



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

MANOEL GUEDES ALCOFORADO NETO

METODOLOGIA DE DESIGN MEDIADA POR PROTÓTIPOS

Bauru-SP

2014



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

MANOEL GUEDES ALCOFORADO NETO

METODOLOGIA DE DESIGN MEDIADA POR PROTÓTIPOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, área de concentração em Ergonomia, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Bauru, como requisito para obtenção do título de doutor em Design.

Orientador:

Profº Titular Drº José Carlos Plácido da Silva

Bauru-SP

2014

Alcoforado, Manoel Guedes.
Metodologia de Design Mediada por protótipos /
Manoel Guedes Alcoforado, 2014
460 f. : il.

Orientador: José Carlos Plácido da Silva

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru,
2014

1. Design. 2. Metodologia. 3. Protótipos. 4.
Ergonomia. I. Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II.
Título.

MANOEL GUEDES ALCOFORADO NETO

METODOLOGIA DE DESIGN MEDIADA POR PROTÓTIPOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, área de concentração em Ergonomia, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Bauru, como requisito para obtenção do título de doutor em Design.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza Van der Linden
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Prof. Dr. Paulo Kawauchi
Universidade de Marília - UNIMAR

Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Bauru, 02 de Junho de 2014

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais, que me ensinaram o verdadeiro caminho com o exemplo de suas vidas e me deram toda estrutura física e emocional para que eu pudesse transformar os meus sonhos em realidade, aplainando sempre, todas as dificuldades que surgiram em minha vida.

Não tenho como agradecer por tudo.

A Deus que sempre esteve ao meu lado e sem o qual nenhuma conquista seria possível.

Agradecimentos

Agradeço aos professores do programa de pós-graduação em Design da UNESP por compartilhar seus conhecimentos, muitas vezes se deslocando do seu conforto em Bauru-SP para estarem conosco em Caruaru-PE.

Em especial ao professor Luis Carlos Paschoarelli, por ter apoiado desde o primeiro contato a proposta de realização de um doutorado interinstitucional entre a UNESP e UFPE. Pelo aprendizado, pela companhia diária no Laboratório de Ergonomia e Interfaces e pelos almoços sempre muito divertidos.

Aos colegas da UFPE, que aceitaram participar do projeto DINTER e que compartilharam comigo desafios e momentos alegres ao longo desses três anos.

Ao professor da UFPE Mário de Faria Carvalho que aceitou coordenar o programa DINTER e a Lúcia Andrade que nos auxiliou ao longo de todo esse período.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) por financiar o projeto DINTER, sem o qual não seria possível ter acontecido.

Aos professores Osmar Vicente e Tomas Barata, por permitirem a utilização dos espaços dos laboratórios CADEP e LDMP para realização dos experimentos.

Aos colegas de Design da UNESP e do Laboratório de Ergonomia e Interface (LEI): Mariana Menin, Franciane Falcão, Jamille Lanutti, Bruno Razza, Gabriel Bonfim, Érica Neves, Douglas Daniel, Danilo Silva, Heliana Fornitani, Fabiane Fernandes, Mariano Neto, Carolina Pizzaro, Simone Maffei e aos demais que posso ter esquecido de citar, pela ajuda, amizade e por momentos tão felizes em Bauru-SP.

Ao meu orientador, professor José Carlos Plácido da Silva pela confiança e incentivo que depositou em mim em todo período da tese, pelo aprendizado e pela orientação sempre rica de experiência.

A minha esposa Jussandra e as minhas filhas, Júlia e Giovana, por ter me acompanhado nesse desafio em Bauru-SP pelo período de 1 ano, ajudando a manter o equilíbrio e a alegria da vida em família.

Ao meu irmão e padrinho André Carlos, pelo apoio e conselhos que me deu em vários momentos ao longo da minha vida.

Resumo

Nas metodologias de design observamos a importância dos protótipos. Porém, constatamos que a sua utilização é deixada para as fases finais do projeto, o que limita a avaliação do design. O termo protótipo tem sido usado para designar uma versão final do projeto. Contudo, podemos tratá-los de uma forma mais ampla como: uma aproximação do produto, do sistema ou de seus componentes, o que permite classificá-los em baixa, média e alta fidelidade. Ao considerarmos os protótipos como artefatos mediadores de informação e comunicação, poderemos utilizá-lo como ferramenta de gestão de design. O gerenciamento e comparação das informações sobre a funcionalidade, usabilidade e estética das alternativas permitem realizar uma seleção mais precisa. O propósito do protótipo, os estágios de utilização e a emergência de novas tecnologias de prototipagem e manufatura virtual e rápida, favorecem sua maior utilização e permitiram a criação de uma nova metodologia de design. Essa auxiliará os designers no desenvolvimento dos projetos, através da escolha do protótipo mais adequado a cada área, fase, estágio e propósito de design. Nesse sentido, nessa pesquisa, construímos e validamos uma metodologia denominada: “Metodologia de Design Mediada por protótipos”. Metodologia essa que coloca o protótipo no centro do processo de Design criando um processo de design centrado nos protótipos.

Palavras-chave: Design. Metodologia. Protótipos.

Abstract:

We have observed in the methodologies of the importance of design prototypes. However, we note that its use is left to the final stages of the project, which limit the design evaluation. The term prototype has been used to designate a final version of the project. However, we can treat them more widely as an approximation of the product, system or its components, which can be classified as low, medium and high fidelity. When we consider the prototype artifacts as mediators of information and communication, we use it as a design management tool. The management and comparison of information on the functionality, usability and aesthetics of alternative perform a more precise selection. The purpose of the prototype stages of use and the emergence of new technologies and virtual prototyping and rapid manufacturing, encourage their greater use and allowed the creation of a new design methodology. This will assist designers in the development of projects by choosing the most appropriate to each area, stage, stage design and purpose of the prototype. Accordingly, in this research, we constructed and validated a methodology called "Design Methodology Mediated prototypes". Methodology that puts this prototype in the center of the design process by creating a process-centered design in the prototypes.

Keywords: Design. Methodology. Prototypes.

Lista de Ilustrações

Figura 01 - Técnicas para produção de protótipos de papel	109
Figura 02 - Imagens de protótipo virtual apreciativo	133
Figura 03 - Imagens de protótipo virtual imersivo	133
Figura 04 - <i>Mockups</i> feitos pelo processo tradicional e por prototipagem rápida	138
Figura 05 - protótipos de alta fidelidade produzidos de forma tradicional e com ferramentas de prototipagem rápida, respectivamente.	143
Figura 06 - <i>Method Card</i> para aplicação do <i>Braindraw</i>	149
Figura 07 - <i>Method Card</i> para aplicação do <i>SketchBoard</i>	151
Figura 08 - <i>Method Card</i> para aplicação do C-Sketch	152
Figura 09 - <i>Method Card</i> para aplicação do C-sketch/685.....	154
Figura 10 - <i>Method Card</i> para aplicação do Pictiol	155
Figura 11 - <i>Method Card</i> para aplicação do <i>Storyboard</i> de experiência (fonte quadro: Autor/ Imagem: Jon Mann & The Creation Center).....	157
Figura 12 - <i>Method Card</i> para aplicação do Stoyboard de Interações.	158
Figura 13 - <i>Method Card</i> para aplicação do C-sketch/685.....	159
Figura 14 - Planilhas do Excel utilizadas para estruturação e análise dos dados extraídos da técnica de sorting card.	161
Figura 15 - <i>Method Card</i> para aplicação do Card Sorting	148
Figura 16 - Modelo “ <i>blinder</i> ” de protótipo de papel (Snyder, 2003) e teste de cenário também com processo “ <i>blinder</i> ” de protótipo de papel	163
Figura 17 - Técnicas para a simulação do processo interativo do usuário com as opções das interfaces gráficas, reproduzidos através de um protótipo de papel.....	164
Figura 18 - <i>Method Card</i> para aplicação do <i>Paper prototype</i>	165
Figura 19 - <i>Method Card</i> para aplicação do <i>Paper in Screen</i>	166
Figura 20 - <i>Method Card</i> para aplicação do Pictive	168
Figura 21 - <i>Method Card</i> para aplicação do Modelagem com Massinha (Massa Plástica).....	169
Figura 22 - <i>Method Card</i> para aplicação do Cardboard.....	170
Figura 23 - <i>Method Card</i> para aplicação do Foamboard	172
Figura 24 - <i>Method Card</i> para aplicação da modelagem com Isopor.....	173
Figura 25 - <i>Method Card</i> para aplicação do Screen Shots	174
Figura 26 - <i>Method Card</i> para aplicação do rendering manual	176
Figura 27 - <i>Method Card</i> para aplicação do <i>rendering</i> com aerógrafo	177
Figura 28 - Utilização de aplicativos digitais para produção de <i>renderings</i> 2D	178
Figura 29 - Utilização do <i>Screen Shots</i> para avaliação de interfaces de Interfaces gráficas.....	179
Figura 30 - Aplicação da técnica de flipbook nas animações.....	181
Figura 31 - Aplicação da técnica de Animatics nas animações.....	182
Figura 32 - Aplicação da técnica de Stopmotion nas animações	183
Figura 33 - Aplicação da técnica de Stopmotion nas animações.....	184
Figura 34 - Aplicação da técnica pixilation de Stopmotion nas animações	185

Figura 35 - Aplicação da técnica motion graphics para produzir animações	186
Figura 36 - Aplicação da técnica de animação 3D para o desenvolvimento de novos produtos	188
Figura 37 - Aplicação da modelagem com silicone	189
Figura 38 - Aplicação da modelagem de estrutura aramada	190
Figura 39 - Aplicação da técnica de modelagem com Massa (Clay)	192
Figura 40 - Aplicação da modelagem com silicone	193
Figura 41 - Aplicação da modelagem com silicone	195
Figura 42 - Aplicação do DENIN	196
Figura 43 - Aplicação do SUEDE no desenvolvimento de interfaces do usuário	198
Figura 44 - Aplicação do Powerpoint	199
Figura 45 - Aplicação do Mockflow na prototipagem da interface do usuário	200
Figura 46 - Aplicação do CISP	202
Figura 47 - Aplicação do PIDOCO	204
Figura 48 - Aplicação do App Sketcher	205
Figura 49 - Aplicação do Axure RP	207
Figura 50 - Aplicação da modelagem com silicone	209
Figura 51 - Aplicação da modelagem com silicone	210
Figura 52 - Aplicação da modelagem com Vaccun forming	212
Figura 53 - Aplicação da modelagem por laminação com fibra de vidro	213
Figura 54 - Aplicação do Sketch in the air desenvolvido pelo grupo sueco Front Group	214
Figura 55 - Aplicação do Hand in free Space desenvolvido Steven Schkolne, Michael Pruett e Peter Schroder	216
Figura 56 - Aplicação da modelagem 123d Catch	217
Figura 57 - Aplicação da Digitalização 3D	219
Figura 58 - Aplicação da modelagem virtual 3D	220
Figura 59 - Aplicação da realidade aumentada	221
Figura 61 - Aplicação da prototipagem rápida com pó	223
Figura 62 - Aplicação da prototipagem rápida FDM	224
Figura 63 - Aplicação da Prototipagem Rápida SLA	225
Figura 64 - Aplicação da Prototipagem Rápida SLS	227
Figura 65 - Aplicação da fresadora CNC	228
Figura 66 - Aplicação do router CNC	229
Figura 67 - Aplicação da ferramenta rápida RF	230
Figura 68 - Proposta da interface do aplicativo e sua utilização no celular	284
Figura 69 – proposta da interface do aplicativo e sua utilização no celular	284
Figura 70 –Apresentação dos resultados do protótipo e métodos selecionados	291
Figura 71 - Apresentamos as telas apresentadas no momento em que um método ou técnica é selecionada	292
Figura 72 - Telas do módulo de avaliação da metodologia	293
Figura 73 - Módulo de registro de requisitos, metas e pesos na planilha	294
Figura 74 - Módulo de registro das avaliações das alternativas na planilha	294
Figura 75 - Módulo de registro das avaliações finais das alternativas na planilha	295
Figura 76 - Módulo de registro das avaliações finais do produto na planilha	295
Figura 77 - Propostas de layout da interface do aplicativo	296
Figura 78 - Modelo do Prototype Cards e 59 cartões gerados	297

Figura 79 - Imagens do curso de técnicas e métodos de prototipagem.	311
Figura 80- Planta baixa do local de realização do desafio experimental.	313
Figura 81 - Equipamentos de digitalização e RP do CADEP.	314
Figura 82 - Materiais de desenho, modelagem e pintura disponibilizados no experimento	316
Figura 83 - Captura das câmeras de segurança em sequencia (C01 à C05), captura de tela do aplicativo DviewCam e planta baixa do local de realização do desafio experimental. Em cinza o Laboratório LDMP e em azul o CADEP.	317
Figura 84 - Projeto desenvolvido pela equipe de controle no desafio 1.	367
Figura 85 - Projeto desenvolvido pela equipe experimental no desafio 1.	368
Figura 86 - Projeto desenvolvido pela equipe de controle no desafio 2.	428
Figura 87 - Interface, fone e desenho do projeto da equipe de controle no desafio 2.	429
Figura 88 - Projeto desenvolvido pela equipe experimental no desafio 2.	429
Figura 89 - Modelos e <i>Rendering</i> do projeto da equipe experimental no desafio2.	430

Lista de Gráficos

Gráfico 01 - Forças que definem os propósitos.....	39
Gráfico 02 - Modelo cognitivo de Newell e Simon.....	43
Gráfico 03 - Modelo de processo de design de Gayle Curtis e Vertelney.....	45
Gráfico 04 - Esquema de ciclo iterativo de expressão de idéias e testes proposto por Bill Verplank.....	45
Gráfico 05 - Esquema do ciclo de testes proposto por Bjarki Hallgrimsson.....	46
Gráfico 06 - Gráfico de Gantt com a duração das etapas do desenvolvimento do produto.....	65
Gráfico 07 - Seqüência linear de eventos no desenvolvimento de produto.....	65
Gráfico 08 - Planejamento PERT com atividades de desenvolvimento em paralelo.....	66
Gráfico 09 - Gráfico com os impactos de qualidade de algumas atividades do PDP.....	70
Gráfico 10 - Gráfico dos tipos de testes durante o desenvolvimento de produtos.....	73
Gráfico 11 - Modelo de decomposição e composição do problema de Christopher Alexander 1964.....	75
Gráfico 12 - Modelo de desenvolvimento VDI 2221, do problema para a solução.....	75
Gráfico 13 - Geração de novas idéias e criatividade com o processo de redução.....	76
Gráfico 14 - Quadro de relações de problemas, suproblemas, subsoluções e soluções.....	77
Gráfico 15 - Estimativas de custo no PDP e relação entre o custo de design e demais custos.....	79
Gráfico 16 - Custo comprometido ao longo do processo de design.....	80
Gráfico 17 - Mudança de Engenharia/Design realizadas por duas empresas de automóveis.....	81
Gráfico 18 - Fluxo de tomada de decisões.....	86
Gráfico 19 - Gráfico da influência do tempo de desenvolvimento no desempenho competitivo de duas empresas.....	87
Gráfico 20 - Quadro comparativo entre o processo de produção com protótipos e através de moldes tradicionais.....	88
Gráfico 21 - Quarto modos de integração entre grupos.....	90
Gráfico 22 - Níveis de comunicação dos sketches.....	102
Gráfico 23 - Níveis de comunicação dos storyboards.....	107
Gráfico 24 - Níveis de comunicação dos Protótipos de Papel.....	110
Gráfico 25 - Níveis de comunicação dos <i>Mockups</i> Físicos de baixa fidelidade.....	113
Gráfico 26 - Níveis de comunicação dos Renderings.....	116
Gráfico 27 - Níveis de comunicação da animação.....	119
Gráfico 28 - Níveis de comunicação dos modelos.....	121
Gráfico 29 - Níveis de comunicação dos Façades.....	126
Gráfico 30 - Funcionamento do sistema Wizard of Oz.....	127
Gráfico 31 - Níveis de comunicação do Wizard of Oz.....	130
Gráfico 32 - Níveis de comunicação do Protótipo Virtual Appreciatio.....	135

Gráfico 33 - Níveis de comunicação do Protótipo Virtual Imersivo.....	135
Gráfico 34 - Níveis de comunicação do mockup físico de média fidelidade	139
Gráfico 35 - Níveis de comunicação do mockup digital de média fidelidade	142
Gráfico 36 - Níveis de comunicação do Protótipo de Alta fidelidade	145
Gráfico 37 - Níveis de comunicação do Piloto	147
Gráfico 38 - Quadro geral de ocorrências de canais de comunicação para todos os protótipos.....	148
Gráfico 39 - Finalidades dos protótipos	234
Gráfico 40 - Modelo do que o protótipo comunica	234
Gráfico 41 - Funções dos produtos industriais.....	235
Gráfico 42 - Funções dos produtos.....	235
Gráfico 43 - Níveis de comunicação dos protótipos.....	236
Gráfico 44 - Classificação dos protótipos de acordo com peso de cada os níveis de comunicação.....	237
Tabela 80 - Relação entre as áreas de design e os tipos de protótipos.	241
Tabela 83 - Relação entre os estágios e os tipos de protótipos	247
Gráfico 45 - Modelo Sequencial (linear) de desenvolvimento de produtos.....	249
Gráfico 46 - Desenvolvimento de produtos pelo Modelo Sequencial e de Engenharia Simultânea.....	251
Gráfico 47 - Comparativo do processo stage Gates de Robert Cooper no Modelo atual e de terceira geração	252
Gráfico 48 - Integração de microfases da engenharia simultânea	252
Gráfico 49 - Ilustração do funil de decisões proposto por Wheelwright & Clark	253
Gráfico 50 - Ciclo de design, construção e teste, para soluções de problemas no desenvolvimento de produtos.	254
Gráfico 51 - Ilustração das fases de revisão proposto por Michael McGrath	255
Gráfico 52 - Estágios de revisão a partir do modelo Phase Review (McGrath).....	257
Gráfico 53 - Modelo do espiral de desenvolvimento de novos produtos proposto por Robert Cooper.....	259
Gráfico 54 - Três versões de Stage Gates, Full, Xpress e Lite, proposto por Robert Cooper	261
Gráfico 55 - Material de orientação do Stage Gates disponível na WEB (Cooper).....	262
Gráfico 56 - Modelo Stage Gates proposto por Robert Cooper e (2) Modelo Stage Gates adaptado.....	263
Gráfico 57 - Síntese da metodologia PDCA (fonte: autor).....	266
Gráfico 58 - Macro e Micro fases da metodologia mediada por protótipos.....	275
Gráfico 59 - Portões e integração na metodologia mediada por protótipos.....	277
Gráfico 60 - Painel completo da metodologia mediada por protótipos	279
Gráfico 61 - Fase de preparação da metodologia mediada por protótipos.....	280
Gráfico 62 - Fase de desenvolvimento da metodologia mediada por protótipos	281
Gráfico 63 - Planilha da metodologia mediada por protótipos.....	282
Gráfico 64 - Fase de preparação da metodologia mediada por protótipos	283
Gráfico 65 - Esquema gráfico da estrutura científica da pesquisa.	301
Gráfico 66 - Esquema gráfico das variáveis envolvidas no experimento.	303

Gráfico 67 - Fluxograma de atividades da equipe da Nottingham Trent University	306
Gráfico 68 - Fluxograma de atividades da equipe da University of Wales Institute, Cardiff	306
Gráfico 69 - Delineamento de um experimento ECC.....	320
Gráfico 70 - Fluxograma de acompanhamento do PDP da equipe de controle	325
Gráfico 71 - Fluxograma de acompanhamento do PDP da equipe experimental.....	326
Gráfico 72 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	327
Gráfico 73 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: de controle e experimental.	328
Gráfico 74 - Estatística das atividades de acompanhamento do PDP desenvolvidas pelas equipes.....	329
Gráfico 75 - Fluxograma de inclusão de usuários no PDP da equipe de controle (fonte: autor)	330
Gráfico 76 - Fluxograma de inclusão de usuários no PDP, equipe experimental (fonte: autor)	331
Gráfico 77 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	332
Gráfico 78 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	333
Gráfico 79 - Estatística das atividades de inclusão de usuários desenvolvidas pelas equipes.....	334
Gráfico 80 - Fluxograma do uso dos protótiposno PDP da equipe de controle	335
Gráfico 81 - Fluxograma do uso dos protótiposno PDP da equipe experimental.....	336
Gráfico 82 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	337
Gráfico 83 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	338
Gráfico 84 - Estatística das atividades de uso dos protótipos no PDP desenvolvidas pelas equipes.....	339
Gráfico 85 - Fluxograma de divisão de problemas do PDP, equipe de controle	340
Gráfico 86 - Fluxograma de divisão de problemas do PDP, equipe experimental.....	341
Gráfico 87 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	342
Gráfico 88 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	343
Gráfico 89 - Estatística das atividades de divisão de problemas do PDP desenvolvidas pelas equipes.....	344
Gráfico 90 - Fluxograma de continuidade do PDP da equipe de controle	345
Gráfico 91 - Fluxograma de continuidade do PDP da equipe experimental.....	346

Gráfico 92 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	347
Gráfico 93 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	348
Gráfico 94 - Estatística das atividades de continuidade do PDP desenvolvidas pelas equipes	349
Gráfico 95 - Fluxograma de custos do PDP da equipe de controle	350
Gráfico 96 - Fluxograma de custos do PDP da equipe experimental	351
Gráfico 97 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	352
Gráfico 98 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	353
Gráfico 99 - Estatística das atividades de custos desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental.....	354
Gráfico 100 - Fluxograma de comunicação no PDP da equipe de controle	356
Gráfico 101- Fluxograma de comunicação no PDP da equipe experimental	357
Gráfico 102- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	358
Gráfico 103- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	359
Gráfico 104- Estatística das atividades de comunicação desenvolvidas pelas equipes.....	360
Gráfico 105- Fluxograma de tempo no PDP da equipe de controle	361
Gráfico 106- Fluxograma de tempo no PDP da equipe experimental	362
Gráfico 107- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	363
Gráfico 108- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	364
Gráfico 109- Estatística do uso do tempo desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental.....	365
Gráfico 110- Fluxograma de integração no PDP da equipe de controle	369
Gráfico 111- Fluxograma de integração do PDP da equipe experimental.....	370
Gráfico 112- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	371
Gráfico 113- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	372
Gráfico 114- Estatística das atividades de integração desenvolvidas pelas equipes	373
Gráfico 115- Estatística de todos os indicadores desenvolvidos pelas equipes	374
Gráfico 116- Estatística de porcentagem de todos os indicadores desenvolvidos pelas equipes	375
Gráfico 117- Síntese do fluxograma atividades desenvolvidas pela equipe de controle.	377
Gráfico 118- Síntese do fluxograma atividades desenvolvidas pela equipe experimental.	380
Gráfico 119- Comparativo dos fluxogramas atividades desenvolvidas pelas equipes.....	382

Gráfico 120- Fluxograma de atividades de acompanhamento do PDP da equipe de controle.....	385
Gráfico 121- Fluxograma de atividades de acompanhamento PDP da equipe experimental.....	386
Gráfico 122- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.....	387
Gráfico 123- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.....	388
Gráfico 124- Estatística das atividades de acompanhamento do PDP desenvolvidas pelas equipes.....	389
Gráfico 125- Fluxograma de atividades de inclusão de usuários no PDP da equipe de controle.....	390
Gráfico 126 -Fluxograma de atividades de inclusão de usuários no PDP da equipe experimental.....	391
Gráfico 127 -Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.....	393
Gráfico 128 -Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.....	394
Gráfico 129 -Estatística das atividades de inclusão de usuários desenvolvidas pelas equipes.....	395
Gráfico 130- Fluxograma do uso de protótipos no PDP da equipe de controle.....	396
Gráfico 131- Fluxograma do uso de protótipos no PDP da equipe experimental.....	397
Gráfico 132- Fluxograma comparativo das atividades das equipes.....	398
Gráfico 133- Fluxograma comparativo das atividades das equipes.....	399
Gráfico 134- Estatística das atividades de uso do protótipos no PDP desenvolvidas pelas equipes.....	400
Gráfico 135- Fluxograma de divisão de problemas no PDP, equipe de controle.....	401
Gráfico 136- Fluxograma de divisão de problemas no PDP, equipe experimental.....	402
Gráfico 137- Fluxograma comparativo das atividades das equipes.....	403
Gráfico 138- Fluxograma comparativo das atividades das equipes.....	404
Gráfico 139- Estatística das atividades de divisão de problema no PDP desenvolvidas pelas equipes.....	405
Gráfico 140- Fluxograma de continuidade do PDP desenvolvido da equipe de controle.....	406
Gráfico 141- Fluxograma de continuidade do PDP desenvolvido da equipe experimental.....	408
Gráfico 142- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.....	409
Gráfico 143- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.....	410
Gráfico 144 -Estatística de atividades de continuidade do PDP desenvolvido pelas equipes.....	411
Gráfico 145- Fluxograma de custos do PDP desenvolvido da equipe de controle.....	412

Gráfico 146- Fluxograma de custos do PDP desenvolvido da equipe experimental.	413
Gráfico 147- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	414
Gráfico 148- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	415
Gráfico 149- Estatística dos custos desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental.....	416
Gráfico 150- Fluxograma das atividades de comunicação no PDP desenvolvido da equipe de controle.	417
Gráfico 151- Fluxograma das atividades de comunicação no PDP desenvolvido da equipe experimental.....	418
Gráfico 152- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	420
Gráfico 153- Estatística das atividades de comunicação no PDP desenvolvidas pelas equipes.....	421
Gráfico 154- Fluxograma do tempo no PDP desenvolvido da equipe de controle.	422
Gráfico 155- Fluxograma do tempo no PDP desenvolvido da equipe experimental.	423
Gráfico 156- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	424
Gráfico 157- Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.	425
Gráfico 158- Estatística do tempo no PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental.....	426
Gráfico 159- Fluxograma de atividades de integração no PDP da equipe de controle.	431
Gráfico 160- Fluxograma de atividades de integração no PDP da equipe experimental.	432
Gráfico 162- Estatística das atividades de integração no PDP desenvolvidas pelas equipes.....	434
Gráfico 163- Estatística de todos os indicadores desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental.....	435
Gráfico 164- Estatística de porcentagem dos indicadores desenvolvidos pelas equipes.....	436
Gráfico 165- Gráfico estatístico comparativo de todas as porcentagem dos indicadores pelas equipes.....	437
Gráfico 166- Síntese do fluxograma de atividades desenvolvidas pela equipe de controle.	438
Gráfico 167- Síntese do fluxograma geral de atividades desenvolvidas pela equipe experimental.....	441
Gráfico 168- Comparativo das sínteses dos fluxogramas gerais de atividades desenvolvidas pelas equipes.....	444

Lista de Tabelas

Tabela 01 – Macro fases proposta por diversos autores de metodologia.....	49
Tabela 02 – Localização das atividades de prototipagem nas metodologias.....	51
Tabela 03 – Tabela geral das atividades de prototipagem nas metodologias.....	55
Tabela 04 – Relação das micro fases das metodologias com as três macro fases	57
Tabela 05 – Novas relações entre as micro fases das metodologias	59
Tabela 06 – Quadro geral dos indicadores de eficiência do processo de design	92
Tabela 07 – Ocorrências de canais de comunicação para <i>Sketches</i>	101
Tabela 08 – Ocorrências de canais de comunicação para <i>Storyboards</i>	105
Tabela 09 – Ocorrências de canais de comunicação para Protótipos de Papel	109
Tabela 10 – Ocorrências de canais de comunicação para <i>Mockup</i> de baixa fidelidade.....	112
Tabela 11 – Ocorrências de canais de comunicação para <i>Rendering</i>	115
Tabela 12 – Ocorrências de canais de comunicação para animação.....	118
Tabela 13 – Ocorrências de canais de comunicação para modelo	121
Tabela 14 – Ocorrências de canais de comunicação para façade	123
Tabela 15 – Ocorrências de canais de comunicação para <i>Wizard of Oz</i>	129
Tabela 16 – Ocorrências de canais de comunicação para protótipo virtual	133
Tabela 17 – Ocorrências de canais de comunicação para <i>Mockup</i>	138
Tabela 18 – Ocorrências de canais de comunicação do <i>Mockup</i> digital.....	141
Tabela 19 – Ocorrências de canais de comunicação para Protótipo de alta fidelidade.....	144
Tabela 20 – Classificação do <i>Braindraw</i> em relação ao tipo de protótipo.....	150
Tabela 20 – Classificação do <i>sketchboard</i> em relação ao tipo de protótipo	151
Figura 08 - <i>Method Card</i> para aplicação do C-Sketch	152
Tabela 21 – Classificação do C-Sketch em relação ao tipo de protótipo	153
Figura 09 - <i>Method Card</i> para aplicação do C-sketch/685.....	154
Tabela 22 – Classificação do sketch685 em relação ao tipo de protótipo	154
Tabela 23 – Classificação do pictiol em relação ao tipo de protótipo.....	155
Tabela 24 – Classificação do <i>sketchboard Experience</i> em relação ao tipo de protótipo	157
Tabela 25 – Classificação do sketchboard Interaction em relação ao tipo de protótipo	159
Tabela 26 – Classificação do <i>sketchboard Motion Graphics</i> em relação ao tipo de protótipo.....	160
Tabela 27 – Classificação do card sorting em relação ao tipo de protótipo	162
Tabela 28 – Classificação do <i>sketchboard</i> em relação ao tipo de protótipo	165
Tabela 29 – Classificação do <i>paper in screen</i> em relação ao tipo de protótipo	167
Tabela 30 – Classificação do pictive em relação ao tipo de protótipo	168
Tabela 31 – Classificação da modelagem de massinha em relação ao tipo de protótipo.	170
Tabela 32 – Classificação do Cardboard em relação ao tipo de protótipo.....	171
Tabela 33 – Classificação do <i>foarmboard</i> em relação ao tipo de protótipo	172

