied to Form Engineers in the Citizenship. *Experimental and Applied Mechanics*. 1ed. MIAMI - USA: Trans Tech Publications, 2014, v. 1, p. 329-334.
4. OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; SOUZA, T.M. Development process of a method, material and evaluation for professional qualification of employees with disabilities. *Mechanical Science and Engineering IV*. 1ed. Switzerland: Trans Tech Publications, 2014, v. 1, p. 990-996.
5. OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; SOUZA, T.M.; YOUNG, R.I.M. Integration Definition Methods to Support Product Design for Assistive Technology. In. Jingtao Han; Zhengyi Jiang; Xianghua Liu. (Org.). *Advances in Manufacturing Science and Engineering V*. 1ed. Durnten-Zurich: Trans Tech Publications, 2014, v. 5, p. 434-437.
6. OKUMURA, M.L.M.; RUDEK, M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Application of Assistive Technology. In. *Concurrent Engineering environment for the special products development: a case study. Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment*. 1ed. London: 2013, v. 2, p. 933-944.

**- Artigos em Anais de Congressos:**

1. LAZOSKI, V. C. S.; OKUMURA, M. L. M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Diretrizes para o planejamento e projeto informacional no desenvolvimento integrado de órteses e próteses orientado para tecnologia assistive. Anais do XXIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, realizado de 09 a 11 de novembro de 2016, no campus da UNESP, na cidade de Bauru-SP.
2. LAZOSKI, V. C. S.; OKUMURA, M. L. M.; SOUZA, T. M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Relevant aspects of user requirements analysis for pre-prosthetic preparation. In. Proceedings of 8th International Conference on Production Research ICPR-AMERICAS 2016, realizado nos dia 27 e 28 de Outubro de 2016, em School of Industrial Engineering, Pontifical Catholic University of Valparaíso (PUCV) em Valparaíso, Chile.
3. OKUMURA, M. L. M., ROSS, P. R.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Projeto de ambiente inclusivo baseado nos conceitos de Tecnologia Assistiva: um estudo de caso de acessibilidade. In: *1 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva - CBTA2016, 2016, Curitiba, Parana, Brasil. Anais do 1 CBTA - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva: Engenharia e Design*. Curitiba: Setor de Tecnologia da UFPR, 2016. p. 224-231.
4. OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Design for Assistive Technology: a preliminary study. *22nd ISPE Concurrent Engineering Conference – CE 2015*. Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems. Faculty of Aerospace Engineering Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, Jul. 2015.
5. TRAPP, A.; PEREIRA, E.; OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. RUDEK, M. Sistema eletrônico para treinamento de deficientes visuais. *Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica – ENEBI 2015*. Engenharia Biomecânica para viver sem limites. Uberlândia, MG, Mai. 2015.
6. OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O.; ROSS, P.R.; PINEL, L.F.M. O Recurso do Som no Projeto Informacional Orientado para Produtos da Tecnologia Assistiva. In: *XXXII International Sodebras Congress, 2014, Curitiba*. Solutions for the Development of the Countries. São Paulo: Sodebras, 2014.
7. PEDROSO, C.M.; SOARES, R. A. A.; FRANCESCONI, T.; KLEIN JUNIOR, V.; OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. A prototipagem rápida no processo de desenvolvimento integrado de produto orientado à tecnologia assistiva. In: *XXXII International Sodebras Congress, 2014, Curitiba*. Solutions for the Development of the Countries. São Paulo: Sodebras, 2014.