Tabela 34 – Classificação da modelagem com isopor em relação ao tipo de protótipo	174
Tabela 35 – Classificação do screen shot em relação ao tipo de protótipo	175
Tabela 36 – Classificação do sketchboard em relação ao tipo de protótipo	176
Tabela 37 – Classificação do sketchboard em relação ao tipo de protótipo	177
Tabela 38 – Classificação do Rendering 2D em relação ao tipo de protótipo	179
Tabela 39 – Classificação do Rendering 3D em relação ao tipo de protótipo	180
Tabela 40 – Classificação do <i>flipbook</i> em relação ao tipo de protótipo	181
Tabela 41 – Classificação do Animatics em relação ao tipo de protótipo	182
Tabela 42 – Classificação do Stop motion em relação ao tipo de protótipo	184
Tabela 43 – Classificação do cut out animation em relação ao tipo de protótipo	185
Tabela 44 – Classificação do pixilation em relação ao tipo de protótipo	186
Tabela 45 – Classificação Motion Graphics em relação ao tipo de protótipo	187
Tabela 46 – Classificação do Animação 3D em relação ao tipo de protótipo	189
Tabela 47 – Classificação do plano seriado em relação ao tipo de protótipo	190
Tabela 48 – Classificação do Modelo Aramado em relação ao tipo de protótipo	191
Tabela 49 – Classificação do Clay modeler em relação ao tipo de protótipo	192
Tabela 50 – Classificação da modelagem com madeira em relação ao tipo de protótipo	194
Tabela 51 – Classificação do molde de silicone em relação ao tipo de protótipo	195
Tabela 52 – Classificação do Denin em relação ao tipo de protótipo	197
Tabela 53 – Classificação do Suede em relação ao tipo de protótipo	198
Tabela 54 – Classificação do powerpoint em relação ao tipo de protótipo	200
Tabela 55 – Classificação do Denin em relação ao tipo de protótipo	201
Tabela 56 – Classificação do CISP em relação ao tipo de protótipo	203
Tabela 57 – Classificação do Pidoco em relação ao tipo de protótipo	204
Tabela 58 – Classificação do Appsketcher em relação ao tipo de protótipo	206
Tabela 59 – Classificação do Axure Rp em relação ao tipo de protótipo	207
Tabela 60 – Classificação do Momento em relação ao tipo de protótipo	209
Tabela 61 – Classificação da Modelagem com poliuretano relação ao tipo de protótipo	211
Tabela 62 – Classificação do Vaccun forming em relação ao tipo de protótipo	212
Tabela 63 – Classificação do laminação com fibra de vidro em relação ao tipo de protótipo	214
Tabela 64 – Classificação do <i>Sketch</i> in the air em relação ao tipo de protótipo	215
Tabela 65 – Classificação do Hand in free space em relação ao tipo de protótipo	216
Tabela 66 – Classificação do 123D Catch em relação ao tipo de protótipo	218
Tabela 67 – Classificação do Digitalização 3D em relação ao tipo de protótipo	219
Tabela 68 – Classificação da Modelagem 3D em relação ao tipo de protótipo	221

Tabela 69 – Classificação da realidade aumentada em relação ao tipo de protótipo	222
Tabela 71 – Classificação da RP com pó em relação ao tipo de protótipo	223
Tabela 72 – Classificação da RP FDM em relação ao tipo de protótipo	225
Tabela 73 – Classificação da RP SLA em relação ao tipo de protótipo	226
Tabela 74 – Classificação da RP SLS em relação ao tipo de protótipo	227
Tabela 75 – Classificação da Fresadora CNC em relação ao tipo de protótipo.....	228
Tabela 76 – Classificação da router CNC em relação ao tipo de protótipo.....	230
Tabela 77 – Classificação do Ferramental Rápido em relação ao tipo de protótipo	231
Tabela 78 – Quadro geral de classificação de métodos	231
Tabela 79 – Classificação dos protótipos por fidelidade.....	240
Tabela 80 - Relação entre as áreas de design e os tipos de protótipos.....	241
Tabela 81 - Relação entre a finalidade e os tipos de protótipos.	242
Tabela 82 - Relação entre o propósito e os tipos de protótipos.	245
Tabela 84 – Planilha para avaliação dos níveis de maturidade do PDP.....	273
Tabela 84 – Cronograma de atividades do curso de métodos de prototipagem	311
Tabela 86 – Equipamentos disponibilizados aos alunos no CADEP	313
Tabela 85 – Equipamentos disponibilizados aos alunos no CADEP	314
Tabela 86 – Equipamentos disponibilizados aos alunos no LDMP.....	314
Tabela 87 – Materiais disponibilizados aos alunos para o desafio	315
Tabela 88 – Materiais de modelagem disponibilizados para o desafio.....	316
Tabela 89 – Representação de estudos longitudinais com grupos.....	320
Tabela 90 – Notas das avaliações dos projetos da equipe experimental e de controle	366
Tabela 91 – Notas das avaliações dos projetos da equipe experimental e de controle	427

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
2. DESIGN E METODOLOGIA	30
2.1. METODOLOGIA DE DESIGN: ORIGEM E EVOLUÇÃO	30
2.2. DESIGN E COMPLEXIDADE	37
2.3. A IMPORTÂNCIA DAS REPRESENTAÇÕES E PROTÓTIPOS NA METODOLOGIA DE DESIGN.....	40
3. PROCESSO DE DESIGN	48
3.1. ETAPAS DE DESIGN	49
3.2. INDICADORES DO PROCESSO DE DESIGN.	63
3.2.1. <i>Indicador do acompanhamento periódico do PDP</i>	63
3.2.2. <i>Indicador da inclusão e avaliação de parâmetros do usuário e do cenário</i>	67
3.2.3. <i>Indicador do uso e adequação dos protótipos às fases do PDP</i>	69
3.2.4. <i>Indicador da divisão de problemas em subproblemas</i>	74
3.2.5. <i>Indicador da Continuidade do fluxo de atividades no PDP</i>	77
3.2.6. <i>Indicador dos custos no PDP</i>	78
3.2.7. <i>Indicador da qualidade de comunicação, da gestão da informação e da tomada de decisões no PDP</i>	81
3.2.8. <i>Indicador do tempo nas fases e do processo de design</i>	86
3.2.9. <i>Indicador da qualidade e viabilidade do produto</i>	89
3.2.10. <i>Indicador da integração das fases do processo de design</i>	90
3.3. SÍNTESE DOS INDICADORES DO PROCESSO DE DESIGN.....	91
4. PROTÓTIPOS	95
4.1. CONCEITO.....	95
4.2. POTENCIAIS DE COMUNICAÇÃO	97
4.3. CLASSIFICAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	99
4.4. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PROTOTIPAGEM	148
4.4.1. <i>BrainDraw</i>	149
4.4.2. <i>Sketchboard</i>	150
4.4.3. <i>Colaborative Sketch (C-Sketch)</i>	152
4.4.4. <i>Sketch 685</i>	153
4.4.5. <i>PICTIOL</i>	155
4.4.6. <i>Storyboard de Experiência ou Cenário</i>	156
4.4.7. <i>Storyboard Interactions</i>	158
4.4.8. <i>Storyboard Motion Graphics</i>	159
4.4.9. <i>Card Sorting</i>	160
4.4.10. <i>Paper Prototyping</i>	163
4.4.11. <i>Paper in Screen</i>	166
4.4.12. <i>PICTIVE</i>	167
4.4.13. <i>Modelagem com Massinha</i>	169
4.4.14. <i>Cardboard (modelagem com papelão)</i>	170
4.4.15. <i>Foamboard (modelagem com cartão rígido)</i>	171
4.4.16. <i>Modelagem com Isopor (poliestireno expandido EPS)</i>	173
4.4.17. <i>Screen Shot (Curtis e Vertelney, 1990)</i>	174
4.4.18. <i>Rendering Manual</i>	175

4.4.19. <i>Rendering com Aerógrafo</i>	177
4.4.20. <i>Rendering Digital (2D)</i>	178
4.4.21. <i>Rendering Digital (3D)</i>	179
4.4.22. <i>Flipbook</i>	180
4.4.23. <i>Animatics</i>	181
4.4.24. <i>Stopmotion</i>	183
4.4.25. <i>Cut out Animation</i>	184
4.4.26. <i>Pixilation</i>	185
4.4.27. <i>Motion Graphics</i>	186
4.4.28. <i>Animação 3D</i>	187
4.4.29. <i>Plano Seriado</i>	189
4.4.30. <i>Modelo Aramado</i>	190
4.4.31. <i>Clay Modeler</i>	191
4.4.32. <i>Modelagem com Madeira</i>	193
4.4.33. <i>Modelagem com Molde de Silicone</i>	194
4.4.34. <i>DENIN</i>	195
4.4.35. <i>SUEDE</i>	197
4.4.36. <i>Powerpoint</i>	199
4.4.37. <i>Mockflow</i>	200
4.4.38. <i>Cooperative Interactive Storyboarding Prototyping (CISP)</i>	201
4.4.39. <i>PIDOCO</i>	203
4.4.40. <i>APP Sketcher</i>	205
4.4.41. <i>AXURE RP</i>	206
4.4.42. <i>MOMENTO</i>	208
4.4.43. <i>Modelagem com Poliuretano (PU)</i>	209
4.4.44. <i>Vaccun Forming</i>	211
4.4.45. <i>Laminação com fibra de Vidro</i>	212
4.4.46. <i>Sketch in the air</i>	214
4.4.47. <i>Hand in free space</i>	215
4.4.48. <i>123D Catch</i>	216
4.4.49. <i>Digitalização 3D</i>	218
4.4.50. <i>Modelagem 3D</i>	220
4.4.51. <i>Realidade Aumentada</i>	221
4.4.52. <i>Prototipagem Rápida (RP) com pó</i>	222
4.4.53. <i>Prototipagem Rápida (RP) FDM</i>	224
4.4.54. <i>Prototipagem Rápida (RP) SLA</i>	225
4.4.55. <i>Prototipagem Rápida (RP) SLS</i>	226
4.4.56. <i>Fresadora CNC</i>	227
4.4.57. <i>Router CNC</i>	229
4.4.58. <i>Ferramental Rápido (RF)</i>	230
4.5. <i>CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS E TÉCNICAS DE PROTOTIPAGEM</i>	231
4.6. <i>FUNÇÃO COMUNICATIVA DOS PROTÓTIPOS</i>	234
4.7. <i>NÍVEL DE FIDELIDADE DOS PROTÓTIPOS</i>	237
4.8. <i>ÁREA DO DESIGN</i>	240
4.9. <i>FINALIDADE DOS PROTÓTIPOS</i>	241
4.10. <i>PROPÓSITOS DOS PROTÓTIPOS</i>	242
4.11. <i>ESTÁGIOS DOS PROTÓTIPOS</i>	246

5. GESTÃO DO PROCESSO DE DESIGN	248
5.1. MODELOS DE GESTÃO	248
5.1.1. <i>Modelo sequencial (partial design)</i>	248
5.1.2. <i>Modelo de Engenharia Simultânea (total design)</i>	249
5.1.3. <i>Modelo do funil de desenvolvimento (Clark e Wheelwright)</i>	253
5.1.4. <i>Abordagem Phase Review (McGrath)</i>	254
5.1.5. <i>Abordagem Stage-Gates (Cooper)</i>	257
5.1.6. <i>Desenvolvimento de produtos LEAN</i>	264
5.1.7. <i>Abordagem do design for SIX Sigma (DFSS)</i>	267
5.1.8. <i>Abordagens do modelo da maturidade (CMMI do SEI) e (OPM3 da PMI)</i>	269
6. METODOLOGIA MEDIADA POR PROTÓTIPOS	275
6.1. CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA	275
6.2. CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA DIGITAL	284
6.3. CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA <i>PROTOTYPE-CARDS</i>	297
7. EXPERIMENTO: APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA	298
7.1. FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA	298
7.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	302
7.2.1. <i>Estruturação da amostra</i>	307
7.2.2. <i>Estruturação das Equipes</i>	308
7.2.3. <i>Capacitação das equipes sobre métodos e técnicas de prototipagem</i>	310
7.2.4. <i>Capacitação de uma das equipes com a metodologia proposta</i>	312
7.2.5. <i>Preparação do experimento</i>	312
7.2.6. <i>Realização do experimento</i>	318
7.2.7. <i>Métodos de estruturação, tratamento e análise dos dados</i>	319
7.2.8. <i>Apresentação dos resultados do experimento piloto</i>	322
7.2.9. <i>Apresentação dos resultados do experimento final</i>	383
7.3. SÍNTESE DOS RESULTADOS	446
7.4. VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA	451
8. CONCLUSÃO	452
REFERÊNCIAS	461
ANEXOS	474

1. INTRODUÇÃO

No final do século XVIII o mundo passava por grandes transformações geradas por novas demandas sociais. Essas promoveram a revolução industrial. Nesse período nasceram às bases das relações de trabalho que temos hoje: a sistematização do processo produtivo e posteriormente a sistematização do processo de design, através de metodologia de design adaptadas aquele contexto. Hoje, com a Globalização e um conjunto de novas demandas sociais, emerge uma nova revolução, a revolução digital. Com ela surgem novas demandas, novas tecnologias, novos processos produtivos e também é de se esperar, novas metodologias de design adaptadas a esse novo contexto.

Hoje, nas metodologias de design mais utilizadas no Brasil, percebemos uma hierarquia comum constituída das seguintes fases: (1) Contextualização e Conceitualização (2) Desenvolvimento e (3) Realização (ALCOFORADO, 2008). Contudo, nessas metodologias, constatamos que o uso do protótipo é previsto apenas para a fase final do desenvolvimento do projeto, o que pode limitar o designer e demais atores do processo de design na avaliação de aspectos importantes da: usabilidade, funcionalidade e estética das alternativas. Sendo assim, acreditamos que a seleção da alternativa e do tipo de protótipo a ser utilizado ocorre de forma intuitiva e/ou inadequada ao que se pretende comunicar e avaliar nas áreas e fases desse processo.

Temos definido o termo protótipo, como uma versão final do projeto ou produto que está sendo desenvolvido, em escala e materiais reais, porém segundo Baxter (1998, p. 243) “[...] no sentido mais lato, poderíamos nos referir a qualquer tipo de representação física construída com o objetivo de realizar os testes físicos”. Podemos ainda comungar com a visão ampliada do protótipo como: “uma aproximação do produto, do sistema ou de seus componentes de alguma forma para o claro propósito de implementação” (Kai, Fai e Chu-sing, 2003). Nesse sentido, “os protótipos poderiam ser baseados tanto no desenho de uma tela, feito em papel, simulação de vídeo de uma tarefa, um *mockup* de papel ou cartão ou uma peça moldada em metal” (ROGERS; SHARP; PREECE, 2002). Isso permite definimos o protótipo, de forma a cobrir todo o seu significado, como sendo: “Artefato físico ou digital desenvolvido para compreender, explorar, avaliar e

comunicar um ou mais atributos do produto que está sendo desenvolvido” (ALCOFORADO, 2007, p.39).

As diversas formas de representação dos protótipos dentro do processo de design possibilitam responder perguntas de forma concreta, materializando conceitos e tornando características tangíveis. Buchenau e Suri (2000, p. 424) descreve o protótipo como “uma forma de habilitar o time de design, usuários e clientes a ganhar em primeira mão a apreciação das condições existentes e futuras do produto”. Para Hartmann (2006, p.1) “o protótipo é o meio pivô de estruturação da inovação, colaboração e criatividade em design”. O autor enfatiza que “escritórios de design se orgulham de seus protótipos pois, acreditam que, criando protótipos os designers compreendem os problemas que eles precisam resolver”. Para Norman (1988), a combinação das representações externas e ferramentas físicas, possuem uma grande importância para extensão e apoio da habilidade das pessoas para realizar atividades cognitivas, ou seja, materializamos para expandir a nossa capacidade de percepção, criação, combinação e avaliação.

Existem diversas visões sobre a utilização dos protótipos no processo de design, para (Baxter, 1998, p.243) “o protótipo pode tomar um tempo muito grande em relação ao valor que pode adicionar ao projeto”, e ainda para Lansdale e Ormerod (1995, p 192.), “quanto maior o número de interações no processo de design menos eficiente e mais custoso será esse processo”. Esses aspectos podem induzir os leitores a reduzir a produção e uso dos protótipos. Contudo, acreditamos que ciclos iterativos, quando realizado com o protótipo adequado, tornam o desenvolvimento do produto mais eficiente, uma vez que disponibiliza uma ferramenta de gestão, avaliação e seleção de alternativas de design mais consistente, e ainda menos custosas, uma vez que, corrigir erros na fase de design é significativamente mais barato que detectá-las apenas na fase de produção.

Dessa forma, hoje as organizações estão apostando no aumento quantitativo dos ciclos iterativos de desenvolvimento de protótipos, como forma de aumento qualitativo dos produtos. Com vista nisso, estão instituindo um processo de prototipagem através de planilhas programadas, denominada por Schrage (1996, p. 9) de “prototipagem periódica”, que permitem uma avaliação da evolução do

produto por ciclos, dando ao gestor uma ferramenta eficiente de medida do progresso do produto.

Com essa crescente necessidade de avaliar os produtos em ciclos iterativos, surge uma maior necessidade de desenvolvimento de versões interativas dos projetos que tomam forma através dos protótipos. Isso pode justificar a emergência de novas tecnologias de prototipagem como: Prototipagem virtual, prototipagem rápida, manufatura rápida, ferramenta rápida e engenharia reversa. Essas surgem, com intuito de atender as novas demandas das indústrias, escritórios e profissionais de design, que necessitam testar mais em menos tempo. Contudo, precisamos estar conscientes das necessidades de cada fase e estágio de design, bem como da importância da escolha do protótipo adequado a cada uma delas, considerando fatores como propósito, audiência, esforço, tempo e custos envolvidos.

Sendo assim, essa pesquisa desenvolveu, diante das novas tecnologias de prototipagem e das possibilidades de uso dos protótipos em ciclos iterativos e periódicos de prototipagem, uma metodologia que possa facilitar a gestão do processo de design e conduzir a escolha do protótipo mais adequado ao que se pretende compreender, avaliar, explorar e comunicar, contribuindo para a criação de um processo fluído e uma melhor avaliação e seleção de alternativas, o que e possibilitará melhorar o processo de design e os produtos gerados a partir dele.

Questão de pesquisa:

Compreendendo os protótipos como mediadores de informação e comunicação, questionamos se, ao colocar o protótipo no centro do processo, podemos tornar o referido processo mais eficiente: (a) na comunicação e no gerenciamento de informações, (b) na maior utilização e melhor adequação do uso dos protótipos a cada fase e estágio de design, (c) na valorização e inserção do usuário ao longo de todo processo e (d) na melhor qualificação das avaliações, seleções de alternativas e tomadas de decisões?

Pressuposto:

A metodologia de design estruturada em ciclos iterativos e sistema periódico de prototipagem, quando realizados com os protótipos adequados, tornam a gestão da informação, a comunicação e a metodologia de design de produtos mais eficientes;

Objetivo principal:

- Desenvolver e validar uma metodologia de design mediada por protótipos.

Objetivos específicos:

- Ampliar e validar o modelo de seleção de protótipos desenvolvido durante a dissertação de mestrado, transformando-o em um aplicativo que permita auxiliar o designer na escolha do protótipo adequado para cada área, fase, estágio e propósito do processo de design;
- Transformar os ciclos iterativos com protótipos e sistemas periódicos de prototipagem em ferramenta de gestão de informação, comunicação, avaliação e seleção de alternativas no processo de design;
- Aplicar a metodologia desenvolvida na pesquisa em um experimento que reproduza as atividades práticas projetual com a finalidade de avaliar e validar a sua eficiência dentro do processo de design;

Além da estrutura metodológica, a pesquisa propõe construir: (1) um aplicativo online desenvolvido com referência em um modelo criado durante o mestrado, que permita auxiliar o designer na escolha do protótipo adequado para cada área, fase, estágio e propósito do processo de design; (2) Uma planilha que auxilie a transformar os ciclos iterativos com protótipos e sistemas periódicos de prototipagem em ferramenta de gestão de informação, comunicação, avaliação e seleção de alternativas no processo de design; (3) Cartões físicos com métodos e técnicas de prototipagem que facilitem a aplicação dos protótipos ao longo do processo de desenvolvimento de produtos e (4) uma ferramenta interativa que oriente os designers no uso dos métodos de avaliação mais adequados a cada estágio e demanda de avaliação do projeto ao longo do processo.

Organização do trabalho:

Embora a estrutura do trabalho se aproxime do formato: (1) fundamentação, (2) Desenvolvimento e (3) Conclusão, ele busca ao longo da fundamentação teórica estabelecer relações entre: a evolução das metodologias, as metodologias existentes e sobre o uso de protótipos no processo de design e paralelamente sintetizar os conhecimentos, organizando quadros que possam facilitar a compreensão do leitor. Esses são conduzidos para estruturação da metodologia e das ferramentas propostas pela pesquisa na fase de desenvolvimento. Ao final, a metodologia e as ferramentas propostas nesse estudo são validadas de forma experimental.

Experimento:

O experimento proposto reproduziu as atividades práticas projetuais em formato de desafio projetual, com duas equipes de estudantes do curso de design: uma equipe experimental, que utilizou a metodologia proposta e uma equipe de controle, que aplicou a metodologia ensinada e praticada na maioria dos cursos de design do Brasil.

A finalidade do experimento foi o de avaliar e validar a eficiência da referida metodologia e ferramentas durante o processo de desenvolvimento de novos produtos.

A avaliação desse experimento foi realizada a partir do mapeamento de todas as ações das equipes ao longo do processo de design, da utilização de 10 indicadores de eficiência construídos a partir da fundamentação teórica, da aplicação de métodos quantitativos e qualitativos que permitiram realizar o tratamento estatístico dos dados e a construção de gráficos que permitiram apresentar comparativamente a eficiência da metodologia proposta, conforme será apresentado nas conclusões do trabalho.

2. DESIGN E METODOLOGIA

2.1. Metodologia de design: Origem e evolução

Ao analisarmos a história de design, constatamos que o surgimento da metodologia de design, formalizada como temos hoje, possui relação direta com o aumento da complexidade projetual, com o contexto da época de seu surgimento e com a cientificação do conhecimento adotado pela escola de Design, Hochschule für Gestaltung (HfG-Ulm) na Alemanha (1952 a 1968).

O design quanto prática de projeto havia se tornado uma atividade muito complexa. Nesse sentido, o design precisava de uma teoria que correspondesse a sua complexidade. Complexidade essa formada não só pela constituição do objeto, pelo seu caráter interdisciplinar e transdisciplinar, mas, principalmente pela complexa multiplicidade do usuário.

Para Selle (1975) a elaboração dos fundamentos científicos do design inicia-se com a escola de Ulm. Nela, os métodos e procedimentos de planejamento e desenvolvimento dos produtos seguiam as pressões econômicas que orientavam uma racionalização dos processos, o que fez fortalecer as metodologias científicas.

Para Schneider (2010), a escola de Ulm pretendia ser uma escola independente da influência política e econômica do estado, para assim, exercer autonomia para realizar experimentos metodológicos e teóricos que pudessem não apenas desenvolver o bom design, mas, produzir influência sobre o fluxo dos acontecimentos.

Segundo o autor, nas décadas de 1950 e 1960, A escola superior de Design de ULM, forneceu a fundamentação teórica do design mais abrangente até hoje. Ela exerceu uma profunda influência sobre o design alemão e internacional nas décadas de 1960 a 1980.

Para Selle (1975), o impulso a cientificação da época se deve a diversos aspectos, entre eles: (1) amplitude e densidade dos problemas projetuais atuais, (2) a separação das fases de investigação, (3) a organização e desenho nas empresas industriais e a (4) especialização da atividade

projetual. Isso fez com que os designers necessitassem de uma colaboração científica.

Para Christopher Alexandre (1964) considerado um dos pais da metodologia de design, a necessidade de sistematização e planejamento do processo de design se deve a diversos fatores dos quais podem ser citados:

- Complexidade - O problema de projeto se tornaram por demais complexos para que sejam tratados de forma intuitiva
- Quantidade de informações – gerenciamento das informações envolvidas na solução de um problema. Dificuldade de coletar e manipular
- Quantidade de problemas – aumento significativo da quantidade de problemas envolvidos
- Espécies de problemas projetuais – Grande variação de problemas faz com que o design tenha dificuldade de experiências anteriores.

Nesse período surgem as primeiras metodologias formalizadas e diversos métodos para aplicação do notável desenvolvimento do conhecimento científico da época no processo de design, entre os quais podemos destacar:

(a) Horst Rittel (1973), já defendia que o processo de design deveria ser dividido em passos bem definidos, propondo a seguinte divisão:

- Compreenda e defina o problema
- Colete informações
- Análise as informações encontrados
- Desenvolva conceitos de soluções alternativas
- Avalie e reavalie as alternativas e descida por uma ou mais soluções
- Teste e implementação

- (b) Jones (1970) por sua vez defendia uma metodologia sistemática para o processo de design estruturado a partir de três fases: **(1) Análise; (2) Síntese e (3) Avaliação.** (1) Análise: Define a lista de requerimentos de design e as especificações a serem atendidas pelo projeto; (2) Síntese: procura-se e produzem-se soluções que possam atender aos requerimentos; (3) Avaliação: verifica-se se as alternativas de design atendem completamente os requerimentos de operação, manufatura e vendas definidos anteriormente.
- (c) Archer (1965) propunha uma estrutura do processo de design em três macro-fases: **(1) fase analítica, (2) fase criativa e (3) fase executiva.** Com as seguintes micro-fases: programação (características e plano de ação), coleta de dados, análise (identificação do problema e subproblemas, definição das especificações de design) síntese (proposta de design), desenvolvimento (desenvolver protótipos, validar os estudos) e comunicação (preparar documentação de fabricação).

A metodologia ganhava uma função estratégico-industrial, humana (relação homem x ambiente) e social, que permitiria ao designer descrever, articular sistematicamente, sequenciar os procedimentos, organizar os dados, desenvolver modelos matemáticos para solucionar os problemas, compreender e controlar os processos para a solução do problema projetual.

Nesse contexto, concursos estimulavam os designers a produzirem artefatos alinhados aos novos conceitos. Segundo Schneider (2010), em 1952, o concurso intitulado “Boa forma SWB”, premiava os melhores projetos que passavam a usar o selo de boa forma e qualidade voltada para o consumo de massa e mercado. Um design de Boa forma seria aquele com uma forma simples, funcional, atemporal, tecnológico, sustentável ecologicamente, com alto valor de uso, ergonomia, durabilidade e com uso de material adequado.

Tratando do desenvolvimento de produtos com preocupação ecológica, Burdek (2006) afirma que no início dos anos 70, o relatório “a fronteira do crescimento” divulgava que o crescimento industrial iria caminhar para o esgotamento das matérias-primas, crescimento da taxa populacional,

degradação do meio ambiente,... A partir dessas considerações globais um grupo da Hfg-Ulm o “des-in” , estimulados pelo concurso dos internacionais design Zentrum Berlim (IDZ), 1974 desenvolve as primeiras tentativas de um design de reciclagem. Isso ilustra a conexão entre as demandas sociais e da indústria com a racionalidade projetual desenvolvida na escola.

O autor relata que a década de 1950 era um período intenso, de crença na modernidade, satisfação com o presente e confiança no progresso, uma década que marca decisivamente o design com a profusão do “estilo internacional” e a importação pela Europa do estilo de vida americano, um renascimento do capitalismo europeu e o milagre econômico alemão. Esse gerou profundas mudanças na sociedade e cultura da Europa, principalmente a ocidental (Itália e Alemanha).

Sem dúvida, no período em que a Alemanha se dividia e ficava totalmente subordinada aos interesses capitalistas, foi também um momento de grande desenvolvimento da indústria, dos conhecimentos ergonômicos, de critérios de racionalidade e controle de produção (qualidade, confiabilidade)...

Segundo Selle (1975) o desenho industrial aparecia como a única possibilidade de resolver um dos grandes e complexos conflitos da época, a separação entre arte e vida, entre os artistas e os demais homens, uma vez que o artista era visto na sociedade como representante do individualismo e da aristocracia intelectual. Nesse sentido, o desenho industrial surge como interações mais funcionais, mais diretas e menos místicas, mas relacionadas às demandas da prática humana, da realidade psicológica dos homens e do seu ambiente.

Para o autor, o desenho industrial interage com muitas realidades distintas e com projetos de diversos graus de complexidade estrutural e funcional (bens de consumo. Bens de produção e bens de invenção). A partir do uso da metodologia, eles podem ser resolvidos da mesma maneira e assim seria possível criar relações entre os projetos, o que faz com que a sua utilização se torne indispensável para domínio do problema.

Assim, os métodos teriam em primeiro lugar a finalidade de se chegar à verdade e em segundo lugar, a finalidade de propiciar a tomada de decisões a partir dela, podendo inclusive permitir que essas decisões possam solucionar problemas e ser aplicados para mais de um caso.

Assim, a metodologia em desenho industrial seria então o conjunto dos métodos empregados no processo de projeção, embora essa não possa ser universal, ou seja, única e aplicada a todos os problemas.

Nessa época se dava uma particular importância aos procedimentos matemáticos destinados a problemas finitos (como programação linear, lógica matemática, teoria dos sistemas, de cálculo combinatório, dos grupos, das curvas, dos poliedros, da topologia e da informação), particularmente aplicados aos problemas de alta complexidade, o mais importante era empregar o método mais adequado a cada tipo de problema e a cada nível de complexidade.

Sendo assim, os métodos matemáticos poderiam ser aplicados no processo de análise dos produtos, na hierarquização dos problemas e subproblemas, as conexões entre diversos componentes.

Seguindo a metodologia de design de pensar de forma sistemática, ou seja, produtos complexos são quebrados em unidades que possam ser resolvidas e produzidas com uso de técnicas mais simples. Isso tem facilitado o pensamento analítico, a modulação, o transporte e a montagem.

Nesse sentido, segundo Pereira (2002), método, controle, ordem e racionalidade passaram a ser os fundamentos do novo ensino da escola de Ulm. Isso justifica a associação do surgimento da metodologia de projeto a escola e permite aos pesquisadores afirmarem:

“Não seria imaginável a metodologia de design, o pensamento sistemático, os métodos de análise e síntese, a justificativa e escolha das alternativas de projeto, sem a grande contribuição dessa escola” o autor complementa: a metodologia de design passava a se tornar ensinável, aprendível e com isso comunicável “ [Burdek, 2006]

Ferrão (2006) reforça, afirmando que o desenvolvimento da metodologia de design é indissociável do conceito de “*good design*” e da nova metodologia pedagógica de ensino de projeto praticada na Hfg-ULM, denominada “conceito Ulm”.

Dentre as principais contribuições da escola, no que se refere aos princípios e métodos utilizados, tem-se:

- O Desenvolvimento da metodologia de design
- Racionalismo (divisão de problemas em subproblemas)
- O contexto definindo a forma
- Uso de procedimentos dedutivos

A Hfg-ULM deixa como herança para o design, não apenas as suas contribuições para a cientificação do design e sistematização do processo projetual, mas algumas das principais referências sobre metodologia de projeto, até os dias atuais: Horst Rittel; Tomás Maldonado e Gui Bonsiepe.

Hoje, vê-se uma retomada das discussões sobre metodologia de projeto e os pontos utilizados para essa justificativa são bem semelhantes aos pontos discutidos nos anos 1950 e 1960 na época da escola de Hfg-Ulm. Questões relacionadas à complexidade do cenário e da atividade projetual, mudanças sociais e políticas, capitalismo e redução do ciclo de desenvolvimento de produtos, internacionalização dos produtos e até mesmo as questões de sustentabilidade, que iniciaram os questionamentos naquele período.

Dentre essas novas propostas metodológicas tem-se o Metadesign. Essa metodologia, diante da complexidade de um cenário fluido e dinâmico, propõe uma investigação mais profunda na fase anterior ao projeto (o projeto do projeto), incluindo uma redefinição do *briefing*, um planejamento da metodologia e das ferramentas que serão usadas no projeto e a necessidade de acompanhamento do projeto e do cenário no decorrer do projeto.

O modelo de metaprojeto ancora-se em três eixos principais:

(1) Mudança sistemática: Novos modelos para fazer as coisas com lógicas diferentes com novos desafios como o da sustentabilidade.

(2) Visões de Sustentabilidade: Fortalecimento de novos cenários aceitáveis socialmente.

(3) Qualidades sustentáveis: mudança do consumo de produtos para novos estilos de vida, qualidade de tempo,...

Charles Eames em Moraes (2010) afirma que **nesse cenário cada vez mais fluido, dinâmico e complexo**, em um momento em que a atividade do design está cada vez mais difusa, ser designer significa interagir com demais designers, parceiros e clientes. Nesse sentido, será necessário surgirem novas abordagens projetuais que considerem as interações e relações entre designers, usuários, empresários e demais atores.

Segundo Moraes (2010) a complexidade do projeto foi progressivamente aumentando em função da crescente complexidade do cenário: globalização, sustentabilidade, economia internacional, diversidade de comportamentos, culturas,... Por parte dos usuários. Com essa complexidade notada, o designer passa a navegar em um cenário menos objetivo e linear, em disciplinas mais relacionadas aos aspectos humanos que as ciências exatas (emoção, psicologia, fatores estéticos,... para descobrir os valores dos produtos para os seus consumidores e mercados).

Nesse sentido, acreditamos que desenvolver pesquisas que possam contribuir com a metodologia de projeto e ferramentas que possam auxiliar o designer na sua prática projetual dinâmica e complexa, poderão contribuir significativamente com a área e com os produtos gerados.

2.2. Design e complexidade

Vivemos em um contexto globalizado, onde a competitividade impulsiona cada vez mais as empresas locais a exercitarem práticas inovadoras como forma de adaptação, crescimento ou sobrevivência no mercado.

O fenômeno da globalização não é algo recente, “é um conjunto de processos, que vem se desenvolvendo com acelerações e desacelerações ao longo dos últimos cinco séculos” (VILAS, 1999).

Segundo Moraes (2010) antes da globalização de fato, época reconhecida por diversos autores como a da “primeira modernidade” (Beck, 1999; Bauman, 2002 e Branzi, 2006), tudo que se produzia era facilmente comercializado, quando a demanda era maior que a oferta, e o mercado, de abrangência regional. Esse período ficou definido por vários estudiosos como a época do “cenário estático” (Levitt, 1990; Mauri, 1996; Klein, 2001 e Finizio, 2002), quando prevaleciam mensagens de fáceis entendimentos e de previsíveis decodificações.

Hoje, em um cenário dinâmico, marcado pela aceleração do consumo e redução dos ciclos produtivos, as empresas precisam exercitar práticas inovadoras e investimentos em pesquisa e desenvolvimento, como estratégia de acompanhamento do mercado e dos seus concorrentes.

Para Bauman (2001) a modernidade imediata é 'leve', 'líquida', 'fluida' é infinitamente mais dinâmica que a modernidade 'sólida' que suplantou. Para o autor, a passagem de uma a outra acarretou profundas mudanças em todos os aspectos da vida humana.

Estas dinâmicas urbanas industriais criaram uma sociedade de série, condicionada a substituir e atualizar os produtos cada vez em ciclos de utilização mais reduzidos, sobre o pressuposto de atualização, modernidade, que na verdade vem instituindo uma sociedade marcada pela desvalorização e descartabilidade dos produtos.

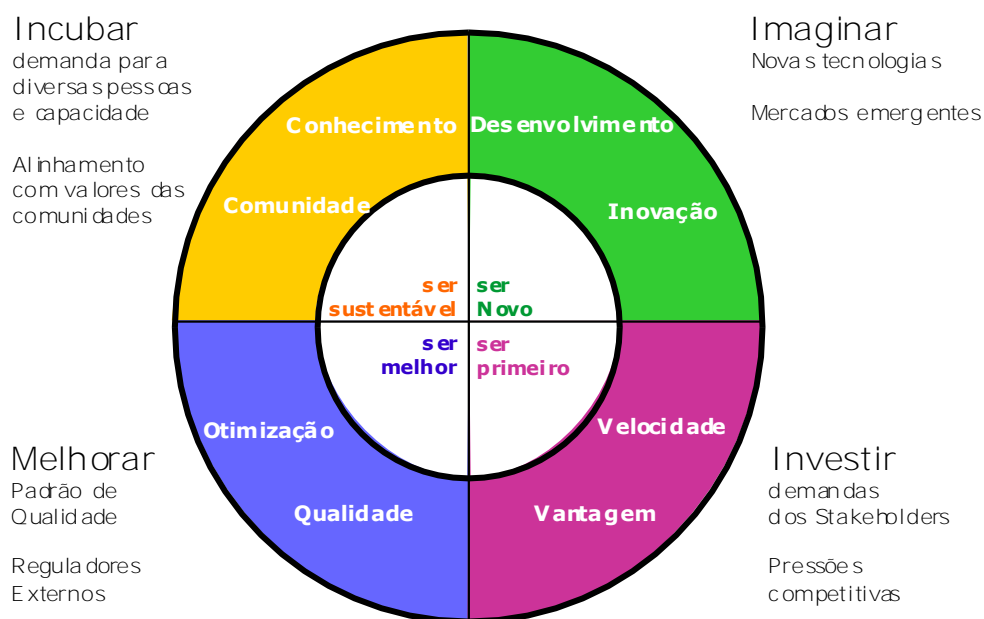
Esse contexto vem impondo a indústria reduzir cada vez mais o ciclo de desenvolvimento de novos produtos. A competição global salientou claramente a necessidade de melhoria de produtividade, os ciclos de vida mais curtos e a maior proliferação de produtos, além da fragmentação do mercado, indicam que a flexibilidade de manufatura é essencial para a viabilidade de longo prazo de várias firmas (STECKE e RAMAN, 1995) *apud* Dalcol e Zukin (1998).

Segundo Moraes (2010), nesse cenário fluído, é necessário constantemente alimentar o mundo pela inovação e diferenciação. Sendo assim, a formação em estratégia e inovação ganham destaque e as necessidades humanas (emoção, psicológicas,...) antes secundárias passam a ser primárias. Para o autor, com a complexidade notada, o design passa a navegar em um cenário menos objetivo e linear, em disciplinas mais relacionadas aos aspectos humanos que as ciências exatas (emoção, psicologia, fatores estéticos,... para descobrir o valor dos produtos para os seus consumidores e mercados). Passamos da técnica para a cultura tecnológica, da produção para a cultura produtiva, do projeto para cultura projetual. Um período complexo de grande incerteza.

Para DeGraff e Lawrence (2002), existem forças externas, tais como: as dinâmicas tecnológicas e as condições de mercado, que determinam o valor dos produtos, essas pressões precisam ser percebidas e antecipadas pelas empresas. O autor classifica essas forças em quatro eixos:

- (1) Imaginar: criação de cenários e uso de inovação radical ou incremental para desenvolvimentos de novos produtos no mercado;
- (2) Investir: dirigir a atenção aos *stakeholders* para acelerar o retorno financeiro aos investidores e a velocidade de desenvolvimento dos produtos;
- (3) Melhorar: a otimização e a qualidade, se adequando a padrões, normas e legislações;
- (4) Incubar: atendimentos as demandas sociais, valores das comunidades locais, responsabilidades socioambientais e criação de novos estilos de vida.

Gráfico 01 - Forças que definem os propósitos (fonte: DeGraff and Lawrence, 2002)



No gráfico, podemos verificar que as empresas e os designers precisam hoje produzir o novo, de forma rápida, com a melhor qualidade e adequada ao contexto ético, social e sustentável.

Segundo Ullman (2009, p.2) o mercado global promoveu a necessidade de desenvolver novos produtos em um ritmo muito rápido. Para competir neste mercado, uma empresa deve ser muito eficiente no projeto dos seus produtos. Segundo o autor, estima-se que 85% dos problemas com os novos produtos estão relacionados ao tempo de lançamento no mercado ou ao custo alto, e muitos desses são resultado de um processo de design pobre.

Arleth (2010, p.1) Apresenta dados que revelam que os novos produtos respondem atualmente por 33% das vendas das empresas e que os ciclos de vida de produtos estão ficando mais curtos: a Redução de 400% nos últimos 50 anos.

Cross (2005), ao analisar os diversos modelos de metodologia projetual apresentados, afirma que há a necessidade de melhorar as formas tradicionais de projeto e uma preocupação de desenvolver novos procedimentos. Uma das justificativas seria o aumento de complexidade nos

produtos modernos com uma grande variedade de novas demandas e de produtos que nunca existiram antes. Sendo assim, “uma abordagem nova e mais sistemática é necessária” (CROSS, 2005, p.45).

A análise desses aspectos apresentados sobre a redução do ciclo de desenvolvimento do produto, amplia a importância das pesquisas nas áreas de metodologia e gestão de desenvolvimento de produto e de métodos, técnicas e ferramentas que possam contribuir para um processo de design mais eficiente, de forma a atender essas demandas atuais de mercado e da indústria.

2.3. A importância das representações e protótipos na metodologia de design

Estudos realizados revelam a importância das representações como estratégia para ampliação de nossas capacidades mentais e habilidades cognitivas (Ullman et al.. 1990; Norman, 1993; Rogers et al., 2002). Dessa forma, a elaboração de desenhos, esboços, diagramas, mapas, notas, modelos etc. teriam uma função maior que puramente representar nossas ideias, elas permitiriam “externalizar” dados que dificilmente poderiam ser analisados apenas através de processos mentais, ou seja, no caso do design, contribuem para ampliarmos nossa capacidade cognitiva e no caso, projetuais.

Para Norman (1993), a combinação das representações externas e ferramentas físicas, possuem uma grande importância para extensão e apoio da habilidade das pessoas para realizar atividades cognitivas.

Ullman et al.. (1990) destaca alguns pontos importantes do uso de representações no processo de design:

- (1) Designers preferem o desenho como forma de representação dos objetos de design, ao invés de outras formas como texto e propostas. Talvez isso explique por que designers procuram sempre utilizar diagramas para representar estruturas de pesquisas ou caminhos para solução de problemas ao invés de apenas texto.

(2) *Sketches* possuem propriedades que os rascunhos formais não possuem. Segundo a teoria (Herbert's Theory), apresentada por Ullman, *sketches* funcionam como extensão da memória para imagens visuais presentes ou formadas no cérebro do designer. Assim, desenhos informais podem ser feitos mais rapidamente que desenhos formais o que permite uma melhor manipulação de ideias.

(3) Desenho é uma extensão necessária para o imaginário visual no processo de design. Sem os dados da representação externa os designers podem não compreender o problema substantivamente. Assim, o desenho é uma extensão para a limitada habilidade humana em visualizar objetos em seu cérebro.

(4) O desenho é uma transformação da imagem do produto existente no cérebro para outro meio externo, através de técnicas de representação. Nesse sentido, existe uma relação de correspondência entre dois vocabulários (interno e externo), assim o meio utilizado para representar uma ideia (desenho, modelo 3D, desenho CAD,...) influencia essa correspondência e requer uma implementação para a realização da transformação.

(5) Desenhos utilizam e determinam uma unidade cognitiva usada na formulação da imagem mental. Dessa forma, existe uma relação direta de dependência entre a estrutura e conteúdo do desenho em relação à imagem mental e como ela é formada no cérebro (Ullman chama isso de "*Cognitive Chunks*").

Para Rogers et al. (2002) o principal objetivo é explicar os benefícios cognitivos em usar diferentes representações para diferentes atividades cognitivas e processos envolvidos. As principais delas segundo as autoras são:

(1) Externalizamos para reduzir o peso na memória. Inúmeras estratégias têm sido desenvolvidas para reduzir o uso da memória. Podemos citar: o uso de agendas, diários, listas de compras, post-it... que permite-nos saber o que precisamos fazer a cada momento.

(2) Para evitar uma sobrecarga computacional. Esse processo ocorre quando utilizamos ferramentas ou equipamentos em conjunto com representações externas. Podemos citar como exemplo: a realização de cálculos simples como: 2×4 , podem ser resolvidos mentalmente, ao passo que cálculos complexos como: 237×315 , necessitam o uso de calculadoras ou lápis e papel para serem completadas, evitando a carga de esforço mental.

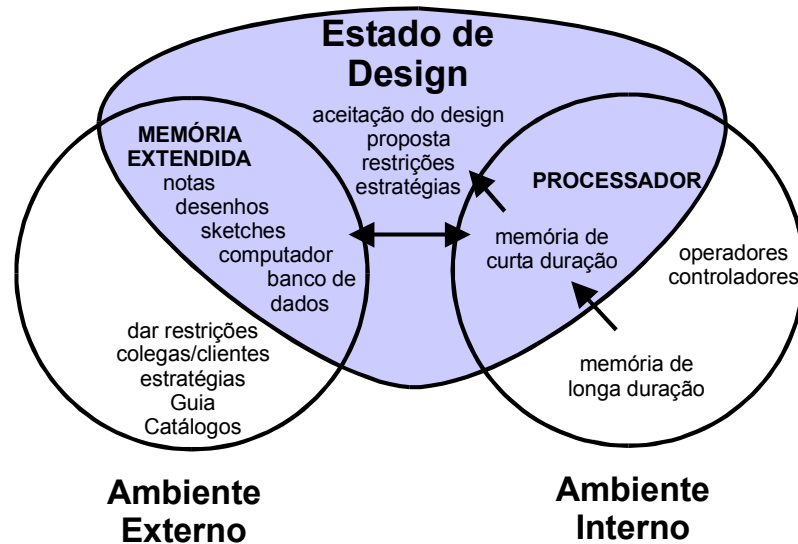
(3) Para reconstituição cognitiva e adição de comentários. Outra necessidade de externalizar através de representações é para que possamos ter a possibilidade de refletir sobre elas e acrescentar outros elementos como: notas, marcas, e outros detalhes que adicionem valor a representação e ao pensamento. Podemos citar como exemplo: a reorganização de listas e estruturas realizadas, o sublinhar de pontos mais importantes em um texto,...

Ullman (1997) explica: os métodos de design que tem utilizado e os conhecimentos que tem adquirido durante o trabalho, tem sido refinados através de suas experiências pessoais. Grande parte dessas experiências tem sido adquirida através de experimentos, durante a construção de protótipos. Isso faz com a gente possa compreender o seguinte: se os produtos podem passar por várias gerações de refinamento até atingir o ponto de maturidade e se esses experimentos ajudam a construir novas experiências pessoais, eles nos fazem designers mais experientes.

O autor explica que durante o processo de design ao depararmos com um problema novo, no qual não encontramos solução na memória de longa duração (LTM), usamos três estratégias: (1) decomparamos os problemas em subproblemas, (2) tentamos encontrar soluções para esses subproblemas e depois (3) recombinações as soluções para formar uma solução. Essas operações criativas são conhecidas como: decomposição e recombinação de pedaços cognitivos. Depois, essas soluções precisaram ser comparadas com outros modelos para que possamos tomar decisões. Nesse momento as representações externas novamente facilitam a realização dessa atividade.

O Modelo cognitivo de Newell e Simon (1972). Apresenta o ambiente do sistema de processamento de informações do design (IPS). (quadro 07).

Gráfico 02 - modelo cognitivo de Newell e Simon (fonte: Newell e Simon, 1972).



No modelo apresentado existe um espaço do processamento interno (ambiente interno), dentro do cérebro do designer e o espaço do processamento externo (ambiente externo), fora do cérebro do designer. No espaço interno, encontramos dois gêneros de memória: a memória de curta duração (STM), responsável pelas informações utilizadas para as operações de design, segundo estudos, rápida, porém limitadas a sete unidades cognitivas ou pedaços de informações simultâneos, e memória de longa duração (LTM), que possui conceitualmente capacidades infinitas, porém com baixa velocidade de acesso. Essa região da memória é responsável pelo processamento dos operadores e controladores do processo de design. Operadores esses, responsáveis pela resolução de problemas de design. No espaço externo, que chamaremos de “memória externa”, encontramos diversos meios de armazenamento do estado de design, que incluem as representações gráficas como: *sketches*, anotações, *storyboard*, protótipos virtuais e protótipos físicos.

“O ambiente externo - papel e lápis, computadores, livros - possui um número de funções no processo de design: é a fonte de informação, é uma capacidade analítica, é um facilitador de documentação e comunicação, e o mais importante para os designers, é uma extensão para a memória de curto prazo”. (ULLMAN, 2010, p.55)

Assim, acreditamos que o uso do protótipo dentro do processo de design dá ao design a possibilidade de responder perguntas de forma concreta, materializando conceitos e tornando características tangíveis. Com ele, o designer pode obter informações do contexto e explorar ideias através da produção de artefatos comunicativos e interativos.

“Eu acredito que se nos pensarmos primeiro sobre as pessoas e então testar, testar e testar novamente os protótipos de nosso design, nós teremos uma boa chance de criar soluções inovadoras que as pessoas irão valorizar e apreciar”. (MOGGRIDGE, 2006)

Brown (2008, p.88) tratando sobre o mito do gênio criativo, afirma que embora boas ideias possam surgir em mentes brilhantes, ele acredita no resultado que vem do trabalho centrado no ser humano, através de um processo criativo, seguido por ciclos iterativos de testes com protótipos e refinamento.

Jones e Marsden (2006) apontam três atividades que devemos explorar para trabalhar de forma efetiva com design interativo dentro do processo de design: (1) Compreender usuários: suas capacidades e limitações, detalhes de como vivem, o que fazem e usam (2) Desenvolver protótipos de design: criar representações do design para promover interações que possam demonstrar, alterar e discutir o design (3) Avaliação: cada protótipo é um estágio melhorado e refinado do anterior que evolui através de técnicas de avaliação que identifiquem pontos fortes e fracos do design e principalmente dar o poder e segurança a equipe de tomar decisões sobre a continuidade e descontinuidade do design.

Nesse sentido, podemos entender que a essência do processo de design pode ser concentrar em três atividades: Projetar, Construir e Avaliar. Nelas o protótipo é como peça fundamental do processo iterativo.

Alguns gráficos esquemáticos de outros autores permitem visualizar melhor essa estrutura:

Gráfico 03 - Modelo de processo de design de Gayle Curtis e Vertelney (1990, p.07).

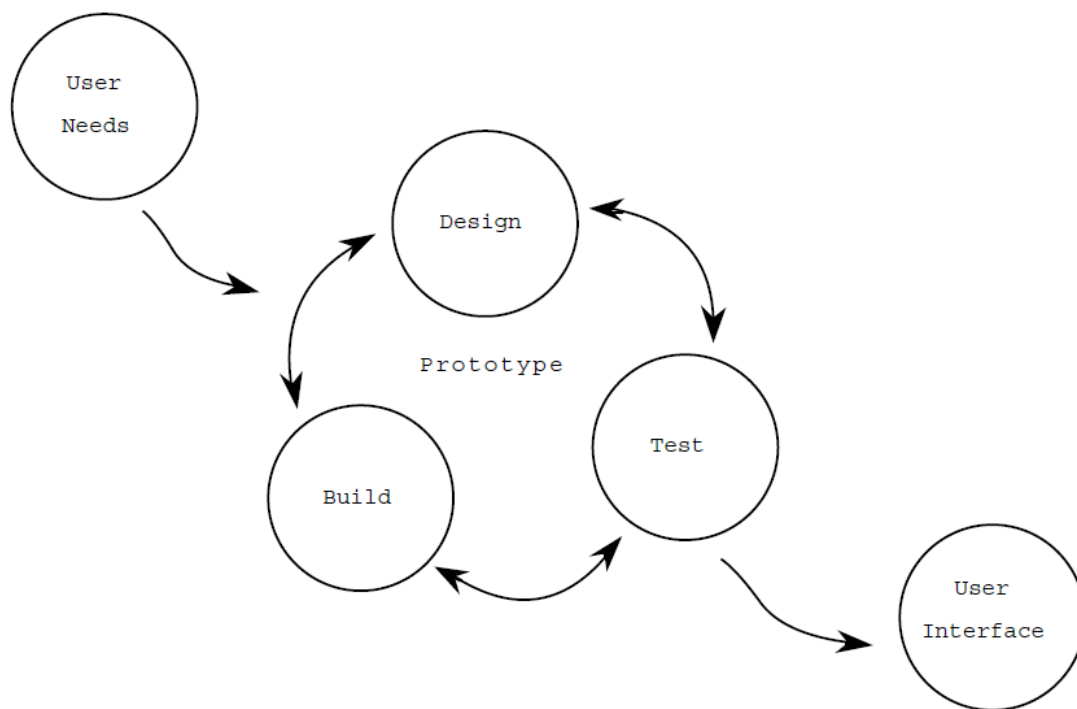


Gráfico 04 - Esquema de ciclo iterativo de expressão de ideias e testes proposto por Bill Verplank (2009, p.04).

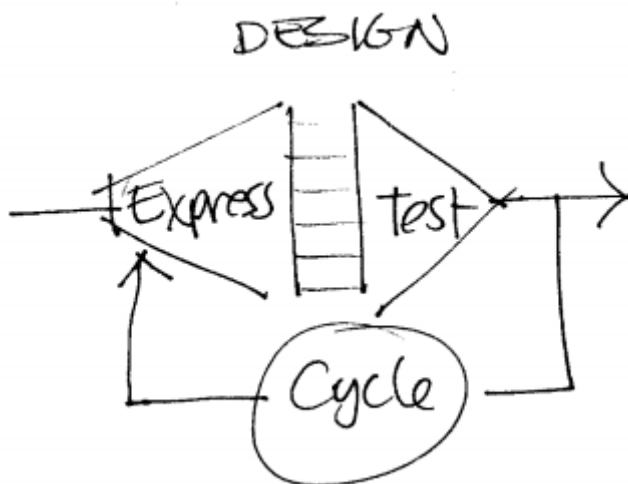
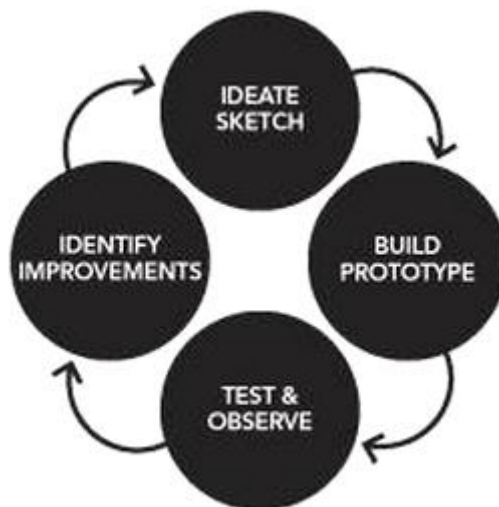


Gráfico 05 - Esquema do ciclo de testes proposto por Bjarki Hallgrimsson (2012, p.22).



Para Rogers et al. (2002), a atividade de design se divide em dois tipos: Conceitual e Físico. Elas relacionam o que o produto deverá fazer e como irá fazer, e afirmam que o design emerge de atividades repetidas de design-avaliação-redesign em ciclos envolvendo usuários. Para que isso ocorra, é necessário que o design gere uma versão interativa de sua ideia para que essa possa ser submetida a essas avaliações com usuários.