8. FRETTA, B.B.; LIMA, R.S.; FRANCESCONI, T.; KLEIN JUNIOR, V.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. Os requisitos do dispositivo orientado para Tecnologia Assistiva no Projeto Conceitual para apoio a prática do futebol de cinco. In: *XXXII International Sodebras Congress, 2014, Curitiba*. Solutions for the Development of the Countries. São Paulo: Sodebras, 2014.
9. TOMIO, M. B.; LIMA, R. S.; OKUMURA, M.L.M.; KLEIN JUNIOR, V.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10. Curitiba, 2014.
10. OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. O Desenvolvimento de Produtos envolvendo a tecnologia assistiva por meio de estudo de caso múltiplo. In: *9º CBGDP Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos*, 2013, Natal, RN. A Criatividade e a Gestão do Desenvolvimento de Produtos Inovadores e Sustentáveis. São Paulo: IGDP, 2013. v.1.
11. CASTRO, P. D. L.; PANEK, I. C.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. O Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para a tecnologia assistiva e a sustentabilidade. In: *9º CBGDP Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos*, 2013, Natal - RN. A Criatividade e a Gestão do Desenvolvimento de Produtos Inovadores e Sustentáveis. São Paulo: IGDP, 2013. v. 1.
12. OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O. A influência dos dispositivos regulatórios e a Responsabilidade Social Empresarial no Processo de Desenvolvimento de Produto sustentável. In: *XX Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)*, 2013, Bauru. Engenharia de Produção & Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Bauru: Engenharia de Produção, 2013.
13. PANEK, I. C.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O.; Rudek, M.. Design oriented to assistive technology based on the integrated development process of a sustainable product. In: *22nd International Congress of Mechanical Engineering - COBEM 2013*, 2013, Ribeirão Preto. Engineering for Technology Innovation, 2013. v. 1.
14. CASTRO, P. D. L.; OKUMURA, M.L.M.; CANCEGLIERI JUNIOR, O.; RUDEK, M. The development process integrated sustainable product applied in a solar water heating system. In: *22nd International Congress of Mechanical Engineering - COBEM 2013*, 2013, Ribeirão Preto - SP. Engineering for Technology Innovation, 2013. v. 1.

## 2. PROJETOS DE PESQUISA ACADÊMICA

- ✓ 2013 – 2016: Desenvolvimento de um dispositivo esportivo de apoio orientado para o futebol de paratletas com deficiência visual. Grupo de Pesquisa de Produtos Orientados para Tecnologia Assistiva – POTA, com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Coorientação dos Projetos do Núcleo POTA:
  - ✓
    - a) Elaboração do dispositivo de recepção de sinal e reprodução do som orientado para produto da Tecnologia assistiva;
    - b) Elaboração do controle remoto de tecnologia rádio frequência orientado para produto da Tecnologia Assistiva.
- ✓ 2014 – 2015: Iniciação Científica – PIBIC, coorientação dos Projetos do Núcleo POTA:
  - a) Elaboração de um dispositivo para o treino de esporte de usuários com deficiência visual orientado para tecnologia assistiva;
  - b) Elaboração de um aplicativo para o treino de esporte de usuários com deficiência visual orientado para tecnologia assistiva.
- ✓ 2014 – 2015: iniciação Científica – PIBIC Jr., coorientação dos Projetos do Núcleo POTA:
  - a) Desenvolvimento de protótipo de produto inclusivo por meio do sistema auditivo;
  - b) Projeto orientado para tecnologia assistiva sensorial.
- ✓ 2013 – 2014: Iniciação Científica – PIBIC, coorientação dos Projetos do Núcleo POTA:
  - a) Sistema Háptico no Desenvolvimento de Produto da Tecnologia Assistiva;
  - b) A Ergonomia do Produto e a Usabilidade no Processo de Desenvolvimento integrado de Produto da Tecnologia Assistiva.
- ✓ 2015 – 2016: Iniciação Científica – PIBIC Jr., orientação do Projeto do Núcleo POTA:
  - a) O estudo do Sistema Háptico aplicado no desenvolvimento do dispositivo de apoio orientado para Tecnologia Assistiva.
- ✓ 2015 – 2016: Estudo de bambu e Trabalho de Conclusão de Curso, orientação do Projeto do Núcleo POTA, referente Processo de desenvolvimento de produto inclusivo e sustentável: um estudo de caso de projeto de bengala para pessoas com deficiência visual.
- ✓ 2015 – atual: Projeto Dar a Mão, pesquisa de dispositivos de apoio 3D e acolhimento familiar de pessoas com deficiência física de agenesia do membro superior, no Núcleo POTA, em cooperação com a Associação Dar a Mão.