Avrahami e Hudson (2002) também concordam que o processo de design divide-se em exploração da forma e exploração da interatividade. Nesse sentido, percebemos que existem poucos protótipos interativos que permitem o designer explorar essas duas realidades em um só tipo, fazendo com que algumas características de definição da forma (design) possam ser exploradas através de um tipo e depois não possam ser reutilizadas para a exploração na outra etapa (avaliação).

Para Budde et al.. (1992), protótipos adequados fornecem aos usuários e gestores uma ideia tangível das soluções dos problemas, e a partir daí suporte para uma avaliação no modelo de sistema de informação. Para os desenvolvedores os protótipos constituem uma especificação executável que facilita avaliação de diferentes modelos e ajuda a reduzir as diferenças de interpretação.

Buchenau e Suri (2000) descreve protótipo como uma forma de habilitar o time de design, usuários e clientes a ganhar em primeira mão a apreciação das condições existentes e futuras do produto. Nessa interação estaria o conceito de “*experience prototype*”, ou seja, a experiência adquirida por intermédio da interação com os protótipos.

Alguns autores levantam que um dos problemas do processo tradicional é que muitas vezes o produto só começa a ser tridimensionalizado nas fases finais dos projetos ou já na fase de produção, e que muitas vezes nessas fases são detectados problemas que não são vistos em representações 2D, gerando uma volta no processo de design, para correções e *redesign*, que poderiam ser evitados se o protótipo 3D começa-se a ser desenvolvido mais cedo.

Segundo Guangchun et al.. (2004), no projeto tradicional, os desenhos 2D de um novo produto são passados para 3D apenas durante o processo de fabricação e só aí algumas revisões no projeto podem ser executadas o que não apenas prolonga o processo produtivo como também aumenta os seus custos.

Nesse ponto chegamos a um ponto chave de nossa pesquisa. Em que momento devem ser utilizados os protótipos? Que tipos de protótipos existem? O que o protótipo prototipa ou comunica e em que ele pode contribuir com o processo de Design? O primeiro passo seria compreender o processo de design e as atividades previstas nesse processo.

3. PROCESSO DE DESIGN

O processo de design é tido como uma sequência de atividades que visa atender novas necessidades e solucionar problemas, sendo na prática um processo contínuo de tomada de decisões.

Ullman (2010, p.40) apresenta que o processo de design se desenvolve por dois caminhos:

- (1) No primeiro caminho, o processo de design seria um processo contínuo de comparação entre o estado inicial de design e os requisitos gerados no início do processo, ou seja, considerando que todos os requisitos já são conhecidos antes do processo de desenvolvimento de alternativas;
- (2) No segundo caminho, considera que novos requisitos podem ser adicionados ao longo desse processo, ou pela experiência do designer ou pelo aprendizado do processo, o que contribui para restringir ainda mais as soluções possíveis para o problema.

Ullman (2010, p.17) divide o processo de design em sete ações básicas:

- Estabelecer a necessidade ou perceber o problema a ser resolvido.
- Planejar como o problema será resolvido.
- Entender o problema através do estudo de problemas semelhantes e estabelecer requisitos para resolução do problema.
- Gerar soluções alternativas.
- Avaliar as alternativas usando os requisitos estabelecidos
- Decidir quais as soluções aceitáveis.
- Comunicar os resultados

Na próxima sessão serão apresentadas as etapas do processo de design e como as atividades do processo de design se distribuem nelas.

3.1. Etapas de design

Com objetivo de mapear as etapas do processo de design, comparamos a estruturação das macro fases de estruturação do processo, analisando as metodologias de alguns dos mais conhecidos pesquisadores da área.

Esses autores estruturam o macro fases da seguinte forma:

Tabela 01 – Macro fases proposta por diversos autores de metodologia (fonte: autor).

Morris Assimov (1962)	Fase elementar	Fase Preliminar	Desenvolvimento final do produto	Construção Experimental	Fase Produção e consumo
Archer (1965)	Fase Analítica		Fase Criativa		Fase executiva
Gui Bonsiepe (1978)	Estruturação do problema		Desenvolvimento		Realização do Projeto
Bernd Loback (2001)	Fase de Preparação		Fase de Geração	Fase de Avaliação	Fase de Realização
Bruno Munari (2002)	Problema				Solução
Nigel Cross (2005)	Exploração		Geração	Avaliação	Comunicação
Henrique Rozenfeld (2007)	Planejamento do produto	Projeto Informacional	Projeto conceitual	Projeto Detalhado	Preparação para produção
Mike Baxter (2008)	Projeto Conceitual		Configuração do projeto	Projeto Detalhado	Engenharia de produção
David Ullman (2010)	Descoberta / Planejamento do projeto	Definição do produto	Design Conceitual	Desenvolvimento do produto	Suporte do produto
Principais Macro fase	PREPARAÇÃO		DESENVOLVIMENTO		REALIZAÇÃO

A partir dessa comparação, pode-se perceber em síntese que as macro fases estão estruturadas em: **(1) Preparação**, **(2) Desenvolvimento** e **(3) Realização**. Existem algumas divergências em relação ao posicionamento de algumas micro fases nas macro fases apresentadas. Contudo, podemos compreender que elas estão estruturadas da seguinte forma:

Na Fase **(1) Preparação**, está prevista a compreensão do verdadeiro problema ou necessidade projetual, ou seja, a principal motivação de todo processo. Para isso, será necessário o uso de ferramentas que possam viabilizar o levantamento e análise dessas informações a partir de usuários, mercado, cliente, fornecedores, produtos similares... dados referentes ao ciclo de vida dos produtos, questões ambientais, recursos naturais,... dados referentes à cultura e sociedade, costumes, crenças, organização social,... dados referentes à tecnologia, viabilidade, compatibilidade,... e as considerações sobre as suas dinâmicas através de levantamentos históricos e tendências. Em alguns projetos o problema pode ser decomposto em subproblemas, para que possam ser trabalhados de forma simplificada, separadamente. A partir da análise dos dados coletados serão definidos os requisitos projetuais preliminares.

Nessa fase está prevista também a geração das soluções preliminares de design a partir de requisitos gerados, usando técnicas como: *brainstorming* , *brainwriting* , caixa morfológica, biônica, método 635,... como metodologia de estímulo a criatividade. Nessa fase espera-se o surgimento do maior número possível de alternativas que atendam os requisitos preliminares definidos.

Na Fase **(2) desenvolvimento**, está previsto o desenvolvimento de atividades que empreguem métodos de avaliação e seleção das alternativas geradas na fase anterior, baseados nos critérios preliminares estabelecidos na primeira fase. Nessa fase, serão realizadas experimentação e exploração de materiais e tecnologias e as alternativas inviáveis serão eliminadas. Nela critérios podem ser redefinidos e apenas a melhor ou as melhores deveram seguir o processo de desenvolvimento. Novos ciclos de design e avaliação estão previstos até que o projeto alcance um nível de definição mais elaborado e aí possamos seguir para a fase seguinte.

Fases do Design											
Preparação					Desenvolvimento			Realização		Produção	
Fase Analítica					Fase Criativa			Fase executiva			
Gui Bonsiepe (1978)	Estruturação do problema					Desenvolvimento				Realização do Projeto	
	Descobrimto da Necessidade					Desenvolvimento de alternativas					
	Valorização da Necessidade										
	Formulação Geral do Problema					Detalhamento					
	Formulação Particular do problema										
	Fragmentação do problema					Otimização da solução adotada					
	Hierarquização dos problemas parciais										
Análise das soluções existentes					Construção de prova, Protótipo						
					Fabricação de Pré-série						

Fase de Preparação					Fase de Geração			Fase de Avaliação		Fase de Realização				
Bernd Loback (2001)	Conhecimento do problema					Produção de ideias					Realização da solução do problema			
	Coleta de Informações													
	Análise das informações					Geração de Alternativas					Nova avaliação da Solução			
	Escolha dos métodos													
	Problemas					Exame de alternativas					Projeto Mecânico e Estrutural			
						Processo de Seleção					Desenvolvimento de Modelos			
						Processo de Avaliação					Desenho técnico e de apresentação			

Problema								Solução				
Bruno Munari (2002)	Definição do problema								Desenho de construção			
	Componentes do problema											
	Coleta de dados											
	Análise dos dados											
	Criatividade											
	Materiais e Tecnologias											
	Experimentação											
	Modelo											
	Verificação											

		Fases do Design										
		Preparação			Desenvolvimento			Realização			Produção	
Rozenfeld et al. (2006)		Planejamento do produto		Projeto Informacional		Projeto conceitual			Projeto Detalhado			Preparação para produção
				Definir escopo do produto e projeto				Modelar funcionalmente o produto				
		Preparar cronograma, atividades e sequencia				Desenvolver princípios de soluções e alternativas					Planejar e produzir lote piloto	
		Avaliar riscos e viabilidade econômica				Analisar sistemas e subsistemas e componentes SSCs					Homologar processo e otimizar a produção	
		Revisar e atualizar o escopo do produto				Definir ergonomia e estética					Desenvolver processo de produção e manutenção	
		Detailhar ciclo de vida do produto				Definir fornecedores e parcerias						
		Definir Requisitos dos clientes				Selecionar a concepção do produto						
		Definir Especificações meta do produto				Criar, detalhar os SSCs Documentação e configuração						
						Planejar processo de fabricação e montagem						
						Avaliar os SSCs, configuração e documentação						
						Otimizar produto e processo						
						Criar material de suporte do produto						
						Testar e homologar o produto						
						Enviar documentação aos parceiros						

		Fases do Design											
		Preparação			Desenvolvimento			Realização			Produção		
Mike Baxter (2008)		Projeto Conceitual			Configuração do projeto			Projeto Detalhado			Engenharia de produção		
				Levantamento de informações					Geração de ideias				
		Especificação preliminar					Seleção de ideias, usando como referência as especificações					Planejamento da produção	
		Revisão da especificação					Análise das possibilidades de falhas e seus efeitos					Protótipo de produção	
		Versão final da especificação					Construção e teste do protótipo						
		Projeto conceitual					Montagem geral						
						Projeto de componentes							
						Protótipo Experimental							
						Testes de desempenho físico							
						Projeto para a fabricação							

Tabela 03 – Tabela geral das atividades de prototipagem nas metodologias (fonte: autor).

	Fases do Design															
	Preparação				Desenvolvimento				Realização				Produção			
Morris Assimov (1962)																
Archer (1965)																
Gui Bonsiepe (1978)																
Bernd Loback (2001)																
Bruno Munari (2002)																
Jorge Frascara (2004)																
Nigel Cross (2005)																
Rozenfeld et al. (2006)																
Mike Baxter (2008)																

A partir das tabelas apresentadas podemos visualizar os seguintes pontos:

- A atividade de prototipagem se concentra nas fases de desenvolvimento e realização. Não observamos o uso dos protótipos na fase de Preparação, onde se define problema e se recolhe dados preliminares dos usuários.
- Em muitas delas a prototipagem aparece após o processo de avaliação e seleção de alternativas, ou seja, com a finalidade apenas de visualizar a solução de design escolhida.
- A prototipagem não é tida nas metodologias como uma atividade sistematizada, ou seja, definida periodicamente a partir das demandas do processo de desenvolvimento dos produtos.
- Nas metodologias, não foram observadas orientações ou ferramentas que auxiliem o design na escolha do protótipo adequado ao que se pretende avaliar no design.
- As metodologias de design não refletem em suas estruturas a criação de ciclos iterativos de geração, construção e teste, nem apresenta ferramentas para orientar a escolha do protótipo adequado para

construção e realização de testes e avaliações, o que pode limitar o processo de tomada de decisões;

Nesse sentido, poderíamos questionar:

- a) É possível avaliar e selecionar a melhor alternativa de design sem o uso de protótipos? Considerando que uma avaliação de design deve considerar aspectos relacionados às questões estéticas, de funcionalidade e usabilidade.
- b) É possível definir adequadamente o problema projetual sem o uso de protótipo, mesmo de baixa fidelidade, na fase de Preparação? Fase onde deveriam ser diagnosticados e definidos parâmetros e especificações com base na pesquisa dos usuários, do contexto e do mercado.
- c) Concentrar as atividades de prototipagem nas fases finais do projeto, não impede de diagnosticar antecipadamente problemas, que poderiam ser corrigidos nas fases iniciais de design, normalmente menos custosas?
- d) A falta de ferramentas e métodos que indiquem qual o protótipo mais adequado a cada fase, estágio e propósito de design, não dificulta a escolha adequada, o processo de avaliação e seleção de alternativas, tornando o processo de desenvolvimento de produtos impreciso e custoso?

Para Brown (2008), o processo de design ultimamente passa por três espaços: (a) Inspiração, onde se definem os problemas e as oportunidades, ou seja, a razão para se procurar soluções; (b) Ideação, onde se geram, desenvolvem e testam-se ideias para resolver o problema e (c) implementação, onde se traça um caminho para o mercado.

Nesse artigo “*design thinking*”, Brown (2008, p. 90) destaca algumas qualidades de designers pensadores, entre elas: (a) ter uma abordagem centrada no ser humano, mesmo com os negócios e tecnologias, devemos manter o foco no comportamento humano, nas suas necessidades e preferências; (b) Teste cedo e muitas vezes, criar uma expectativa em experimentações rápidas e protótipos desde o início do projeto, medir o

avanço com os protótipos durante o processo; (c) Procure ajuda externa, envolva consumidores e fabricante no processo de inovação e criação com auxílio de ferramentas de rede na web 2.0. (d) Pensamento integrador, integra o pensamento analítico com a capacidade de ver todos os aspectos, mesmo os contraditórios, que podem ajudar a criar ideias inovadoras; (e) experimentalismo, ideias inovadoras não vem de ajustes incrementais e sim de explorar soluções em caminhos criativos (f) colaboração, integrar pessoas de diferentes visões e competências em torno de um problema.

Visando compreender as relações das macro fases das metodologias de design pesquisadas com as três macro fases definidas anteriormente e ainda compreender a relação das micro fases entre metodologias visando construir novas categorias, estruturamos a Tabela 04:

Tabela 04 – Relação das micro fases das metodologias com as três macro fases (autor)

		Fases do Design					
		Preparação		Desenvolvimento			Realização
Bernd Lobach (2001)		Fase de Preparação		Fase de Geração	Fase de Avaliação	Fase de Realização	
			Análise de necessidade				
	Análise da relação social (homem produto)						
	Análise da relação com o ambiente (produto ambiente)						
	Desenvolvimento histórico						
	Análise do Mercado						
	Análise da Função (funções práticas)						
	Análise estrutural (estrutura de Construção)						
	Análise da configuração (Funções estéticas)						
	Análise de Materiais e processos de fabricação						
	Patentes, Legislação e normas						
	Análise de Sistema de produtos (produto – Produto)						
	Distribuição, montagem, serviço à clientes, manutenção						
	Descrição das características do produto						
	Exigências para com o novo produto						
	Conceitos do design						
	Alternativas de Solução						
	Esboços das ideias						
	Modelos						
	Avaliação das Alternativas de Design						
	Escolha da Melhor solução						
	Incorporação das características ao novo produto						
	Projeto Mecânico						
	Projeto estrutural						
	Configuração dos detalhes (raios, elementos de manejo)						
	Desenvolvimento de modelos						
	Desenho técnico, desenho de representação						
	Documentação do projeto, relatórios						

Nigel Cross (2005)		Métodos de Design						
		Preparação		Desenvolvimento		Realização		Produção
		Exploração		Geração	Avaliação	Comunicação		
	Método da árvore de objetivos			Método do quadro morfológico		Método de engenharia de valor		
	Método de Análise da Função			Método de ponderação de objetivos				
	Método de especificação de Performance							
	Clinica de Produtos							
	Método de desdobramento da função qualidade							

Rozenfeld et al. (2006)		Fases do Design						
		Preparação		Desenvolvimento		Realização		Produção
		Planejamento do produto	Projeto Informacional	Projeto conceitual		Projeto Detalhado		Preparação para produção
	Definir escopo do produto e projeto			Modelar funcionalmente o produto		Criar, detalhar os SSCs Documentação e configuração		
	Preparar cronograma, atividades e sequencia			Desenvolver princípios de soluções e alternativas				
	Avaliar riscos e viabilidade econômica			Analisar sistemas e subsistemas e componentes SSCs				
	Revisar e atualizar o escopo do produto			Definir ergonomia e estética				
	Detailhar ciclo de vida do produto			Definir fornecedores e parcerias		Planejar processo de fabricação e montagem		
	Definir Requisitos dos clientes			Selecionar a concepção do produto				
	Definir Especificações meta do produto							
						Avaliar os SSCs, configuração e documentação		
						Otimizar produto e processo		
						Criar material de suporte do produto		
						Testar e homologar o produto		
						Enviar documentação aos parceiros		
						Obter e instalar recursos de fabricação		
						Planejar e produzi lote piloto		
						Homologar processo e otimizar a produção		
						Desenvolver processo de produção e manutenção		

Fases do Design													
Preparação				Desenvolvimento				Realização				Produção	
Descoberta do produto e Planejamento do projeto		Definição do produto		Design Conceitual				Desenvolvimento do produto		Suporte do produto			
David Ullman (2010)	Identificar oportunidades												
	Planejamento de pessoas (time de design) e recursos												
	Estimativa de custos												
	Planejamento da sequencia de tarefas												
	Identificação dos consumidores												
	Geração dos requerimentos dos consumidores												
	Avaliação dos competidores (com requerimentos)												
	Gerar especificações de engenharia/design												
	Definir parâmetros para a performance												
	Geração de conceitos												
	Avaliação de conceitos												
	Decisão da Escolha dos conceitos												
	Documentação e comunicação												
	Refinamento do planejamento												
Aprovação do conceito													
Gerar produto													
Avaliar produto													
Documentar e Comunicar													
Protótipo para aprovação do produto													
Decisão de escolha do produto													
Desenvolvimento do documento de design													
Suporte para vendedores, consumidores e montagem													
Manter engenharia de mudanças													
Aplicar patentes													
Retirar produto *													

Ao estruturamos as micro fases, conseguimos perceber semelhanças que permitem definir novas categorias que poderão contribuir para a construção das macro fases de nossa metodologia (ver Tabela 05)

Tabela 05 – Novas relações entre as micro fases das metodologias (fonte: autor).

Macro fases	Atividades Gerais	Autores	Microfases
PREPARAÇÃO	Compreensão dos Usuários	Bernd Lobach (2001)	Análise de necessidade
			Análise da relação social (homem produto)
			Serviço à clientes
		Nigel Cross (2005)	Clínica de Produtos
			Método de desdobramento da função qualidade
		Rozenfeld et al. (2006)	Definir Requisitos dos Clientes
		David Ullman (2010)	Identificação dos Consumidores
	Geração dos requerimentos dos consumidores		

Compreensão do cenário, mercado e dos competidores	Bernd Lobach (2001)	Desenvolvimento histórico	
		Análise do Mercado	
		Patentes, Legislação e normas	
	Nigel Cross (2005)		
	Rozenfeld et al. (2006)	Avaliar riscos e viabilidade econômica	
	David Ullman (2010)	Identificar oportunidades	
		Estimativa de custos	
		Avaliação dos competidores (com requerimentos)	
	Compreensão do produto	Bernd Lobach (2001)	Análise da relação com o ambiente (produto ambiente)
			Análise da Função (funções práticas)
			Análise estrutural (estrutura de Construção)
			Análise da configuração (Funções estéticas)
Análise de Materiais e processos de fabricação			
Análise de Sistema de produtos (produto – Produto)			
Nigel Cross (2005)		Distribuição, montagem, serviço à clientes, manutenção	
		Método de Análise da Função	
Rozenfeld et al. (2006)		Método de especificação de Performance	
David Ullman (2010)		Detalhar ciclo de vida do produto	
Empresa	David Ullman (2010)	Planejamento de pessoas (time de design) e recursos	
Definição de requisitos projetuais e de performance	Bernd Lobach (2001)	Exigências para com o novo produto	
		Descrição das características do produto	
	Nigel Cross (2005)	Método de especificação de Performance	
	Rozenfeld et al. (2006)	Definir Especificações meta do produto	
	David Ullman (2010)	Planejamento da sequencia de tarefas	
		Gerar especificações de engenharia/ Design Definir parâmetros para a performance	

Macrofases	Atividades Gerais	Autores	Microfases
DESENVOLVIMENTO	Gerar	Bernd Lobach (2001)	Conceitos do design
			Alternativas de Solução
			Esboço das ideias
		Nigel Cross (2005)	Método do quadro morfológico
		Rozenfeld et al. (2006)	Desenvolver princípios de soluções e alternativas
			Definir ergonomia e estética
		David Ullman (2010)	Geração de conceitos
	Construir	Bernd Lobach (2001)	Modelos
		Nigel Cross (2005)	
		Rozenfeld et al. (2006)	Modelar funcionalmente o produto
		David Ullman (2010)	
	Testar/ Avaliar	Bernd Lobach (2001)	Avaliação das Alternativas de Design
			Escolha da Melhor Solução
		Nigel Cross (2005)	Método de ponderação de objetivos
		Rozenfeld et al. (2006)	Analisar sistemas e subsistemas e componentes SSCs
			Definir fornecedores e parcerias
		David Ullman (2010)	Avaliação de conceitos
			Decisão da Escolha dos conceitos
	Selecionar /Aprovar	Bernd Lobach (2001)	Incorporação das características ao novo produto
		Nigel Cross (2005)	
Rozenfeld et al. (2006)		Selecionar a concepção do produto	
David Ullman (2010)		Documentação e comunicação	
		Refinamento do planejamento	
		Aprovação do conceito	

Macrofases	Atividades Gerais	Autores	Microfases
REALIZAÇÃO	Detalhar	Bernd Lobach (2001)	Projeto Mecânico
			Projeto estrutura
			Configuração dos detalhes (raios, elementos de manejo)
		Nigel Cross (2005)	
		Rozenfeld et al. (2006)	Criar, detalhar os SSCs Documentação e configuração
	Planejar processo de fabricação e montagem		
	David Ullman (2010)		
	Construir	Bernd Lobach (2001)	Desenvolvimento de modelos
		Nigel Cross (2005)	
		Rozenfeld et al. (2006)	Criar material de suporte do produto
	David Ullman (2010)	Gerar produto	
	Testar/ Avaliar	Bernd Lobach (2001)	
		Nigel Cross (2005)	Método de engenharia de valor
		Rozenfeld et al. (2006)	Avaliar os SSCs, configuração e documentação
			Otimizar produto e processo
			Testar e homologar o produto
		David Ullman (2010)	Avaliar produto
	Protótipo para aprovação do produto		
Decisão de escolha do produto			
Documentar/ Aprovar	Bernd Lobach (2001)	Desenho técnico, desenho de representação	
		Documentação do projeto, relatórios	
	Nigel Cross (2005)		
	Rozenfeld et al. (2006)	Enviar documentação aos parceiros	
	David Ullman (2010)	Documentar e Comunicar	
		Desenvolvimento do documento de design	
Suporte para vendedores, consumidores e montagem			

Na Tabela 05 definimos na fase de desenvolvimento e realização princípios de realização de ciclos iterativos, defendidos pela nossa metodologia, e pudemos observar que nem todas as metodologias pesquisadas seguem esse princípio do design iterativo de: gerar, construir, avaliar selecionar.

3.2. Indicadores do processo de design.

Do dicionário, *indicador* é o que indica, que dá a conhecer, que serve de guia. Para o processo de design, no sentido de eficiência, podemos afirmar que indicadores são parâmetros que permitem dimensionar e identificar o quão eficiente é um processo em relação a outro, ou a um determinado referencial.

Segundo Ullman (2009, p. 3), as principais medidas de eficácia do processo de design são: (a) o custo do produto, (b) a qualidade e o (c) tempo de lançamento no mercado. Para o autor, o cliente e a gestão, sempre querem um produto que tenha o menor custo, a melhor qualidade e seja produzido em menos tempo.

Contudo, existem outros aspectos que podem e devem ser considerados como indicador de eficiência e qualidade durante o desenvolvimento de produtos. A partir de pesquisa em referências sobre: metodologia de design, gestão de desenvolvimento de produtos e gestão de produção, pudemos identificar algumas características que indicam qualidade e eficiência durante o processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Na próxima sessão apresentaremos 10 indicadores encontrados, que possuem uma maior relevância para que possamos utilizar como balizadores de uma avaliação do processo. São eles:

3.2.1. *Indicador do acompanhamento periódico do PDP*

Esse indicador busca verificar as ferramentas e métodos utilizados para o acompanhamento do PDP, ou seja, verifica as metas estabelecidas e o modo como a equipe acompanha o seu atendimento e o desempenho durante o projeto, de forma sistematizada. Isso é importante para assegurar a qualidade das soluções geradas e a gestão do processo como um todo.

Fixar metas para o novo produto não vai adiantar muito, se isso não for acompanhado e avaliado durante todo o processo. Verificar o que está acontecendo e comparar aquilo que foi realizado com o que estava previsto periodicamente, é a única maneira de descobrir se as coisas estão caminhando no rumo certo. (BAXTER, 2000, p.4)

Arleth (2010, p. 2) comenta que a maioria das empresas não medem o desempenho e as práticas de desenvolvimento de produtos. Entre os pontos apresentados pelo autor, podemos citar:

1. Cerca de um terço das empresas não medem sistematicamente a sua taxa de sucesso de um produto.
2. A maioria das empresas não medem o quão bem ou mal está sendo o seu processo de desenvolvimento de produto. Ao não estabelecer uma pontuação para o desenvolvimento de novos produtos NPD, ela torna imensurável os resultados desses produtos.

Para Rozenfeld (2006) tratando do gerenciamento das incertezas no processo:

“O segredo de um bom desenvolvimento de produtos, é assim, garantir que as incertezas sejam minimizadas por meio da qualidade das informações, e que, a cada momento de decisão, exista uma controle constante dos requisitos a serem atendidos e uma vigilância das possíveis mudanças de mercado”. (ROZENFELD, 2006, p.7).

Segundo Baxter (2000, p. 195) uma das ferramentas que podem ser usadas para o processo de acompanhamento de seleção de conceitos é o processo de convergência controlada desenvolvido por Stuart Purg. Nele um conjunto de conceitos vão sendo gerados, avaliados, selecionados, misturados e novamente avaliados, em ciclos, até se chegar a um conceito selecionado. Esses ciclos utilizam um conceito referencial, melhor proposta concorrente de cada ciclo, os novos itens do produto avaliado então recebem pontuação +1, 0 ou -1 (para melhor, igual ou pior que a do referencial). Nesse caso, os ciclos se encerram

quando nenhum dos itens dos novos produtos conseguir valor superior a 0.

Baxter (2000, p. 225) apresenta algumas ferramentas de acompanhamento da qualidade do projeto denominada gráfico de Gantt e grafo PERT (*Programme Evaluation and Review*) que permitem realizar uma programação, acompanhamento e ligações de precedência das tarefas.

Gráfico 06 – Gráfico de Gantt com a duração das etapas do desenvolvimento do produto (fonte: Baxter, 2000, p.225)

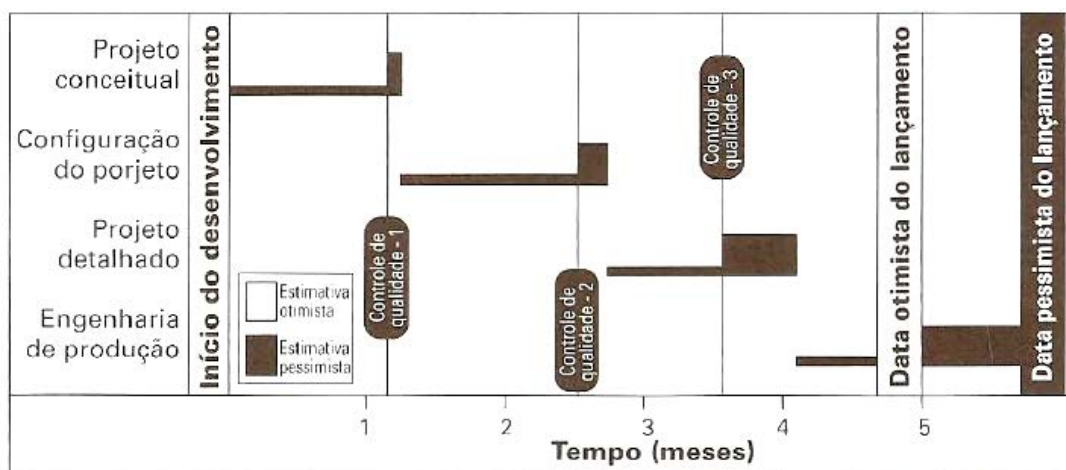


Gráfico 07 – Sequencia linear de eventos no desenvolvimento de produto (fonte: Baxter, 2000, p.225)

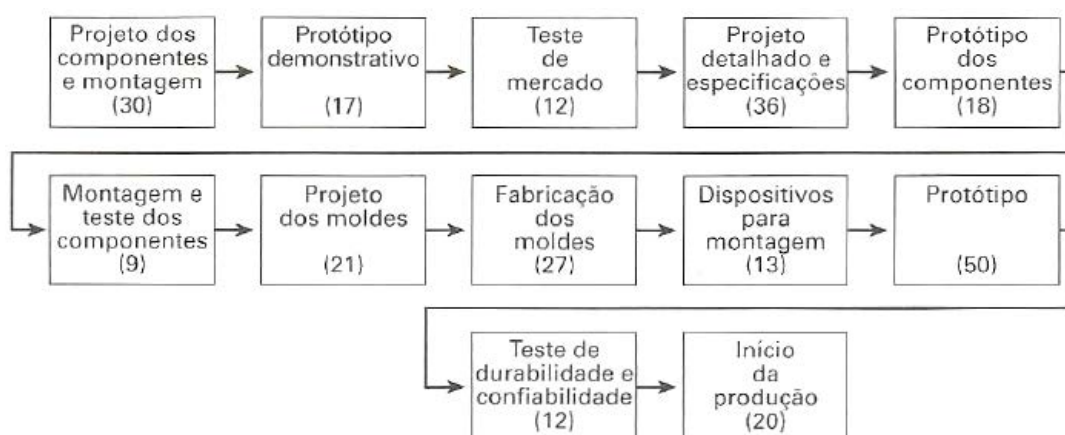
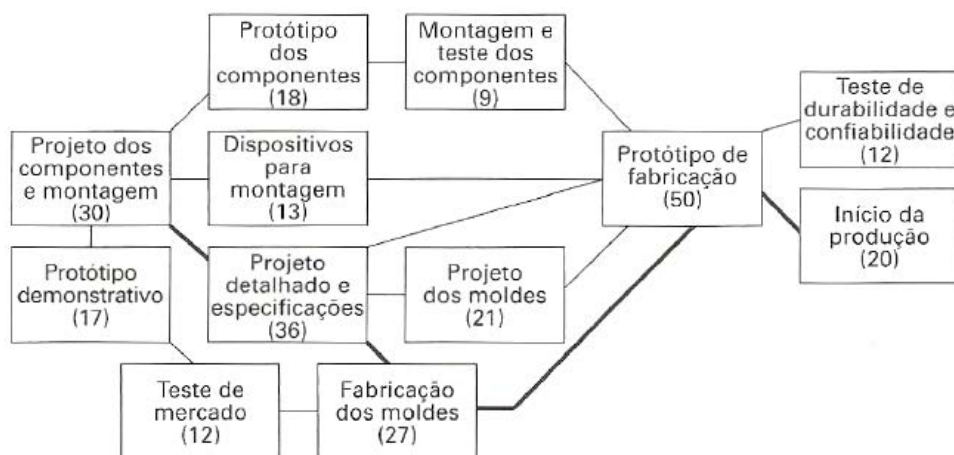


Gráfico 08 – Planejamento PERT com atividades de desenvolvimento em paralelo
(fonte: Baxter, 2000, p.226)



Para Cross (2005) designers que desenvolvem produtos de sucesso tendem a utilizar metodologias flexíveis (mix entre procedimentos sistemáticos e não estruturados) e a colocar em prática os seguintes aspectos:

- Esclarecer requerimentos, através de questionamentos em torno do problema;
- Busca informações e verifica criticamente os dados dos requisitos;
- Resume as informações em requisitos e define prioridades;
- Não suprime as primeiras ideias nem busca desenvolvê-las em profundidade, usando-as como consulta para clarificar o problema.
- Produz alternativas, mas limita a quantidade a ser desenvolvida, mantendo apenas as melhores através de avaliações periódicas.

Sendo assim, acreditamos que estabelecer requisitos e metas claras e utilizar métodos e ferramentas para a realização de um acompanhamento periódico, permitem a equipe gestora do projeto, ter um maior controle do andamento do projeto, verificar o atendimento dos

requisitos e optar inclusive, pela descontinuidade do mesmo, caso os resultados se afastem muito do que tinha sido estabelecido nas metas.

Nesse sentido, avaliar esse tipo de acompanhamento passa a ser fundamental para verificação da qualidade e eficiência do PDP.

3.2.2. Indicador da inclusão e avaliação de parâmetros do usuário e do cenário

A atividade projetual conceitualmente é uma atividade que busca satisfazer as necessidades humanas, desenvolvendo artefatos que possam atender os aspectos emocionais, estéticos, práticos, físicos e simbólicos das pessoas. Nesse sentido, é impossível desassociar a nossa atividade a compreensão e inclusão dos anseios e necessidades dos usuários dentro do processo de desenvolvimento de produtos. Isso inclui: as pessoas e contexto.

Segundo Paschoarelli (2003), a ergonomia apresenta como objetivo a adequação de processos e produtos tecnológicos aos limites, capacidade e anseios humanos. Nesse sentido, devemos compreender que as atividades básicas de design ocorrem entre outra, na identificação das necessidades e definição de requerimentos. O autor, aponta o método centrado no usuário como uma estratégia muito importante para o processo de design.

Segundo Ilda (2005), “todos os produtos, sejam grandes ou pequenos, simples ou complexos, destinam-se a satisfazer certas necessidades humanas, dessa forma, direta ou indiretamente entram em contato com o homem”.

Sendo assim, não podemos desassociar o processo de desenvolvimento de produtos sem a inclusão de parâmetros do usuário, tanto no nível funcional e técnico, no nível ergonômico e de usabilidade, quanto nos fatores estéticos, importantes para a agradabilidade psíquica e emocional.

Para Cross (2005, p.100) os principais atributos que devem ser listados pelos designers para o desenvolvimento dos produtos se referem às

necessidades dos usuários, são eles: (1) Necessidades psicológicas: relacionadas à emoção e ao prazer; (2) Necessidades sociais: relacionadas às questões simbólicas, de valor, de pertencimento e aceitação em grupos social; (3) Necessidades fisiológicas: Relacionadas às necessidades básicas humanas (4) Necessidades técnicas: dimensionamento, proporção, peso,...

Para Lobach (2001, p.22), design é o "... processo de adaptação dos produtos de uso, fabricados industrialmente, às necessidades físicas e psíquicas dos usuários ou grupo de usuários"

Além dos aspectos humanos, compreendemos que os designers estão inseridos em um contexto cultural, tecnológico, social e políticos, fazendo com que o mesmo necessite conectar permanentemente relações entre diversos aspectos do cenário humano.

Moraes (2010) afirma que estamos em um mercado dinâmico, onde os dados estatísticos não são suficientes para determinar o perfil do mercado, os dados precisam ser continuamente interpretados, principalmente pela velocidade em que as coisas mudam, exigindo do marketing, cultura empresarial, indústria e design uma busca dessas chaves interpretativas.

Sendo assim, compreender a dimensão humana e a dimensão social e cultural (cenário), passa a ser critério básico para o desenvolvimento de nossa atividade projetual, fazendo com que a inclusão desses aspectos no desenvolvimento de produtos, possa ser considerada parâmetro de análise da qualidade do projeto.

Merino et al. (2011) Os produtos e serviços são concebidos para atender as necessidades e desejos dos seus consumidores, que no âmbito teórico do design passam a ser denominados usuários. Nesse sentido, além de atributos formais e funcionais, são exigidos cada vez mais atributos intangíveis como, por exemplo, emoção, valores culturais, experiências.

Outro aspecto que valida essa importância de considerar o cliente, consumidor ou usuário no centro do processo é de ordem econômica, uma vez que produtos desenvolvidos sem considerá-los e incluí-los no processo de design, passam a ter bem menos chances de sucesso de mercado.

Para Baxter (2000, p.4), as metas mais importantes do design são: as expectativas dos consumidores, a compatibilidade do projeto com as máquinas, as necessidades do mercado e a conformidade com as normas técnicas.

O autor, tratando da orientação ao mercado, afirma que “o fator mais importante, e provavelmente o mais óbvio, é o produto ter forte diferenciação em relação aos seus concorrentes no mercado e apresentar aquelas características valorizadas pelos consumidores”. (BAXTER, 2000, p.8)

Para Cross (2005, p.107-108) devido à competição entre o comércio de produtos, cada vez é mais necessário compreender o que os consumidores querem em termos de atributos para o produto e transpor esses desejos em especificações para o projeto.

3.2.3. Indicador do uso e adequação dos protótipos às fases do PDP

A necessidade da interação com protótipos como estratégia de aceleração do desenvolvimento de ideias tem levado diversas empresas a ampliar a sua utilização no processo de desenvolvimento de novos produtos.

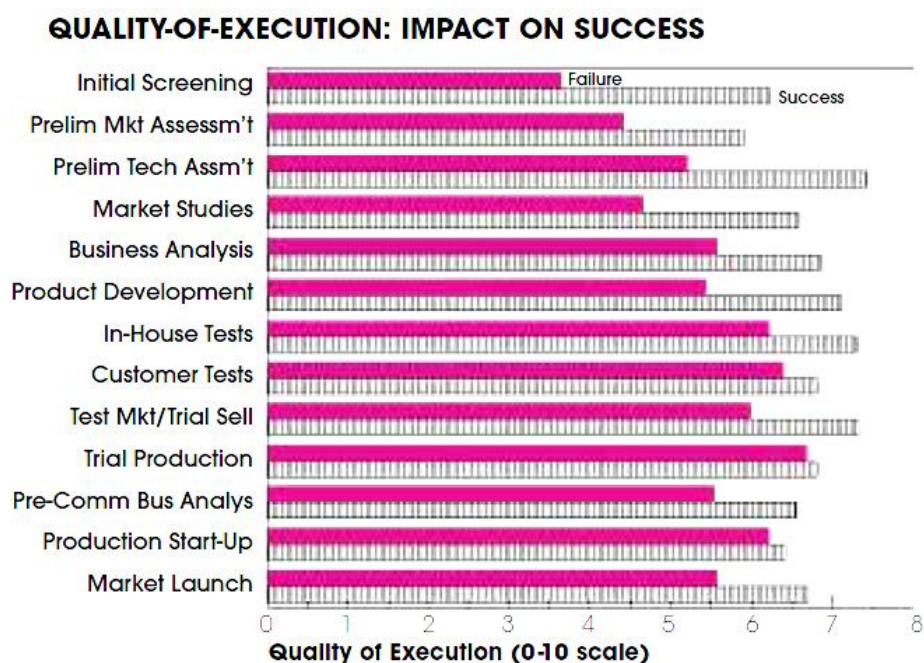
Segundo Hartmann (2006) O protótipo é o meio pivô de estruturação da inovação, colaboração e criatividade em design. Escritórios de design se orgulham de seus protótipos dirigidos pela cultura, pois acreditam que criando protótipos os designers compreendem os problemas que eles precisam resolver. A reflexão dessa prática de suporte e avaliação do design compreende o “trabalhar através” e o “pensar através” como pontos onde as ações físicas e cognitivas são interconectadas. Assim, produtos de design de sucesso resultam a partir de uma série de

“conversações como o material”. Fazendo com que a atividade de “pensar através do fazer”, realizada através das interações, passe a ser o conceito central do processo de design.

Um protótipo é nada mais do que uma pergunta, encarnada. Através da construção de um protótipo robusto ou rápido, poderemos fazer as perguntas que, finalmente, poderão responder as nossas perguntas para tomarmos as nossas maiores decisões (RANEY e JACOBY, 2010, p.37)

Cooper e Kleinschmidt (2001), apresentam em seu estudo o impacto de 13 atividades para o sucesso de novos produtos durante o processo de desenvolvimento. Entre elas podemos verificar o impacto positivo dos testes realizados internamente (*in house test*), com usuário (*customer test*) e com mercado (*test Mkt/ Trial sell*) na qualidade de execução e no impacto de sucesso.

Gráfico 09 – Gráfico com os impactos de qualidade de algumas atividades do PDP (fonte: Baxter, 2000, p.226)



Segundo Wheelwright e Clack (1994, p.40) durante o processo de desenvolvimento de produtos, o ciclo de projetar-construir-testar envolve a criação de protótipos ou pilotos, para teste do processo de produção.

Para os autores, a realização de ciclos de protótipos e pilotos tem um impacto decisivo sobre o desenvolvimento global.

Em consequência dessa crescente demanda, diversas empresas de tecnologia tem desenvolvido equipamentos para digitalização e impressão 3D voltados para a produção de protótipos, como forma de acelerar e ampliar a sua utilização.

Contudo, diante de novas, amplia-se a necessidade de compreender a melhor forma de utilização, ou seja, qual o melhor momento para se realizar protótipos tradicionais e impressões 3D e quais os caminhos para integração dessas tecnologias.

Baxter (2000, p. 244-245) fazendo um paralelo com as regras do jogo de Robert Cooper, que as apostas devem ser baixas quando os riscos forem altos e que elas só devem aumentar quando grau de incerteza reduzir, apresenta a proposta que os protótipos podem ser construídos em todas as fases. Contudo, esses devem ser simples e baratos em estágios iniciais do processo de design, ou seja, esboços, *renderings* e modelos em materiais alternativos, sendo detalhado apenas nas fases finais, quando tivermos mais informações e menos incertezas.

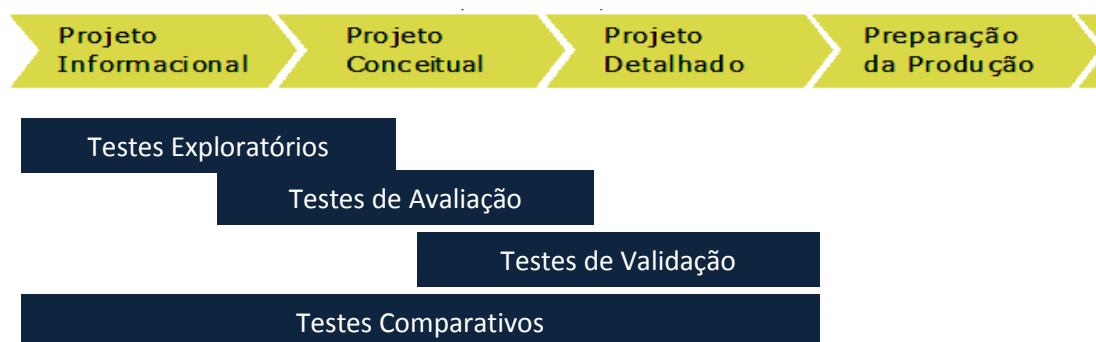
Nesse sentido, a análise das estratégias de utilização e adequação desse uso a cada fase, estágio e propósito de design, passa a ser um item de avaliação da eficiência desse processo, principalmente pelo seu impacto na qualidade, tempo e custo das atividades.

“A noção de iteração como um processo de descoberta é a chave para o protótipo: cada iteração sucessiva traz o protótipo a um passo de representar corretamente o usuário precisa” (Madsen e Aiken, 1993, p.57)

Segundo Rozenfeld (2006, p.283) durante o desenvolvimento do projeto diferentes testes podem ser realizados, eles servem para a tomada de decisão e seleção de concepções. Os principais tipos de testes são:

- (a) **Testes Exploratórios:** podem ser realizados ainda na fase de planejamento do processo, quando o escopo do projeto ainda está sendo definido e possíveis soluções estão sendo consideradas. Esses testes visam responder principalmente as seguintes questões: O que os usuários pensam sobre o conceito? Quais as funcionalidades básicas desejadas? A interface produto-usuário é adequada? Qual a percepção dos usuários a ideia? Os requisitos estão adequados?
- (b) **Testes de Avaliação:** Visam assegurar que as escolhas das alternativas do projeto sejam corretas e apropriadas aos requisitos estabelecidos. Os principais pontos a serem respondidos são relacionados à usabilidade e funcionalidade, como: A solução satisfaz as necessidades dos usuários? O produto funciona adequadamente? Para realização desses testes normalmente são utilizados protótipos mais elaborados como (modelos analíticos, *mockups* e simulações)
- (c) **Testes de validação:** São testes realizados normalmente nas fases finais do desenvolvimento, e tem por objetivo verificar e confirmar o desempenho, a funcionalidade, montagem,... e se os objetivos foram atingidos ou os problemas foram solucionados, de acordo com as especificações meta do produto. Nessa fase o produto já se encontra bem próximo ou igual ao produto final.
- (d) **Testes comparativos:** Pode ser usado em qualquer fase do processo de desenvolvimento com o objetivo de comparar uma concepção, componente ou produto com uma outra alternativa. Esses testes permitem estabelecer uma preferência, determinar as vantagens e desvantagens de uma alternativa em relação à outra e ainda verificar o grau de desenvolvimento ou maturidade de uma alternativa em relação à anterior ou em relação a parâmetros pré-definidos.

Gráfico 10 – gráfico dos tipos de testes durante o desenvolvimento de produtos (fonte: Rozenfeld, 2006 p.283)



Para Rozenfeld (2006, p.21) tratando das novas abordagens de PDP e da abordagem LEAN, afirma que entre as principais contribuições dessa se faz na simplificação e diminuição de formalizações, valorização do trabalho em times e da experimentação e aprendizagem, com foco nas atividades de prototipagem e testes.

Nesse sentido, compreendemos que a qualidade e velocidade no PDP podem andar juntas, desde que se ampliem os testes e o processo iterativo, onde temos o protótipo assume o papel de mediador.

Teece (1986) *apud* Loch e Kavadias (2008) apresenta um modelo de árvore de decisão que inclui cinco questões principais do Processo de desenvolvimento de novos produtos, entre elas o custo e a velocidade da prototipagem. Para os autores, quanto mais rápido pode experimentar, maiores as chances de ser a primeira e ficar a frente da possibilidade de cópia da concorrência ou ser um seguidor rápido e conseguir boa parte do mercado.

Segundo Katz (2011), tratando do uso dos protótipos nas empresas, afirma que a maioria delas fazem isso em vários estágios. Primeiro, eles usam para conduzir os testes alpha: ou seja, colocando-o nas mãos de alguns de seus funcionários ou um punhado de clientes. Sendo assim, obtém alguns *feedback* iniciais. Depois eles fazem o teste beta. Esse é feito de forma mais ampla com um número maior de usuários. Finalmente, fazem testes gama, que seriam testes de marketing para verificar as vendas reais do produto em uma área limitada.

Considerando todos os aspectos apresentados, avaliar o uso adequado do protótipo e verificar as estratégias para sua utilização considerando as informações que precisam ser avaliadas, o tempo e custo para a sua produção passam a ter grande relevância para a eficiência do PDP.

3.2.4. Indicador da divisão de problemas em subproblemas.

Com redução do ciclo de desenvolvimento dos produtos e aumento da complexidade da atividade projetual verificada nas últimas décadas principalmente pela quantidade e variedade de problemas e informações, a estratégia racionalista de dividir problemas em subproblemas praticados desde os anos 50, principalmente com influência da escola Hfg-Ulm continua a ser uma estratégia válida para o desenvolvimento de projetos.

Conforme vimos no desenvolvimento histórico das metodologias de design, os problemas se tornaram demasiadamente complexo para serem tratados sem uma metodologia que ajude o designer a estruturar as informações e compreender os problemas das novas demandas do design.

Christopher Alexander, em 1964, contribuiu significativamente com a racionalização do design, influenciado pela cientificação do design promovido pela escola de Hfg-Ulm, através da aplicação das novas teorias da época no design, entre elas a matemática e a lógica. Nesse sentido Alexander propôs dividir os problemas complexos do design em componentes de problemas, como forma de encontrar o caminho para soluções concretas.

Gráfico 11 - modelo de decomposição e composição do problema de Christopher Alexander 1964 (fonte: Burdek, 2006, p. 253)

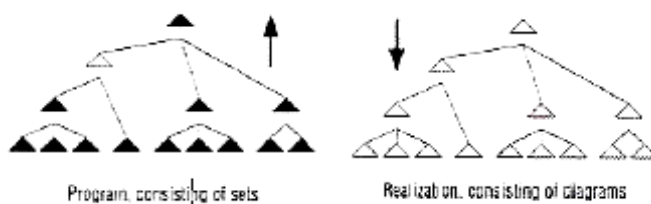
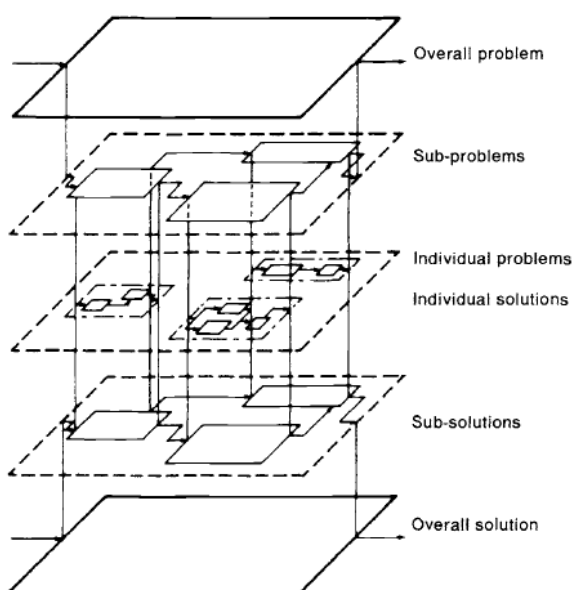


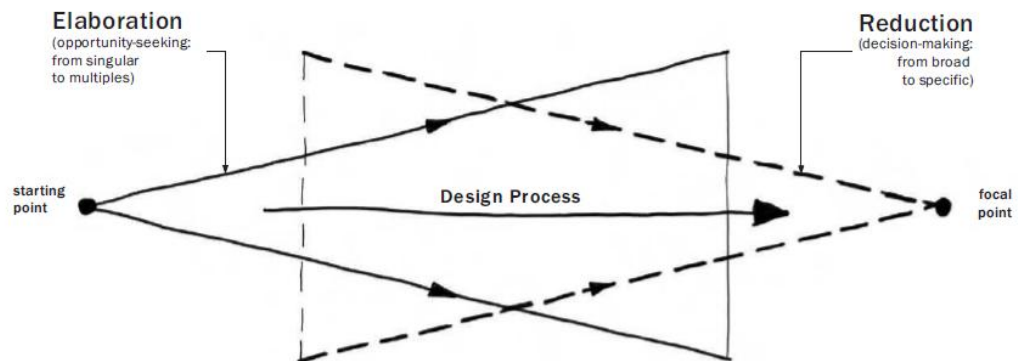
Gráfico 12 - modelo de desenvolvimento VDI 2221, do problema para a solução (fonte: Cross, 2005, p. 41)



O gráfico apresenta a visão da natureza design focado na solução, propondo a compreensão do problema geral e o desmembramento do problema em subproblemas para definição de subsoluções que serão combinadas para a solução geral. Assim, as subsoluções podem ser comparadas com os subproblemas e as soluções podem ser comparadas com os problemas gerais para ser verificado se esses foram atendidos de acordo com os requerimentos definidos.

As diretrizes do modelo VDI seguem os procedimentos sistemáticos gerais de primeiro analisar e compreender o problema da forma mais ampla possível, para depois quebrar isso em subproblemas, procurando encontrar subsoluções e combinar essas em uma solução geral. (CROSS, 2005, p. 40)

Gráfico 13 - Abertura de novas oportunidades de design a partir do balanceamento de uma constante geração de novas ideias e criatividade com o processo de redução gerado a partir das tomadas de decisões (fonte: Laseau 1980; p. 91 *apud* Buxton, 2007, p.144).



Para CROSS (2005, p.45) “dividindo o problema completo em subproblemas através de procedimentos sistemáticos também é um meio do design trabalhar ele próprio podendo ser subdividido e alocado com diferentes membros do time”.

No modelo VDI 2221, apresentado por Cross, é ilustrado um esquema que permite visualizar a forma como os problemas são subdivididos em subproblemas, gerando análise e soluções individuais que geram subsoluções soluções gerais.

“Esse modelo captura a natureza essencial do processo de design, na qual a compreensão do problema e o desenvolvimento de soluções andam juntos, e co-evoluem” (CROSS, 2005, p.42)

Ainda que seja um modelo que reflete o funcionalismo da época em que foi criado, ele ainda pode ser utilizado para melhor compreensão de problemas complexos e para o processo de melhoramento contínuo, como proposto pelo modelo LEAN.

Gráfico 14 – Quadro de relações de problemas, subproblemas, subsoluções e soluções (fonte:autor)

Processo de Desenvolvimento de Produtos					
Preparação		Desenvolvimento		Realização	
Problemas Gerais	Subproblemas	Problemas individuais X Soluções individuais	Subsoluções	Soluções gerais	
	Produto	Problema1 ↔ Solução1		Produto Integrado ↓	
		Problema 1	Problema2 ↔ Solução2		Solução 1
		Problema 2	Problema3 ↔ Solução3		Solução 2
			Problema4 ↔ Solução4		
	Gráfico	Problema1 ↔ Solução1		Produto Integrado ↑	
PROBLEMA		Problema 1	Problema2 ↔ Solução2		Solução 1
		Problema 2	Problema3 ↔ Solução3		Solução 2
			Problema4 ↔ Solução4		
	Digital	Problema1 ↔ Solução1		Produto Integrado ↑	
		Problema 1	Problema2 ↔ Solução2		Solução 1
		Problema 2	Problema3 ↔ Solução3		Solução 2
			Problema4 ↔ Solução4		
				SOLUÇÃO	

3.2.5. Indicador da Continuidade do fluxo de atividades no PDP

Esse indicador, verifica como foi conduzido o processo de design no que se refere à busca de informações suficientes para a correta tomada de decisões e avanço entre fases e microfases, bem como as retomadas geradas no processo por problemas por um avanço nas fases sem informações suficientes ou por tomadas de decisões equivocadas. Sendo assim, esse indicador verifica a continuidade do fluxo de projeto.

Podemos dizer que o processo de design é um processo criativo, sistemático e metodológico composto por fases e atividades. Ao observarmos os diversos esquemas metodológicos propostos podemos compreender que as estruturas criadas buscam disciplinar a atividade projetual a atender e verificar o atendimento dos requerimentos previstos para cada uma delas, de forma a evitar retrabalhos futuros que gerariam um quebra do fluxo projetual.

Segundo Cross (2005, p.47) o uso de métodos na atividade projetual possuem dois principais objetivos, formalizar os procedimentos para que o pensamento do design fique visível e se possa evitar erros normalmente cometidos em métodos informais. Os métodos tendem a conduzir o processo para uma correta estruturação e identificação do problema e para chegar a soluções apropriadas, tendo uma importante função na continuidade do fluxo dentro desse processo.

Já para Baxter (2000, p9) o funil de decisões apresenta os riscos e incertezas envolvidas no processo de design, desde as fases iniciais, de maior risco e incertezas, até as fases finais onde os riscos e as incertezas são menores, pelo próprio avanço e avaliação de ideias. Sendo assim, o processo de design seria um processo de tomada de decisões.

“Estima-se que são possíveis reduções de mais de 50% no tempo de lançamento de um produto quando os problemas de projeto são identificados e resolvidos com antecedência, reduzindo o número de alterações posteriores”. ROZENFELD (2006, p.14)

Ullman (2010, p.113) afirma que a maior contribuição do processo Stage-gates de Cooper e do modelo de cascata (*Waterfall*) é que o trabalho pode ser sequenciado para que possa ser concluído de forma satisfatória e contínua. Segundo o autor, esse é o melhor meio em que a definição do produto no estágio inicial e para seguir durante o fluxo de todo projeto de forma a ter produtos verdadeiramente maduros ao final.

Nesse sentido, podemos entender que a sistematização e uso de processos metodológicos, contribuem para o desenvolvimento do projeto e para a continuidade do fluxo de desenvolvimento, sendo esse um fator importante de análise de eficiência do PDP.

3.2.6. Indicador dos custos no PDP

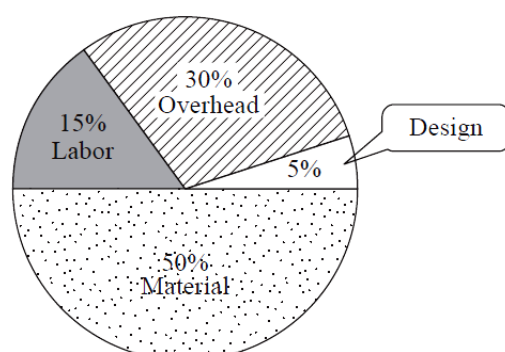
Verificar a eficiência da gestão dos recursos financeiros e do uso de materiais e serviços ao longo do processo de design é um dos aspectos que podem deixar de presente nos modelos de gestão de projetos.

Mesmo sabendo que o custo do processo de design é pequeno se comparado com todo do processo de desenvolvimento de produtos, gerenciarem os recursos e ações do ponto de vista financeiro, considerando a relação custo-benefício e a necessidade de apostar mais alto ao avançar do processo, quando as incertezas são menores, indica também a eficiência do processo.

Segundo Baxter (2000, p.11-12) o comprometimento financeiro geralmente é feito em quatro etapas: (a) Viabilidade e Especificação; (b) Projeto e Desenvolvimento; (c) Engenharia e produção; (d) Fabricação e vendas. Segundo o autor o custo aumenta progressivamente a cada etapa, por essa razão é necessário ter um controle a cada etapa para evitar que erros sigam as etapas posteriores onde os custos seriam maiores.

Segundo Ullman (2009, p3-4) O custo do processo de concepção de um produto é normalmente uma pequena parte apenas do custo total de desenvolvimento. Normalmente em torno de 5% do custo total. Segundo o autor esse valor pode variar de uma indústria para outra ou de um produto para outro, mas é correto afirmar que ele é uma parte muito pequena do custo total de produção.

Gráfico 15 – Estimativas de custo no PDP e relação entre o custo de design e demais custos (fonte: Ullman, 2010, p.319)



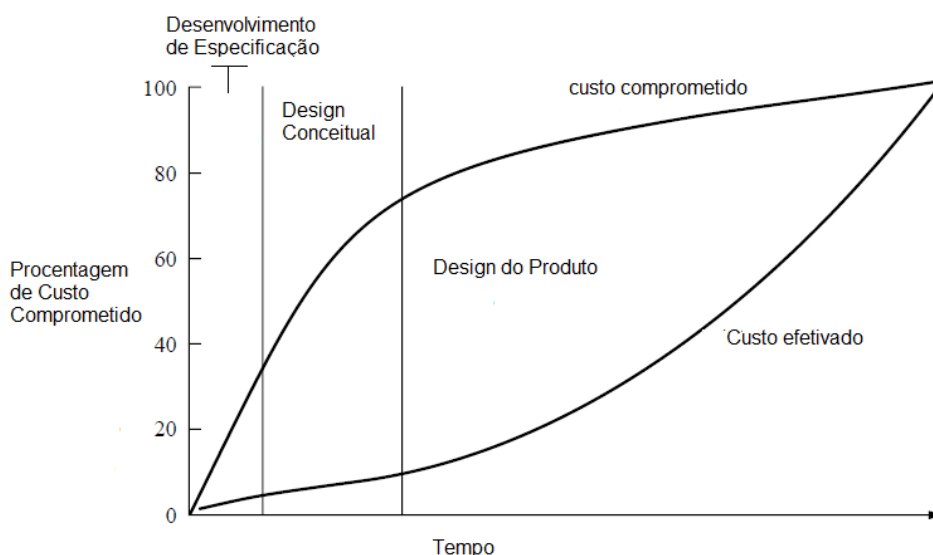
Ullman (2010, P.7) revela que “Uma mudança que custaria US \$ 1000 em tempo de engenharia se fez no início do processo de projeto pode custar 10 mil dólares mais tarde, durante refinamento do produto e US \$

1.000.000 ou mais em ferramentas, vendas e as despesas seriam maiores, se for realizada após o início da produção”

Rozenfeld (2006, p.6), afirma no mesmo sentido, nas fases iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) são definidas as principais soluções construtivas e as especificações de produção, fazendo com que nesse período sejam realizadas as definições essenciais e centrais de todo processo. Segundo o autor a escolha de alternativas são responsáveis pelo custo comprometido de 85% do produto final.

Falhas no processo de design podem gerar custos elevadíssimos na fase de produção, distribuição e venda do produto. Dessa forma, é necessário investir uma quantidade maior de recursos na fase de design, de forma a evitar que problemas só sejam detectados em fases posteriores, onde os custos de correção são bem maiores. Conforme pode ser observado no Gráfico 16:

Gráfico 16 – custo comprometido ao longo do processo de design. (fonte: Ullman, 2009, p.5)



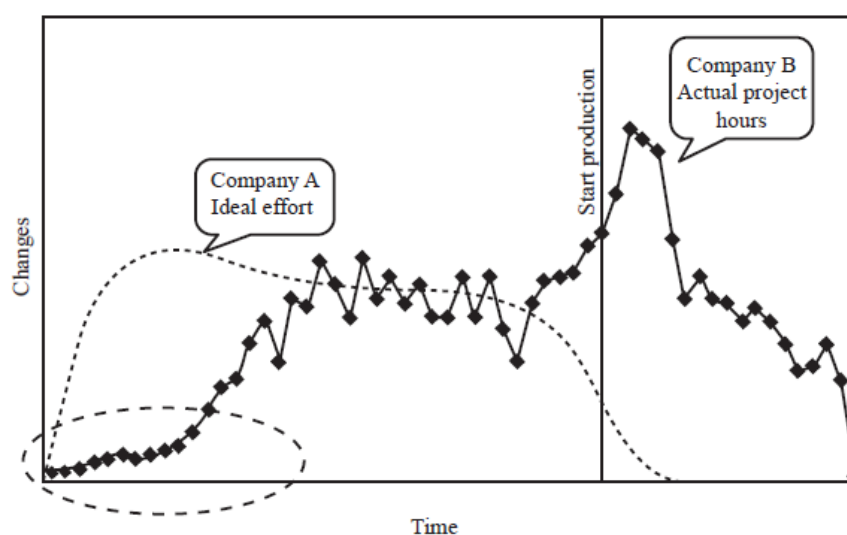
Contudo, é preciso considerar também que existe um custo envolvido na manutenção da equipe de desenvolvimento, da estrutura para desenvolvimento dos projetos e dos recursos para produção preliminar

das alternativas desses projetos, embora esse custo seja pequeno em relação ao custo comprometido, ele não pode ser desconsiderado.

Para Ullman (2010, p.216) ao avaliarmos os conceitos podemos utilizar diversas ferramentas com gamas diferenciadas de fidelidade. Nas fases iniciais de projetos, estas simulações são geralmente em níveis baixos de fidelidade, sabendo que aumentar a fidelidade exige maior refinamento e aumento dos custos do projeto.

Ullman (2010. p.93) apresenta o gráfico comparativo de duas empresas, uma que investe em mudanças do design no início do processo outra que deixa para refinar o produto em uma fase de produção. O resultado mostra que os custos e o tempo de desenvolvimento dessa segunda empresa são maiores e a qualidade do produto é inferior, deixando evidente, que embora possamos realizar mudanças, elas devem ser feitas em maior quantidade no início do processo.

Gráfico 17 - Mudança de Engenharia/Design realizadas por duas empresas durante o desenvolvimento de automóveis. (fonte: Ullman, 2010. 93)



3.2.7. Indicador da qualidade de comunicação, da gestão da informação e da tomada de decisões no PDP

A qualidade da comunicação e gestão da informação dentro do PDP é outro aspecto importante, inclusive para o processo de tomada de decisões. Nesse sentido, verificar as estratégias da equipe de design

em comunicar as ideias, recolher e gerenciar as informações dos usuários, atores/parceiros e transformar essa comunicação em informação útil ao desenvolvimento do produto são requisitos fundamentais para um bom processo de design.

Estes aspectos influenciam diretamente na qualidade das informações e na maturidade do processo de tomada de decisões. Para isso, o uso de metas e instrumentos de análise qualitativa e quantitativa, para uma tomada de decisão e seleção comparativa, a partir do desempenho verificado em testes e avaliações, passa a ser considerado para análise da eficiência do processo.

Segundo Baxter (2000, p14) se referindo ao trabalho integrado da equipe envolvida no projeto, “ao trabalhar em cooperação, o tempo total de desenvolvimento é encurtado..., a troca mútua de informações melhora a qualidade do projeto, e o produto passa a ter mais chances de sucesso comercial”.

Kim e Kang (2008), em pesquisa realizada com gerentes de marketing, engenharia e design, integrantes de equipes multifuncionais de desenvolvimento de novos produtos, classificou fatores críticos que mais afetam o trabalho da equipe, desses os três de maior importância foram: (1) Cultura unificada com parceiros; (2) Escolher parceiros adequados; (3) Visão unificada e objetivos.

Para Ullman (2009, p.9), tratando da necessidade de integrar a comunicação e a informação entre os membros das equipes envolvidas no desenvolvimento do produto, afirma que algumas empresas fabricam produtos que não correspondem aos que os clientes tinham em mente, muitas vezes por que o marketing não foi capaz de comunicar à engenharia uma imagem do que os clientes queriam. Designers que não possuem contato com os usuários e não dialogam com o marketing, engenheiros de projeto têm dificuldade a compreensão e a solução do problema.

Para Ullman (2010, p.1), devido à complexidade dos projetos, cada vez temos o envolvimento de equipes multidisciplinares, e quanto mais pessoas envolvidas, maior a necessidade de garantir uma qualidade de comunicação para assegurar que não seja deixado de lado aspectos importantes do projeto.

Tratando da deficiência da comunicação entre o cliente, marketing, design/engenharia e Produção. Ullman (2010, p.9) afirma que muitas vezes os produtos fabricados não refletem o que os clientes desejam. Isso ocorre pela dificuldade de comunicação do marketing do que os clientes querem para o design, falta de acesso dos designers e engenheiros aos usuários para compreender e testar suas ideias. A falta de compreensão dos designers e engenheiros sobre aspectos específicos da produção, que poderiam ser mais adequados, com melhor qualidade e mais baratos.

O projeto é a evolução da informação pontuada por decisões. Cada modelo ou protótipo não é apenas a forma de realização do que é conhecida sobre o produto, mas o conhecimento é adquirido ao construí-lo ou desenvolvê-lo. Assim, eles servem a dois propósitos, eles são a personificação da informação que descreve o produto e são um meio para comunicar essa informação para os outros. (ULLMAN, 2010, p.117)

Sobre a tomada de decisões, algumas empresas e designers preferem desenvolver vários conceitos para depois selecionar os que melhor atendem aos requisitos, outras preferem desenvolver apenas um conceito que será refinado até chegar ao produto final.

Segundo Baxter (2000, p.20) *“A fixação de metas no desenvolvimento de produtos só é útil se for acompanhada dos procedimentos para verificar se essas metas serão atingidas”*. O autor afirma que após gerar todas as alternativas para atendimento das metas e necessário selecionar as melhores alternativas usando como referência as especificações do projeto, de forma repetida diversas vezes ao longo do processo de tomada de decisões.

Já Ullman (2010, p.6) apresenta algumas das medidas mais importantes para avaliar a qualidade em design: o design "funciona como deveria" "Incorpora a mais recente tecnologia / recursos", "Dura muito tempo" e "utilizou os materiais e processos adequados". Para o autor "é evidente é que as decisões tomadas durante o processo de projeto determinar qualidade do produto".

Em concordância Cross (2005, p.6) afirma que uma das principais etapas do processo de design é a verificação ou avaliação, das propostas do projeto, antes de decidir sobre qual será a versão final a ser enviada para a manufatura. Para o autor, uma das vantagens de ter o processo de design separado do processo de fabricação é que as propostas de novos artefatos podem ser verificadas antes de serem colocados em produção.

Neste caminho, a sistematização do processo com uso de requisitos que possam ser avaliados de forma periódica durante o PDP e uso de ferramentas que possam gerenciar essas informações e as avaliações realizadas, facilitam esse processo de tomada de decisão.

Segundo Rozenfeld (2006, p.19) apresentando as abordagens Funil de Desenvolvimento de Clack & Welwright e Stage-Gates de Cooper, essas contribuíram para sistematização da avaliação, do processo decisório e transição de fases no PDP a partir do desempenho, da qualidade e da probabilidade de sucesso dos produtos no mercado.

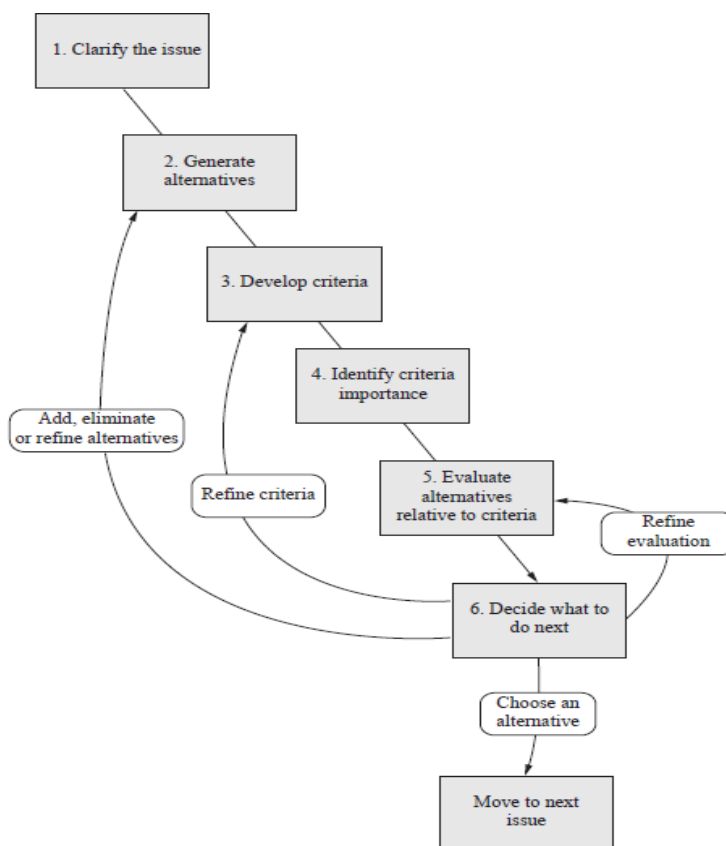
Ullman (2009, p. 40), tratando do processo de tomada de decisão, apresenta dois pontos de vista como o processo de tomada de decisão progride de um estado de design para outro. (1) no primeiro ponto de vista os produtos evoluem através de uma contínua comparação entre o estado de desenho e do objetivo estabelecido nos requisitos projetuais. (2) No segundo ponto de vista, o processo de design inicia com restrições que são continuamente ampliadas para que o produto siga em uma direção cada vez mais bem definida, até um único produto final.

Ullman (2010, p.16) tratando da dificuldade de, diante de tantas boas soluções geradas pelo processo de design, definir qual é a melhor solução, afirma que esse é um dos grandes problemas, diante das considerações de tempo e recursos, definir a melhor entre tantas que atendem ao problema.

Nesse sentido, o autor apresenta uma estrutura de seis atividades básica para o processo de tomada de decisão:

1. **Esclarecer as características** que são necessárias para uma solução ser considerada satisfatória.
2. **Gerar alternativas** indicando aquelas que podem atender ao problema.
3. **Desenvolver critérios** que permitam medir se uma solução atende satisfatoriamente o problema.
4. **Definir pesos para os critérios** de forma a hierarquizar a sua importância em relação aos demais.
5. **Avaliar o valor das alternativas**, comparando-as com as características descritas.
6. **Decidir** (com base nos resultados):
 - a) Adicionar, Eliminar ou Refinar alternativas.
 - b) Refinar os critérios.
 - c) Refinar a avaliação para ampliar o consenso e reduzir a incerteza.
 - d) Escolher uma alternativa

Gráfico 18 - Fluxo de tomada de decisões. (fonte: Ullman, 2010. 216)

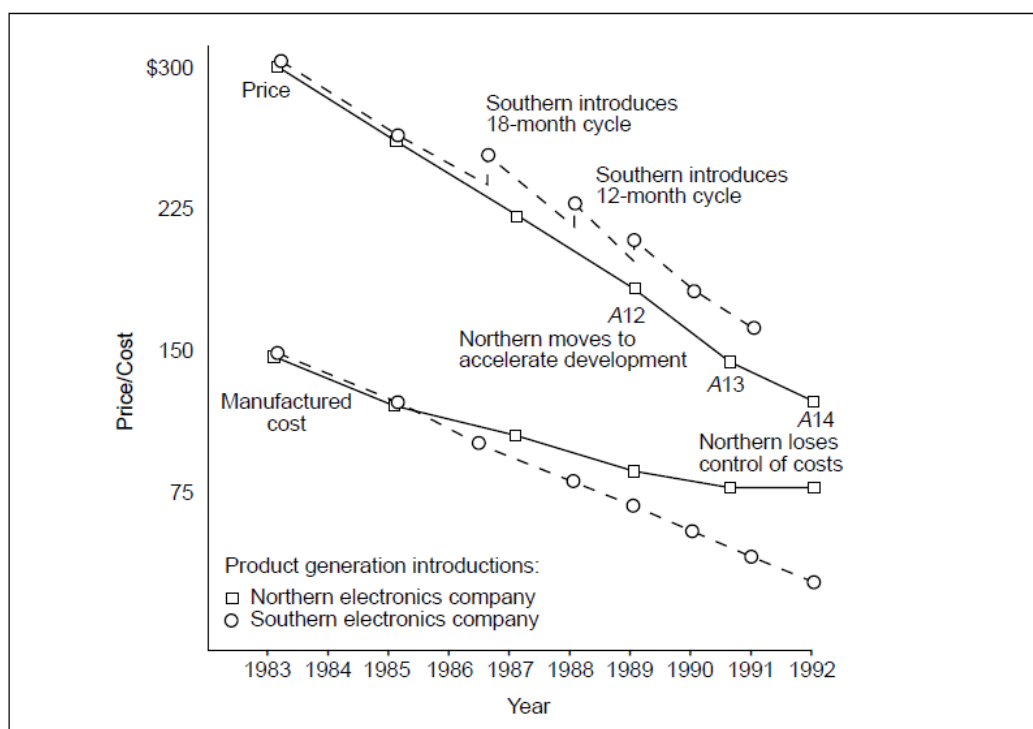


3.2.8. Indicador do tempo nas fases e do processo de design

Em Baxter (2000, p. 22) encontramos a afirmação, “*invista mais nos estágios iniciais do desenvolvimento de novos produtos*”. Para o autor, o estágio inicial é o mais importante do processo de design, uma vez que nele são tomadas definições que irão definir grande parte da alocação dos recursos financeiros e pelo fato de ser normalmente a etapa de menor custo em todo processo. Mudanças na etapa de produção podem representar custos altíssimos para modificação do produto.

Os produtos que começam com uma boa especificação, discutida e acordada entre todas as pessoas que tomam decisões na empresa, e cujos estágios iniciais de desenvolvimento sejam bem acompanhados, tem três vezes mais chances de sucesso (BAXTER, 2000, p.23)

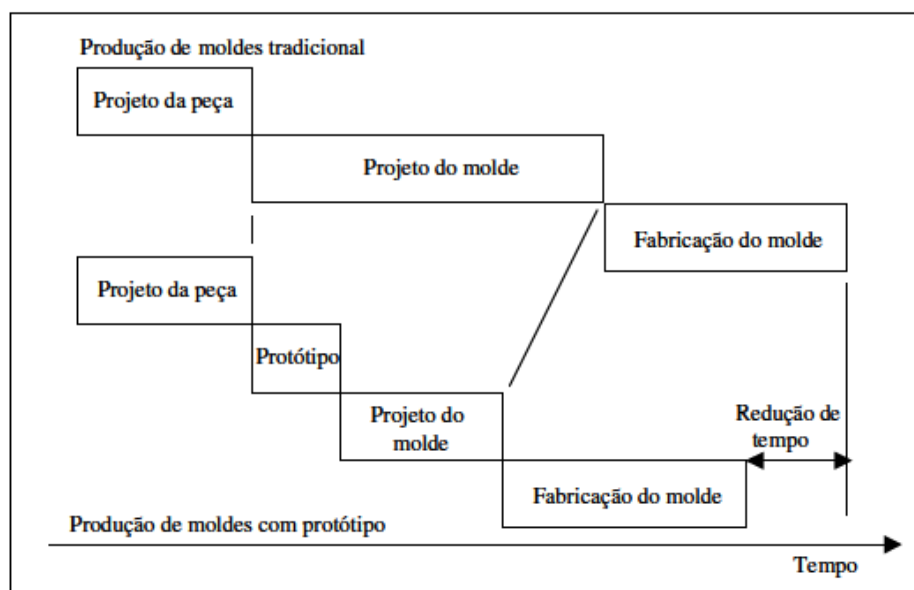
Gráfico 19 – Gráfico ilustrando a influência do tempo de desenvolvimento no desempenho competitivo de duas empresas de eletrônicos. (fonte: Wheelwright e Clack, 1994, p. 44)



Wheelwright e clack (1994) frisam que é importante compreender que a quantidade de ciclos: projetar, construir e testar, quando mal utilizados e gerenciados podem aumentar o tempo de desenvolvimento do produto sem trazer benefícios competitivos para as empresas

Segundo Volpato (1999) o ciclo de atividade do processo de desenvolvimento de produtos (PDP) pode ser realizado mais rapidamente se um protótipo for inserido.

Gráfico 20 – Quadro comparativo entre o processo de produção com protótipos e através de moldes tradicionais (fonte: Volpato,1999)



Sendo assim, compreendemos que: (a) devemos investir nas etapas iniciais do processo de design, ou seja, na pesquisa, compreensão do problema, compreensão do usuário e cenário, definição do conceito projetual, requisitos, metas e a realização do planejamento do processo; (b) devemos testar, testar e testar o produto em ciclos iterativos no processo de desenvolvimento, visando selecionar as alternativas mais adequadas a solução do problema e (c) devemos interagir e integrar o projeto final com usuários, com a produção e o mercado, de forma a reduzir a possibilidade que erros sigam adiante no processo.

Assim, compreendemos não apenas a necessidade de reduzir o tempo total, mas a necessidade de equilibrar o tempo entre as 3 macrofases do processo de design, ou seja: preparação, desenvolvimento e realização, como forma de evitar problemas de continuidade no fluxo projetual, perda de tempo e aumento de custos, com alternativas que possam gerar problemas em etapas futuras, normalmente mais dispendiosas.

3.2.9. Indicador da qualidade e viabilidade do produto

A qualidade do produto tem significados diferentes para diferentes áreas.

Para um engenheiro, qualidade significa adequação aos objetivos e resistência para suportar a faixa de operações especificada. Para um gerente de produção qualidade significa facilidade de fabricação e montagem com refugos abaixo dos níveis especificados. Para um engenheiro de manutenção, qualidade é o tempo de funcionamento sem defeitos e facilidade de consertar quando se quebra. (BAXTER, 2000, p.207)

Contudo, de forma geral a qualidade no design pode ser quantificada a partir dos seguintes aspectos: (a) qualidade sensorial (atração, desejo, emoção) (b) qualidade percebida pelo consumidor; (c) Qualidade funcional (performance); (d) qualidade de usabilidade (praticidade e conforto); (e) qualidade estético-simbólica; (f) qualidade produtiva (materiais e acabamentos).

Segundo Chrissis et al. (2003, p.26) a premissa de gestão de processo é que " a qualidade de um produto ou sistema é altamente influenciada pela qualidade do processo usado para desenvolver e mantê-lo", e modelos de maturidade de capacidade que encarnam essa premissa definida.

Segundo Rozenfeld (2006, p.13) o PDP também deve receber informações da produção de modo a antecipar problemas que ocorreriam na fase de manufatura, ou seja, deve incorporar a "voz da fábrica" no processo e essa antecipação da produção pode ocorrer por meio de elaboração de protótipos de produção e produção piloto.

Wheelwright e Clack (1994, p.32), tratando do foco na alta qualidade dos produtos como ponto central da competição entre as indústrias, afirmam que a velocidade seria o coração dessa vantagem. Mais uma velocidade duradoura que vem principalmente da Clareza de objetivos, o foco em tempo de mercado, integração e protótipos de alta qualidade.

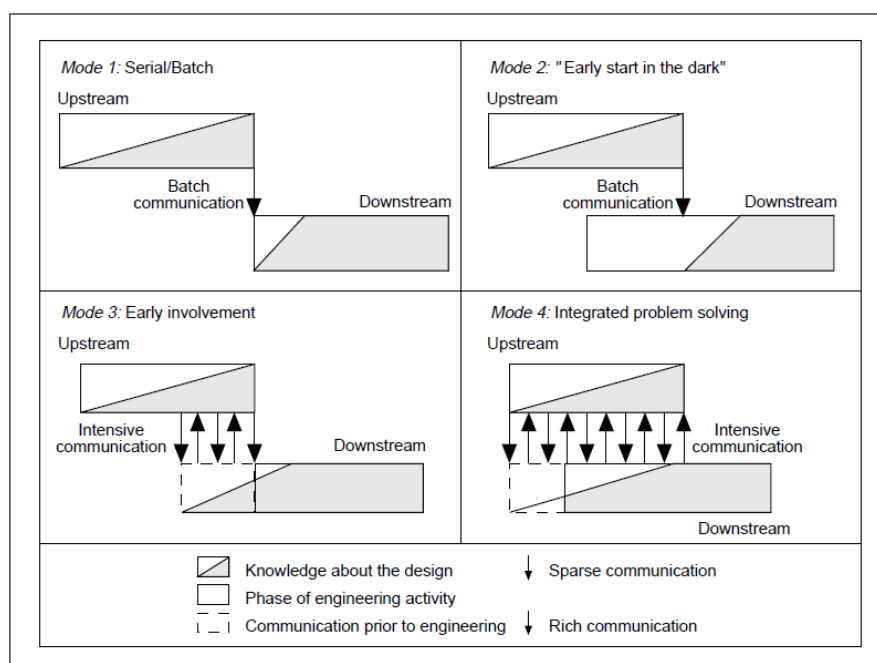
3.2.10. Indicador da integração das fases do processo de design

A integração entre as fases além de permitir encurtar o processo de design, possibilita antecipar problemas que poderiam só ser verificados adiantes, como por exemplo, em uma fase de produção ou de implantação no mercado. Nesse sentido, verificar estratégias de integração entre as fases e sua influência na qualidade e tempo de projeto, é um indicativo que pode ser usado para avaliação da sua eficiência.

Wheelwright e Clack (1994) tratando dos métodos de comunicação entre os designers e engenheiros para, afirma que a forma como ocorre essa integração impacta decisivamente na eficácia do ciclo de design, construção e teste, afinal a saída da solução de um é a entrada para a outra. Ex: O projeto de uma embalagem e a confecção do molde que irá permitir fabricá-la em série.

Segundo os autores elas podem ocorrer de quatro formas (ver Gráfico 21): (1) Serial, (2) Início precoce no escuro, (3) com envolvimento precoce e (4) Solução de problemas integrados, da seguinte forma:

Gráfico 21 – Quatro modos de integração entre grupos (fonte: Wheelwright e Clack,1994, p.38)



- (1) **Serial:** Nesse modo o trabalho de um grupo só inicia após o término e entrega do trabalho do outro grupo. Nesse modo, se reduz as possibilidades de integração das competências de cada grupo e se reduz as possibilidades de surgimento de novas oportunidades para melhor solução do problema.
- (2) **Início precoce no escuro:** A uma integração de tempo, ou seja, o trabalho de um grupo inicia em paralelo ao trabalho do outro grupo. Contudo isso ocorre sem as informações desenvolvidas no trabalho do primeiro grupo. As informações desse primeiro grupo continuam a ser passada ao outro grupo de em lote, em um determinado momento do processo, ou seja, com baixa integração.
- (3) **Envolvimento precoce:** Esse modo começa a exercitar um processo de integração real, ou seja, estabelece um período de diálogo preliminar. Nesse caso, o segundo grupo se envolve no processo de design, dando feedbacks que antecipam problemas e contribuem com a melhoria do produto e aguarda a solução do problema para seguir o seu trabalho.
- (4) **Solução de problemas integrados:** Nesse modo há uma integração não apenas no tempo e no padrão de comunicação, o diálogo gera uma participação efetiva de uma equipe na solução e implementação de problemas da outra.

3.3. Síntese dos Indicadores do processo de design.

Podemos, a partir da sessão anterior, construir um quadro geral com a síntese dos 10 indicadores com as suas respectivas definições (Conforme a Tabela 06). Esses, serão utilizados posteriormente para avaliação da eficiência da metodologia no processo de design durante a fase experimental da tese.

Tabela 06 – Indicadores de eficiência e avaliação do processo de design (fonte: autor)

Indicadores de Avaliação do Processo de Design		
item	Indicadores	Descrição
1	Indicador do acompanhamento periódico do PDP	Esse indicador, verifica se a metodologia estabelece metas e se utiliza de ferramentas ou métodos de acompanhamento periódico do desempenho, de forma sistematizada, importantes para verificar a qualidade das soluções geradas e a gestão do processo como um todo.
2	Indicador da inclusão e avaliação de parâmetros do usuário e do cenário	Esse indicador, dimensiona a quantidade de informações obtidas das demandas da empresa, mercado, contexto e dos usuários, a sua inclusão como requisito, aplicação no projeto ou avaliação das propostas geradas, compreendo que esse aspecto contribui para redução das incertezas e aproxima o projeto da solução desejada por esses diversos autores ampliando as chances de sucesso.
3	Indicador do uso e adequação dos Protótipos às fases do PDP	Esse indicador avalia o nível de interação da ideia com o mundo, ou seja, quanto ela foi explorada, experimentada, construída e avaliada no processo de design. Considerando, a visão ampliada do uso de protótipos, busca-se avaliar o emprego desses ao longo de todo o processo de design, desde baixa até alta fidelidade. Diante das novas tecnologias de prototipagem, entre elas: a prototipagem virtual, prototipagem rápida, manufatura rápida e ferramenta rápida e do conhecimento que existem protótipos, método e técnicas mais adequados a cada fase, estágio, propósito de design, considerando ainda, que cada um oferece possibilidades diferentes de avaliação da usabilidade, funcionalidade e estética das alternativas de projeto, fica evidente verificar se a escolha do protótipo está adequada cada fase projetou, uma vez que isso terá impacto decisivo na adequada avaliação e seleção de alternativas, bem como no tempo e custo do processo.
4	Indicador da divisão de problemas em subproblemas.	Diante da necessidade de redução do ciclo de desenvolvimento dos produtos, das pressões projetuais de ser o primeiro e o melhor e ainda complexidade do processo de design pela quantidade e variedade de problemas e informações, diversos autores e métodos de gestão de design, apontam a necessidade de dividir

		<p>problemas em subproblemas e depois conduzir as sub-soluções para a soluções final. Sendo assim, se avalia a estratégia de divisão dos problemas em subproblemas e a gestão da equipe de design no desenvolvimento deles.</p>
5	Indicador da continuidade do fluxo de atividades nas fases do PDP	<p>Esse indicador, verifica como foi conduzido o processo de design no que se refere a busca de informações suficientes para a correta tomada de decisões e avanço entre fases e micro fases, bem como as retomadas geradas no processo por problemas por um avanço nas fases sem informações suficientes ou por tomadas de decisões equivocadas. Sendo assim, esse indicador verifica a continuidade do fluxo de projeto.</p>
6	Indicador dos custos no PDP	<p>Esse indicador, visa verificar a eficiência da gestão dos recursos financeiros e uso materiais e serviços ao longo do processo de design. Mesmo sabendo que o custo do processo de design é pequeno se comparado com todo do processo de desenvolvimento de produtos, gerenciar os recursos e ações do ponto de vista financeiro, considerando a relação custo benefício e a necessidade de apostar mais alto ao avançar do processo, quando as incertezas são menores, indica também a eficiência do processo.</p>
7	Indicador da qualidade de comunicação, da gestão da informação e tomada de decisão no PDP	<p>Esse indicador tem por objetivo avaliar a qualidade da comunicação e gestão da informação dentro do PDP. Um dos aspectos que mais dificulta o desenvolvimento do processo de design e a integração da equipe é o estabelecimento de uma linguagem comum entre todos atores do processo de design. Consideramos importante verificar a qualidade dessa comunicação, para que o produto desenvolvido represente a solução do problema, o interesse ou o atendimento as necessidade de todos. Partindo do princípio que artefatos facilitam a comunicação, verificaremos as estratégias da equipe de design em comunicar as ideias, verificar a opinião dos usuários, atores/parceiros e transformar essa comunicação em informação útil ao desenvolvimento do produto, e também, como essa informação e gerenciada e utilizada ao longo do processo de design. Observaremos o</p>

		nível de maturidade das informações para o processo de tomada de decisões, verificando se essas informações permitiriam uma tomada de decisão segura e de qualidade. Por exemplo: com uso de metas e instrumentos de análise qualitativa e quantitativa, para uma tomada de decisão e seleção comparativa, a partir do desempenho verificado em testes e avaliações.
8	Indicador do tempo nas fases do processo de design	Considerando que o desenvolvimento de produtos estabelece um diálogo entre a necessidade de reduzir o tempo de desenvolvimento com necessidade de diagnosticar corretamente o problema, às oportunidades, os concorrentes, o mercado e as necessidades das pessoas, compreendemos a importância do equilíbrio da distribuição desse tempo ao longo das fases de design. Nesse sentido, o uso do tempo e a distribuição do tempo no processo como todo, pode ser usado como parâmetro de análise da eficiência do PDP.
9	Indicador da qualidade e viabilidade do produto	Ao final do processo se espera que o produto tenha qualidade para a empresa/ indústria, para os usuários, que seja competitivo para o mercado, viável e eficiente para se produzir. A avaliação dessa qualidade, é um indicativo importante para avaliação do próprio processo de design. Essa qualidade inclui a satisfação da funcionalidade, usabilidade e dos aspectos estéticos. Durante o processo de design, a análise da produção e do mercado, por exemplo, podem ser antecipadas através da integração das fases ou da análise com usuários, o que permite que o produto chegue ao final com uma avaliação de qualidade superior aos seus concorrentes.
10	Indicador da integração das fases do processo de design	Como falamos anteriormente, a integração entre as fases além de permitir encurtar o processo de design, possibilita antecipar problemas que poderiam só ser verificados adiantes. Nesse sentido, verificar estratégias de integração entre as fases e sua influência na qualidade e tempo de projeto, é um indicativo que pode ser usado para avaliação da sua eficiência.

4. PROTÓTIPOS

4.1. Conceito

O termo protótipo possui significados diferentes em cada área. Para um designer de produto, pode ser a configuração do produto em sua escala real com o mesmo material, acabamento e funcionalidade. Animadores podem chamar seus *storyboards* de protótipos de seus filmes ou vinhetas. Designers de interface podem utilizar o termo para simular digitalmente a sua tela. Programadores chamam os testes dos programas de protótipos. Desenvolvedores de software consideram protótipos pré-release dos softwares desenvolvidos. Engenheiros de produção podem utilizar o termo para o primeiro produto fabricado em uma linha de produção.

Epistemologicamente, protótipo seria a materialização do conhecimento. Literalmente significa: “o primeiro de um tipo”. Segundo Baxter (1998), no processo de design de produtos, a palavra se refere aos dois tipos de representação: (1) no sentido mais preciso, refere-se à representação física do produto que será produzido industrialmente, (2) no sentido mais lato, refere-se a qualquer tipo de representação física construída com o objetivo de realizar testes físicos.

No dicionário Babylon (que usa a Britannica Concise Encyclopedia), *prototyping* é descrito como: “*creation of a model (1), act of constructing an original sample (2)**”.

(1) *model* é descrito como: “*ideal, serving as an example, worthy of emulation*” “*example, pattern, template, exemplar; one who models (clothing, etc.); one who sits as a subject for an artist; replica, miniature; paragon, ideal*” e “*display; example, exhibit; mold, design, shape*”.

(2) *sample* é descrito como: “*example; specimen, small part of something; representative part of a larger group*” ou “*take a small portion of something as a specimen; determine the quality of something by testing a specimen*”.

Assim, o termo *prototyping* é traduzido nesse dicionário como: “criação de um modelo, ato de construir um exemplar original”, relatando o uso de modelos ideais de exemplo ou demonstração realizado através da construção de pequenas partes de alguma coisa, como amostra para determinar a qualidade de alguma coisa, através de testes ou simulação realizados em um exemplar. Dessa forma, o protótipo não está limitado a algo físico, nem a uma representação de todas as características de um produto.

Genericamente diversos autores em todo o mundo se dirigem as etapas de representação de características de um produto ou sistema através do termo prototipagem (*prototyping*), dividindo-os de acordo com o nível de fidelidade (baixa e alta fidelidade). Nesse sentido: *sketches*, *mockups*, modelos e protótipos tradicionais, são tratados como tipos de protótipos com diferentes níveis de fidelidade.

Segundo Chrissis et al. (2003) o protótipo seria um tipo preliminar, a forma, ou a ocorrência de um produto ou componente de produto que serve como um modelo para as fases posteriores, ou para a final, completar a versão do produto.

Assim, temos adotado a seguinte definição de protótipo. “Artefato físico ou digital desenvolvido para compreender, explorar, avaliar e comunicar um ou mais atributos do produto que está sendo desenvolvido” (Alcoforado, 2007)

4.2. Potenciais de Comunicação

Segundo a associação alemã de designers industriais e Estilistas (VDID *Verband der Deutschen Industrie Designer*), os “modelos”, que para o nosso estudo seriam tipos de protótipos, podem ser classificados da seguinte forma:

- (1) **Modelo proporcional** (modelo de conceito). Que tem por objetivo mostrar o produto na proporção real, ser fácil, rápido e barato para ser produzido, facilitar a comunicação das propriedades do produto, a motivação e o consenso de produção de ideias, ser disponível e reciclável. Os níveis de abstrações podem ser: (a) baixo grau de funcionalidade ou nenhuma (b) alto grau de especificação de detalhes.
- (2) **Modelo Ergonômico**. Suporta decisões rápidas sobre a sua praticidade (ser possível desenvolver e concluir o produto), mostrar detalhes importantes de operação e uso e aplicabilidade de funções específicas. Os níveis de abstrações podem ser: (a) médio grau de funcionalidade ou algumas (b) médio grau de especificação de detalhes.
- (3) **Modelo de Estética e modelagem**. Que apresenta a aparência externa do produto final. Acabamento da superfície com qualidade de “*show room*”. Suportar decisões rápidas dos métodos de construção e fabricação. Habilitar os demais atores do processo (clientes, vendedores, imprensa, fornecedores, usuários...) julgarem cada estágio. Os níveis de abstrações podem ser: (a) baixo grau de especificação de detalhes (b) parcialmente alta funcionalidades ou algumas.
- (4) **Modelo Funcional**. Habilitam promover avaliações através de simulações numéricas e testes iniciais de algumas funções (montagem, manutenção, estudo de cinemática), mostrar algumas ou todas as funções importantes do produto, mesmo sem forma externa. Dar informações importantes para ferramentas e moldes de fabricação. Os níveis de abstrações podem ser: (a) baixo grau de especificação de especificação (b) alto grau de funcionalidades ou todas.
- (5) **Protótipo** (que para o nosso estudo seria um protótipo de alta fidelidade). São amostras bem aproximadas ou se necessário, exatas, produzidas de

acordo com o documento de produção, que só se diferencia do produto em série pelo processo de produção. Habilita testar uma ou várias propriedades do produto (montagem, desmoldagem,...), habilita a produção de ferramentas (*rapid tooling*) habilita a preparação da introdução do marketing através de campanhas preliminares. Os níveis de abstrações podem ser: (a) nenhum grau de especificação de detalhes (b) alto grau de funcionalidades (todas).

- (6) **Piloto** (ou amostra de produção). É o protótipo produzido em série, lote piloto, de pré-produção ou lote principal. Habilita um teste completo de todas as propriedades do produto, permite treinamento de produção e manutenção, ajustar e iniciar a produção em massa, a sequencia de montagem e o planejamento detalhado para os clientes e fornecedores. Os níveis de abstrações podem ser: (a) nenhum grau de especificação de detalhes (b) alto grau de funcionalidades (todas).

Através dessa classificação do VDID percebemos que existem três classes usadas para a separação do processo de prototipagem: modelos, protótipos e pilotos e que esses são utilizados para três atividades principais de avaliação do design, ou seja, possuem três níveis principais de comunicação: funcionalidade, usabilidade e estética.

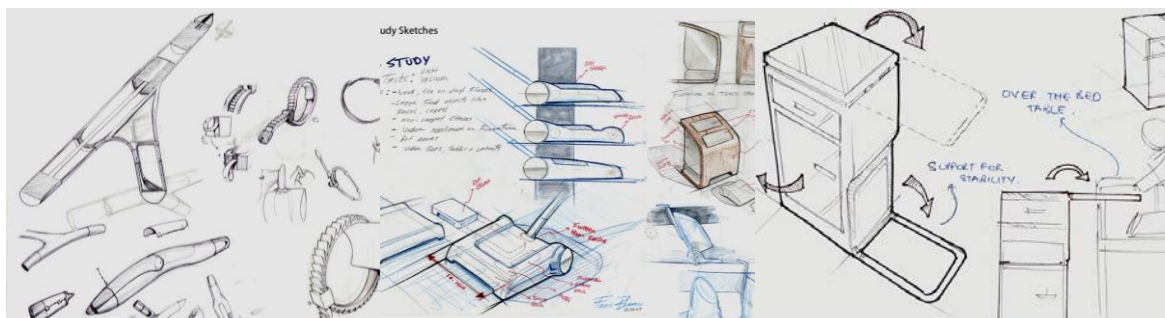
Para facilitar a compreensão dos tipos de protótipos, faremos agora uma definição de sua tipologia, procurando apresentar a área de aplicação em design (produto, gráfico ou digital) e algumas das formas de utilização dentro do processo de design. Procuraremos paralelamente, através da análise das definições de diversos autores, identificar quais os níveis de comunicação (funcionalidade, usabilidade e estética) atendidos por cada tipo de protótipo. Esses auxiliarão a construção de nossa metodologia.

Essas definições serão destacadas e devidamente identificadas através do uso de: (e) para estética, (f) para funcionalidade e (u) para usabilidade.

4.3. Classificação dos protótipos



1 Sketch



Os *sketches* podem ser definidos como: um tipo especial de representação feito à mão livre, por meio tradicional, com lápis e papel, ou digital, com mesa e caneta óptica ou em software de CAD. Eles normalmente são realizados nas fases iniciais do projeto como meio de representar, comunicar, armazenar e combinar características de um produto que está sendo criado ou detalhado.

Para Ullman et al. (1990) *Sketches* são definidos como desenho “a mão livre” normalmente feito fora de escala natural e que podem conter anotações rápidas para representar o objeto e suas funções.

GoldSchmidt e Porter (2004) define *sketch* como a mistura de desenho e texto, criando anotações que permitem designers manipularem informações contextuais com a forma visual, através de representações em duas ou três dimensões, tornando tangíveis as decisões dos conceitos contidos na mente do designer, ou seja, os *sketches* livres, esquemáticos e diagramas estariam incluídos.

Segundo Ullman et al. (1990), os *sketches* podem ser utilizados com as seguintes funções: (1) arquivar a forma do design (2) comunicar ideias do projeto entre os designers e o fabricante (3) produzir uma ferramenta de análise para realização de cálculos a partir do desenho (4) Simular o design

(5) Realizar uma verificação completa do design, servindo como ferramenta de acompanhamento das tarefas que será necessário realizar até a execução final do produto. (6) atua como extensão da memória de curta duração, sendo usado inconscientemente para recordar ideias que julgam que poderão esquecer.

Os *sketches* não são uma ferramenta importante apenas para os designers de produto, os projetistas de interfaces também se usam deles para elaboração dos primeiros esboços, esquemas, esqueletos do que pretendem implementar.

Segundo Gayle Curtis e Vertelney (1990) Os *sketches* podem auxiliar os designers de Interfaces nos seguintes aspectos do Projeto:

(1) Visualização de conceitos > Explorar alternativas; Resolver detalhes do projeto e desenvolver cenários de interação;

(2) Teste de Interfaces: A sua inteligibilidade (leitura e interpretação), Navegabilidade e Eficiência;

(3) Apresentar as ideias da interface > Antecipação da visualização para os designers, programadores, gerentes e usuários;

Ao esboçar o Designer é estabelecer um diálogo com a representação. Ao mesmo tempo que registramos informações através da representação, recolhemos e processamos informações importantes a partir delas. Informações que irão gerar reflexões e combinações de ideias, em uma dialética permanente e fundamental para o processo criativo.

Para Cross (2005) Esse diálogo ocorre através da percepção do designer dos conceitos esboçados e reflexão sobre as ideias que eles representam e suas implicações para a resolução do problema e se dá através de processos mentais internos e representações externas contínuas.

Para o autor, os *sketches* possibilitam aos designers lidar com diferentes níveis de abstração simultaneamente, permitindo pensar paralelamente no conceito geral e em conceitos específicos de um projeto, o que amplia sua

importância no processo. O que permite explorar o espaço do problema e da solução espaço em um só espaço, como deve ser um processo de design.

Com objetivo de verificar e classificar a aplicação dos *sketches* para realização de avaliações estéticas, funcionais ou de usabilidade do Design, durante a dissertação de mestrado, consultamos diversos estudos da área e realizamos recortes nas definições e aplicações de cada um dos tipos de protótipos, nesse caso os *sketches*.

Esses recortes foram posteriormente analisados com a técnica de análise do discurso, de forma a identificar no texto elementos que relacionassem as definições a cada um dos canais de comunicação. Ex: O *sketch* permite realizar **avaliações visuais** das alternativas de design (“avaliações visuais” estão relacionadas ao canal estético)

Na Tabela 07 apresentaremos os autores pesquisados, os recortes realizados e análises que permitiram relacionar o texto com os canais anteriormente apresentados: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

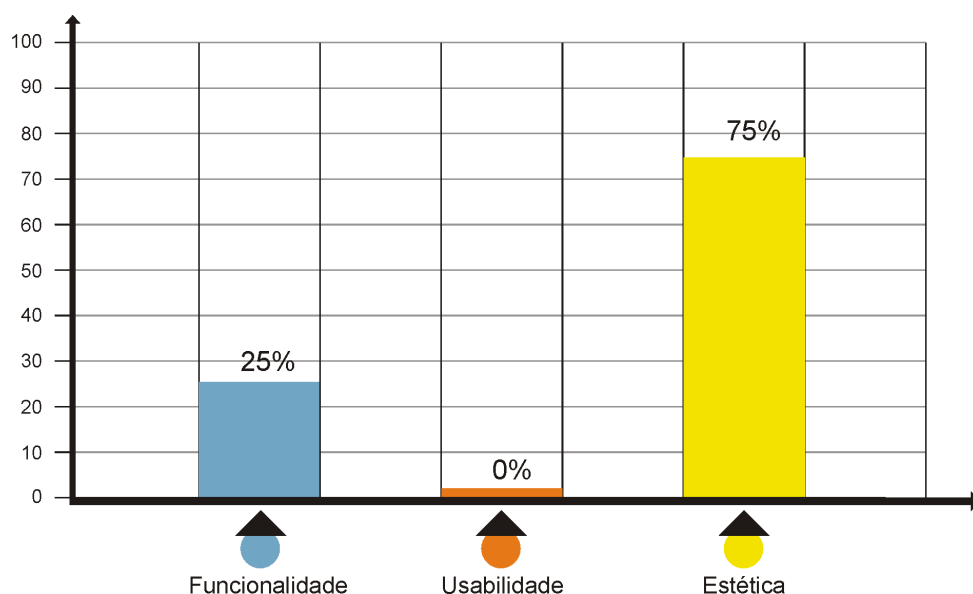
Tabela 07 – Quadro de ocorrências de canais de comunicação para *Sketches* (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Ullman (1997)	(f1) Nesse tipo de desenho são suportadas notas que permitirão apresentar características funcionais do produto; (f2) são desenhos que apresentam detalhes das partes do projeto com as especificações claras que representam informações funcionais importantes do produto; (f3) simular operações do produto;		
Ullman (1990)	(f4) revelam que os primeiros estágios do uso dos <i>Sketches</i> durante o processo de design são claramente funcionais ;		
Jones e Marsden (2006)			(e1)Através da realização de <i>sketches</i> de suas ideias em papel designers ficam habilitados a ver a aparência da sua interface

Snyder (2003)		(e2) prototipagem via sketch ajuda a evitar o compromisso do design em realizar uma perfeita aparência do projeto
GoldSchmidt e Porter (2004)		(e3) define <i>sketch</i> como a mistura de desenho e texto, criando anotações que permitem designers manipularem informações contextuais com a forma visual , através de representações em duas ou três dimensões, tornando tangíveis as decisões dos conceitos contidos na mente do designer

Para realização do gráfico 22, identificamos nas definições dos autores (Tabela 07) que quatro autores trazem definições que relacionam os *sketches* com o canal estético (e1 à e3) e apenas um autor traz definições (f1 à f4) que relacionam *sketches* com o canal funcional. Sendo assim, transformando em porcentagem, podemos afirmar que 75% dos autores pesquisados consideram que os *sketches* atendem ao canal estético e 25% atendem o canal da funcionalidade, conforme apresentado no Gráfico 22.

Gráfico 22 - Níveis de comunicação dos *sketches* (Fonte: autor)





2 Storyboard



Os *storyboard* são sequencias de quadros que ilustram o funcionamento de um sistema em resposta aos procedimentos ou ações do usuário. Nele desenhamos as ações que podem ser executadas pelos usuários e as respostas do sistema a essas ações, como: acionamento de botões, mudança de estado, troca de tela ou *menu*, *feedbacks*,...

Os *storyboards* também podem ilustrar uma sequencia de acontecimentos que permitem compreender um determinado cenário. Ele já tem sido usado há muito tempo por diretores de filmes e técnicos de esportes para descrever cenas de filmes e para apresentar jogadas ou estratégias defensivas ou ofensivas aos jogadores de um time respectivamente. Porém em 1982 com o lançamento do *Storyboarder* pela *American Intellware*, o método começou a ser expandido para aplicações até antes nunca previsto, como modelar um sistema de forma tangível através de um processo interativo. Esse sistema tem permitido usuários participarem efetivamente do processo de validação de seus requerimentos.

Gill (2005) apresenta o *storyboard* como um método que ajuda o designer a compreender o contexto que envolve um produto. As histórias descritas no *storyboard* contam sobre características dos produtos e funções que permitem colocá-lo em funcionamento. Isso permite o designer compreender o contexto e habilita a comunicação com os demais atores e um diálogo útil com usuários potenciais do produto.

Para Andriole (1989) *storyboard* é uma sequência de telas que representam as funções que um sistema pode executar quando for formalmente implementado.

Para Rogers et al. (2002), o *storyboard* é um protótipo de baixa fidelidade que é usado como auxílio de narrativa de descrição informal, (técnica conhecida como *scenarios*). Segundo as autoras o *storyboard* seria uma sequência de *sketches* que mostram como um usuário pode proceder ao longo de uma tarefa usando um equipamento que está sendo desenvolvido.

Compreendemos que os *storyboard* são sequências pictóricas que auxiliam a compreender o uso de um sistema, o funcionamento de produto e a dinâmica de um cenário, mas poderíamos nos perguntar: e em que isso pode auxiliar o designer?

Segundo Truong et al. (2006) o *storyboard* pode ser usado para uma variedade de atividades do processo de design, como: (a) concepção de novas tecnologias, (b) ilustração de um cenário, (c) das necessidades dos usuários, (d) das tarefas ou do funcionamento de um aplicativo, ou seja, permite esclarecer dados do contexto, do funcionamento e do uso que podem auxiliar o design a compreensão do problema projetual.

Para Lilie (2006) os *storyboards* podem ser usados no processo de design nas seguintes fases:

- **Fase de análise** – Auxilia o design a considerar as situações, ambiente de uso, sentimentos, interações e contexto para o produto que está sendo desenvolvido.
- **Fase de Síntese** - Utiliza os dados da fase anterior para juntamente com os membros de design realizar o processo de síntese para geração de ideias e conceitos do novo produto.
- **Fase de Simulação** – Realiza-se a Geração de ideias e conceitos para o novo produto a partir da síntese realizada na fase anterior, considerando comportamento, interação e propriedades do produto.

- **Fase de Avaliação** – Fase onde as alternativas geradas são avaliadas através de testes com futuros usuários. Os *Storyboards* ajudam os usuários a compreender não apenas a proposta do produto, mas os valores e qualidades envolvidas.
- **Fase de Decisão** – Os *Storyboards* são usados nesse momento para gerar apresentações que facilitem compreender visualmente de forma realista o produto e o seu funcionamento, permitindo recolher opiniões de usuários e clientes.

Para Reeder (2005) Através dos *storyboards* projetistas podem entender como as pessoas interagem com os produtos existentes e visualiza as necessidades dos usuários. Assim, os designers podem concentrar-se em resolver as etapas com problemas e a identificar oportunidades de Inovação.

Na Tabela 08 apresentaremos a relação do uso dos *storyboards* com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 08 – Quadro de ocorrências de canais de comunicação para *Storyboards*(fonte: autor)

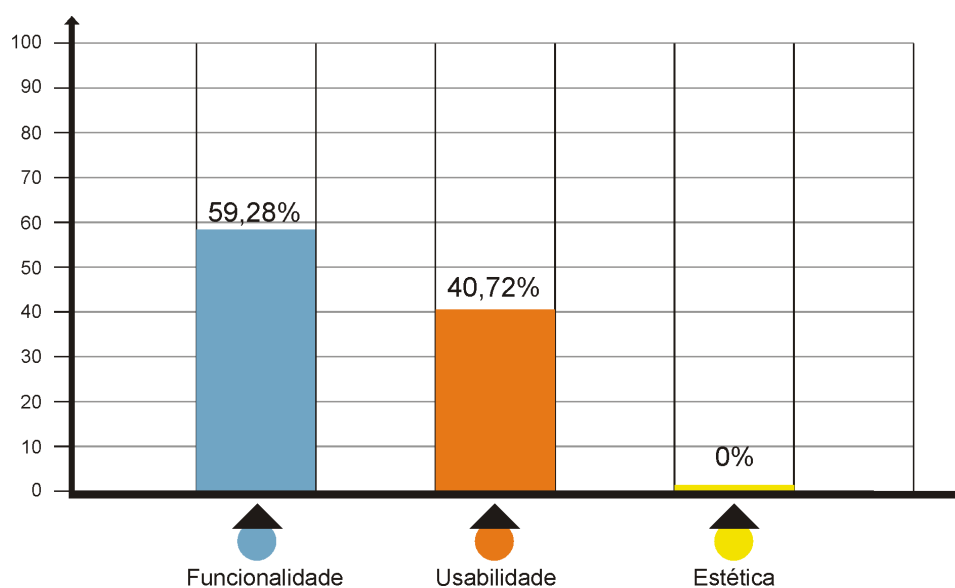
Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Snyder (2003)	Define <i>storyboard</i> como uma série de desenhos ou imagens que representam (f1) como uma interface deverá ser usada para realizar uma determinada tarefa , se comportando basicamente como um fluxograma.	...(u1) podem explicar a escolha que usuários fazem através do uso de um sistema. (u2) pode ser usados para capturar narrativas dos clientes, levantamento de questões e informações a partir dos usuários. O <i>storyboard</i> permite realizar (u3) teste de usabilidade, a partir do momento que encoraja usuários a influenciar o design e não apenas a concordar com a cabeça com as nossas ideias.	

Jones e Marsden (2006)	A ideia básica dos <i>storyboards</i> é que uma série de <i>sketches</i> devem ser desenhados para mostrar os passos requeridos em uma interação com uma interface. (f2) Isso pode ser feito através de indicações de fluxo de atividades ou de indicações do que cada ação realizada, como a ativação de em um botão, representará para a mudança do sistema.		
Rogers, Sharp e Preece (2002)		O <i>storyboard</i> seria uma sequencia de <i>sketches</i> que (U4) mostram como um usuário pode proceder ao longo de uma tarefa usando um equipamento que está sendo desenvolvido.	
Nam e Gill (2001)	<i>Storyboard</i> são sequencias lineares com narrativas de histórias reais na forma de prosa, quase sempre ilustradas com figuras e desenhos. (f3) Eles descrevem o contexto no qual o produto é desenvolvido ou ilustram a função do novo produto ou sistema no contexto.		
Andriole (1989)	O importante no <i>storyboard</i> é (f4) comunicar de forma compreensível aos usuários às funções presentes no sistema , verificar requerimentos a partir de questões subjetivas obtidas a partir de interações com usuários e para realizar (f5) avaliações técnicas com a equipe. Os <i>storyboards</i> em seu formato dinâmico, ou seja, animado, podem oferecer ao processo outras contribuições como: (1) Linguagem natural para validação de requerimentos, (2) baixo custo em relação ao preço da (f6) modelagem funcional tradicional , (3) permite adaptar o sistema, (4) (f7) simulação das capacidades do sistema e (5) (f8) demonstração das capacidades do sistema.	Funções do <i>storyboard</i> : (u5) permitir o ajuste o sistema a partir dos usuários e (u6) adaptar o design e o desenvolvimento dos sistemas analíticos de computadores a partir dos usuários	

A partir de uma análise da definição de autores apresentada da Tabela 08, pudemos gerar o Gráfico 23 com o percentual dos níveis de comunicação atendidos por essa ferramenta de prototipagem, da seguinte forma: Nos

casos em que encontramos em dois autores definições de canais distintos (ex: em Snyder, uma definição de funcionalidade e três de usabilidade), pegamos o valor referente a porcentagem do autor 20% (cinco autores x 20% = 100%) e dividimos pela quantidade de definições, ou seja, 5% funcionalidade e 15% usabilidade, a soma total por canal gerou as porcentagem apresentadas nesse Gráfico 23.

Gráfico 23 - Níveis de comunicação dos *storyboards* (Fonte: autor)



3 Protótipo de Papel



Protótipo de papel, como o próprio nome diz, são protótipos de baixa fidelidade, produzidos em papel, com o objetivo de simular a realização de atividades reais durante o processo interativo com a participação de usuários.

Snyder (2003) define “protótipo de papel” como uma variação dos testes de usabilidade onde usuários representativos desenvolvem tarefas reais através de um processo interativo com uma versão em papel das interfaces.

Essas atividades são manipuladas através de uma pessoa “simulando um computador” que não explicita o modo como a interface foi planejada para funcionar, a fim de recolher informações sobre a percepção desses usuários durante o processo interativo.

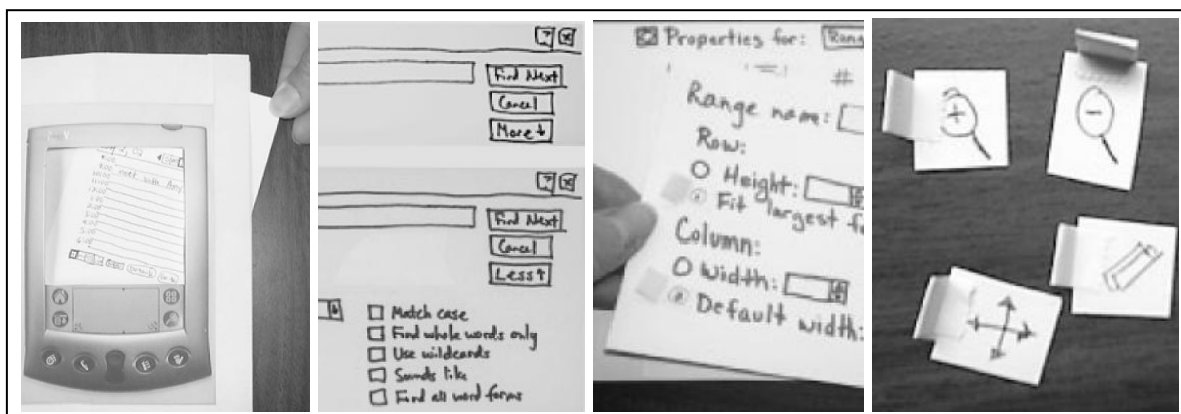
Esse método pode oferecer uma ampla possibilidade de design, teste e refinamento para interfaces. Podendo ser utilizada também como ferramenta de *brainstorming*, criatividade, design, teste e comunicação.

Protótipos de papel podem ser desenvolvidos a mão livre ou através de computadores, porém no momento de uso precisam ser impressos em papel para que todos os benefícios planejados para esse tipo de protótipo, como interatividade, facilidade de montagem em nova ordem e facilidade de atualização, a partir da interação dos usuários.

Com essa visão, ele pode ser produzido com materiais simples como lápis, papel, caneta, marcador, *post-it*, tesoura e cola. Esses materiais ajudam a criar componentes do protótipo que irão ser utilizados durante o processo de análise com usuários e a atualizá-lo ainda durante o processo interativo.

Entre as técnicas para utilização temos: (a) o mascaramento (“*blinder*”). Através do qual o designer pode trocar a telas que projetou e realizar novos testes utilizando essa base (*blinder*) com marcamento do local da interface. (b) telas de sobreposição ou desdobramento. Essas permitem a sobreposição ou desdobramento como forma de atualização da interface a cada ação do usuário; (c) Mascaramento de opção da tela. Essa usa pequenos pedaços de folha em branco para cobrir itens marcados em folhas bases, e que são retirados para refletir uma ação do usuário; (d) ícones e setas flutuantes, são colocados soltos sobre a interface para serem manipulados pelo usuário durante as simulações.

Figura 01 - Técnicas para produção de protótipos de papel (Fonte: Snyder, 2003)



Os protótipos de papel podem auxiliar a: (1) ter um rápido *feedback* de uso antes que seja investido esforço na sua implementação (2) ser fácil e rápido de produzir, dando a possibilidade de se experimentar várias ideias em pouco tempo. (3) Facilitar a comunicação entre designers, desenvolvedores e usuários (4) não necessita de conhecimentos técnicos ou multidisciplinares para ser implementado, facilitando a participação e integração de toda equipe (5) Estimula a criatividade no processo de design e na interação com os usuários (Schumann et al., 1996), (6) baixa intimidação na sua utilização em relação a outros métodos, como computadores (7) encoraja usuários e designers a sugerir mudanças uma vez que sua atualização é rápida (8) e (9) diminui conflitos durante a fase de defesa e seleção de alternativas de design.

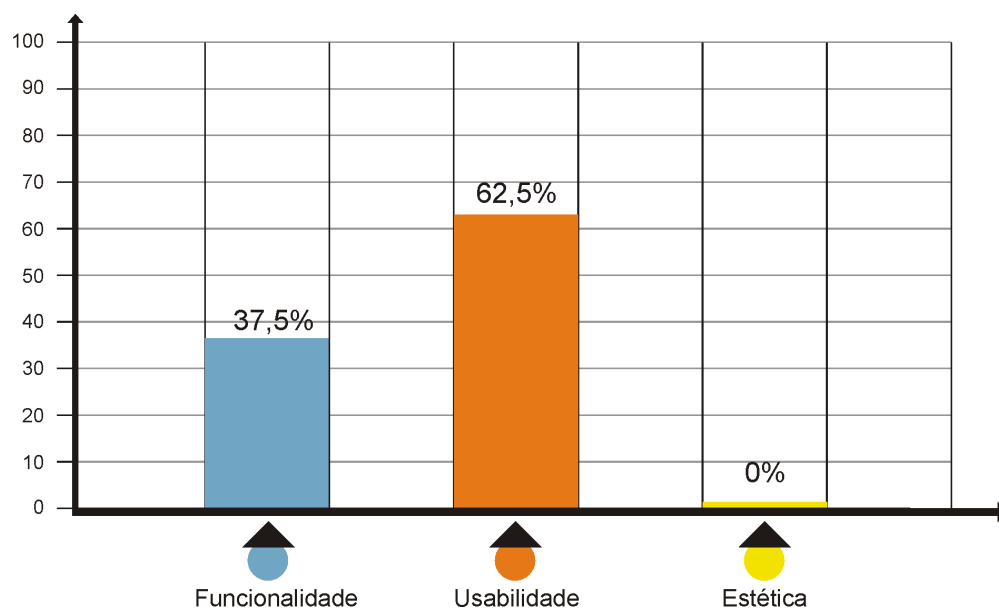
Na Tabela 09 apresentaremos a relação do uso dos protótipos de papel com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 09 – Ocorrências de canais de comunicação para Protótipos de Papel (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Snyder (2003)		(u1) define protótipo de papel como uma variação dos testes de usabilidade onde usuários representativos desenvolvem tarefas reais através de um processo interativo com uma versão em papel das interfaces.	

Schumann et al., 1996	Alguns benefícios estão previstos no uso de protótipos de papel:... (u2) Estimula a criatividade no processo de design e na interação com os usuários		
Snyder (2002)		Pesquisa mostram que os protótipos de papel são considerados essenciais ou úteis por 30% e 56% respectivamente e que (u3) 0% dos profissionais consideraram essa técnica sem utilidade em usabilidade.	
Jones e Marsden (2006)		Apontam que após a organização da interface através de <i>sketches</i> com todos os elementos chaves, (u4) (f1) eles podem ser preparados para que usuários interajam através de um sistema básico de funcionalidade.	

Gráfico 24 - Níveis de comunicação dos Protótipos de Papel (Fonte: Autor)





4 Mockup (baixa Fidelidade)



Tradicionalmente temos definido *mockup* físico como sendo qualquer estado volumétrico de um produto na escala natural (1:1) realizado com materiais alternativos, ou seja, diferentes dos que serão utilizados no produto final (BACKX, 1994). Dessa forma eles não exploram todas as características do produto em um alto nível de fidelidade.

Para Holmquist (2005) *Mockups* são objetos que possuem a aparência mas não a função de um certo artefato. O autor exalta que eles possuem uma longa história no design tradicional, sendo uma representação simplificada através dos materiais disponíveis que permitem ao designer identificar problemas potenciais e explorar alternativas nas primeiras fases do projeto, sem o trabalho envolvido na criação de artefatos funcionais.

O *mockup* tem sido bastante usado para reprodução e avaliação de aspectos de produtos no processo de design. Os materiais mais utilizados são: papel, papelão ondulado, papelão pinheiro, espumas de poliuretano, madeira, isopor e gesso, juntamente com lápis e caneta, usados para colocar informações verbais e pictóricas em sua superfície.

No processo de design, os *mockups* possuem uma importante função exploratória e experimental, através deles, podemos explorar, testar e avaliar atributos que podem ser rapidamente atualizados e reavaliados.

Para Holmquist (2005) *mockup* seria um “*generator*”, ou seja, um gerador de ideias e inspirações para o processo de design. Sendo assim, designers de produto e gráfico podem necessitar um amplo número de *mockups* até a definição do produto final, não interessando muito quanto atrativo será um *mockup*, mas sim o que podemos extrair de conhecimento através deles.

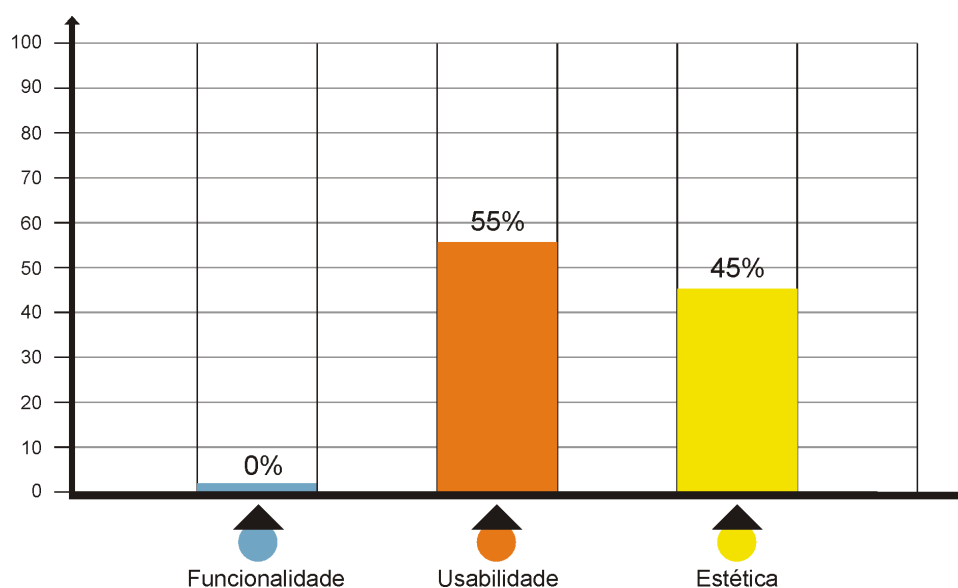
Na Tabela 10 apresentaremos a relação do uso dos *mockups* físicos com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 10 – Ocorrências de canais de comunicação para *Mockup* de baixa fidelidade (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Baxter (1998)			(e1) “Os modelos são usados para a apresentação visual do produto”,
Para Holmquist (2005)			(e2) “ <i>Mockups</i> são objetos que possuem a aparência mais não a função de um certo artefato”.
Schrage (1996)		<i>Mockups</i> possuem uma qualidade limitada em relação a um artefato final, porém (u1) permitem testar, certos aspectos reais, como por exemplo, uma cadeira que pode ser produzida apenas para realizar uma ou duas interações com usuários.	

Snyder (2003)		<p>Tratando da produção de um <i>mockup</i> de madeira de um controle de TV (u2) nos queremos alguns feedbacks primeiro e acreditamos ser uma boa ideia ver a importância dos botões. Por isso, devem ser realizados testes com usuários para que se possa perceber qual deles é menos usado.</p> <p>Através dos <i>mockups</i> os autores recolhem informações importantes (u3) de operações certas e erradas a partir de testes com usuários reais.</p>	<p>(e3) afirma que os <i>mockups</i> 3D permitem explorar características estéticas (“<i>look and feel</i>”), através das sensações táteis, visuais e de (u4) usabilidade, através da condução de testes com usuários.</p>
Gill (2005)		<p>(u5) “ele permite que usuários fiquem habilitados a sentir a forma e a ergonomia das informações aplicadas, incluindo a localização e a relação dos inputs do controle”.</p>	

Gráfico 25 - Níveis de comunicação dos *Mockups* Físicos de baixa fidelidade (Fonte: Autor)





4 Rendering



Podemos chamar de rendering, representações visuais estáticas realísticas ou bem aproximadas de um produto ou sistema final, produzida de forma manual, pelo método tradicional com pintura, ou digital, através de softwares gráficos específicos, se tornando o caminho natural para representação volumétrica das ideias visuais do designer.

Segundo Straub et al. (2004):

O *rendering* evoluiu para uma representação mais solta e gestual, muito mais próxima do momento da materialização do pensamento criativo do designer... Efetivamente, a representação visual sempre terá um importante papel de ligação entre a criação e a materialização da ideia, independente da intenção de venda de projetos ou dos conceitos de design. (STRAUB et al., 2004, p.22)

Os métodos de *rendering* podem ser divididos em duas técnicas principais: **(1) Rendering tradicional**, feito à mão ou com instrumentos manuais através de pintura à lápis, pincel, aerógrafo ,...**(2) Rendering digital** feitos com sistema computadorizado através do uso de softwares e aplicativos gráficos bidimensionais (*Photoshop, Illustrator, Coreldraw,...*) e tridimensionais (3ds max, Maya, Rhinoceros com Flamingo,...).

Para Gill (1991) o *rendering* é uma ferramenta de inestimável valor comunicativo entre designers e clientes ou entre esses e o seu público. Assim, o *rendering* pode ser descrito como o processo de interpretação gráfica pictorial do que é visto ou do que é conhecido para apresentar um produto antes de ser produzido. Sendo assim, o *rendering* deve ser antes de tudo o compromisso com a representação da realidade.

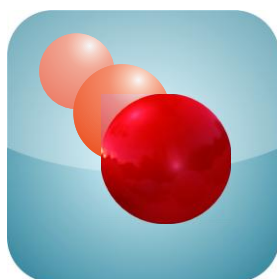
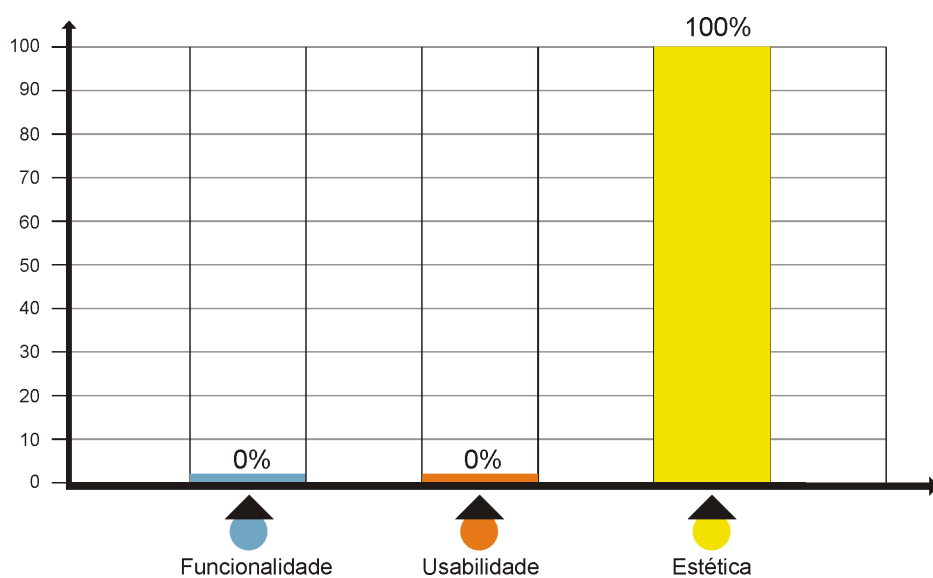
Para Snyder (2003), primeiro é necessário definir o propósito e os elementos que deverão conter o produto ou sistema, depois é o momento de criar uma imagem do sistema (*rendering*) à mão ou via computador, para que a ideia existente em nossa cabeça possa ser vista por todos.

Entre os elementos principais que compõe o *rendering* podemos destacar: a perspectiva, a luz e a sombra, a composição, a textura e a cor. Entre as técnicas mais utilizadas para elaboração de *renderings* temos: à Tradicional à mão livre; tradicional com aerógrafo, Digital com softwares gráficos 2D e Digital com softwares gráficos 3D.

Na Tabela 11 apresentaremos a relação do uso do *rendering* com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 11 – Ocorrências de canais de comunicação para *Rendering* (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Gill (1991)			O <i>rendering</i> tem por objetivo dar ilusão de realismo às representações bidimensionais transformando-as em representações tridimensionais de objetos e vistas, (e1) visando que essa possa ser utilizada para fornecer uma exata imagem.
Snyder (2003)			(e2) o esforço para criar uma forma de apresentação visual de um projeto pode se dividir entre o tempo de design e o tempo de <i>rendering</i> .

Gráfico 26 - Níveis de comunicação dos *Renderings* (Fonte: Alcoforado, 2007, p.84).

5 Animação



Do dicionário Michaelis, animação seria: “a ação de animar”... “o movimento”... “a série de telas exibidas em rápida sucessão dando a impressão de movimento”. “criação da ilusão de movimento através da exibição de uma série de imagens... levemente diferentes uma da outra”.

Então podemos definir a animação como sendo uma sequência de imagens diferentes, exibidas em série, dando a sensação de movimento contínuo. A velocidade de exibição pode variar de acordo com a aplicação: TV (NTSC e Pal-M) usa 30 quadros por segundo (*frames per second* (fps)) e o cinema normalmente usa 24 fps. A exibição de imagens com uma velocidade superior a 12 fps já garante a ilusão de movimento contínuo por características físico-químicas da persistência de imagens em nossa retina.

A animação possui diversas finalidades, ela deve ser utilizada: (a) como método de prototipagem no processo de design, (b) para comunicar algo planejado para uma audiência específica ou (c) para realização de uma apresentação visual ou audiovisual de um ou vários atributos de um produto ou sistema.

A finalidade é utilizar esse modo de comunicação como ferramenta de apresentação e exploração das características do design, que permitirão obter feedbacks de usuários, clientes, designers, profissionais de marketing e fornecedores. Esses feedbacks possibilitarão realizar avaliações e futuras modificações.

Para Liu et al. (2002) afirmam que através do arquivo de animação, podem ser realizados treinamentos técnicos como os de montagem e manutenção dos produtos e uma avaliação simultânea do design do produto com todos os atores do processo de desenvolvimento (clientes, designers, profissionais de venda e marketing, engenheiros,...).

Embora a animação esteja diretamente relacionada à possibilidade de apresentação e ela pode ser usada para: facilitar a comunicação, fornecer informações e esclarecer detalhes de um problema.

Segundo Weiss et al. (2002) a animação esclarece relações através de meios visuais e pode ajudar na compreensão de relações abstratas que poderiam ser difíceis de entender.

Basicamente temos dois grupos de animação: Bidimensionais e tridimensionais. Entre as principais técnicas de animação temos:

(a) Animação tradicional, desenhada quadro a quadro com lápis e papel ou com a utilização de mesas digitalizadoras e softwares de desenho específicos;

(b) *Stop motion*, utilizando fotografias e um processo de parada e movimento, efetuando pequenas alterações de posicionamento à cada nova captura, seja com: massinha, sombras, areia, recortes (*cut out*), esqueletos (*puppet*), objetos e pessoas (*pixilation*);

(c) Animação digital 2D – Realizada com aplicativos de desenho, imagem, vídeo ou vetoriais como: Photoshop, After Effects, Flash, Toon Boom,....;

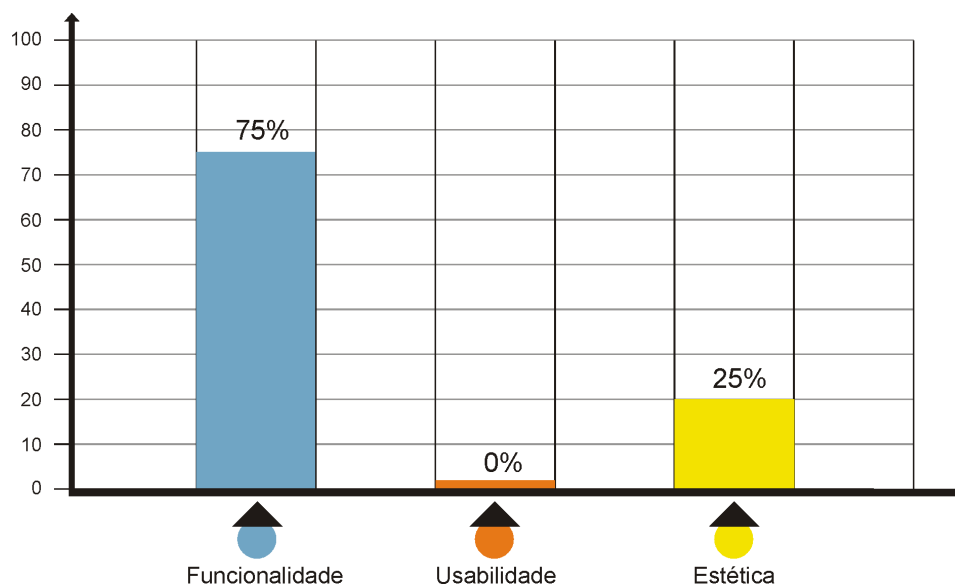
(d) Animação 3D, Realizado por aplicativos tridimensionais através de um processo composto pelas etapas de: modelagem, texturização, iluminação, animação e renderização, para geração de uma sequência de imagens ou de um vídeo.

Na Tabela 12 apresentaremos a relação do uso da animação com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 12 – Ocorrências de canais de comunicação para animação (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Para Forti (2005)	A animação é uma importante ferramenta para avaliação do design do produto. (f1)Através delas podemos testar encaixes, montagens e até mesmo o funcionamento mecânico das peças , o que permite avaliar as possíveis modificações em seu design.		
Liu et al. (2002)			(e1) (f2) a essência do design de animação é produzir arquivos multimídia capturando o design do produto de todos os ângulos e movimentos possíveis para demonstrar efetivamente como o novo produto será visto e como funcionará.

Gráfico 27 - Níveis de comunicação da animação (Fonte: Autor)



6 Modelo



Podemos definir modelo como sendo qualquer estado físico de um produto realizado em escala de ampliação ou de redução, no mesmo material do produto final ou em material alternativo, com ou sem recursos funcionais.

Para Backx (1994), modelo (maquete) se difere de protótipo e *mockup* por utilizar escalas diferentes da escala natura 1:1, ou seja, são feitos através de escalas de redução ou ampliação.

Segundo Baxter (1998) no sentido técnico, o termo modelo, é uma representação física ou matemática de um objeto. No projeto pode ser uma

representação completa do produto ou parte dele (e1) com a finalidade de apresentar a aparência visual desse produto.

Para o autor existem três diferenças entre modelos e protótipos: (1) a escala. Os modelos trabalham em escala de ampliação ou redução, enquanto os protótipos, como conhecidos, usam apenas a escala natural 1:1. (2) Os materiais. Nos modelos podem ser bastante variados: papel, madeira, gesso, massa de modelar, poliuretano,... enquanto no protótipo devem ser iguais ao do produto final e (3) o funcionamento. Os modelos geralmente se destinam ao estudo da forma, não contendo elementos funcionais enquanto nos protótipos essa funcionalidade deve estar disponível para ser explorada.

Os modelos podem ser produzidos de duas formas: (1) tradicional desenvolvido manualmente ou com auxílio de qualquer ferramenta que não seja de controle numérico (CNC) (2) prototipagem rápida, ou seja, impressos em 3D através de máquinas de prototipagem rápida controlada por controle numérico (CNC).

Para Evans (2005) As interações físicas com possuem um grande potencial de guiá-los na tomada de decisão e direcionamento, em vários caminhos, para a evolução do design. Fazendo com que essa interação manual tenha um valor inestimável, principalmente quando trabalhamos com superfícies complexas.

Para Rodgers et al. (2005), embora os modelos possam ser vistos apenas como um estágio de exploração de ideias dos produtos ou uma forma de design conceitual, através deles, podemos apresentar os projetos aos clientes com materiais e acabamentos semelhantes.

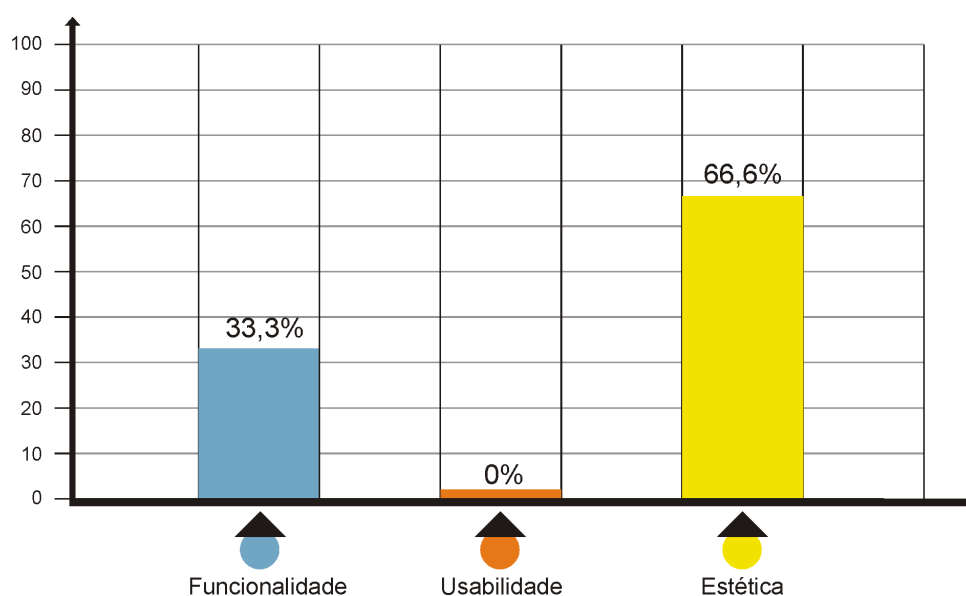
Para os autores, através dos modelos podemos: (a) visualizar os conceitos do design, (b) comunicar ideias, (c) estimular a criatividade, (d) auxiliar a compreensão, (e) Identificar dificuldades de produção e (f) permitir modificação da forma.

Na Tabela 13 apresentaremos a relação do uso dos modelos com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 13 – Ocorrências de canais de comunicação para modelo (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Baxter (1998)			O termo modelo é uma representação física ou matemática de um objeto. No projeto pode ser uma representação completa do produto ou parte dele (e1) com a finalidade de apresentar a aparência visual desse produto. (e2) Os modelos geralmente se destinam ao estudo da forma, não contendo elementos funcionais.
Goldschmidt e Porter (2004)	(f1) os designers ligados à engenharia examinam além da qualidade dos materiais, as funções e as performances dos objetos antes mesmo da estética material.		
Evans (2005)			(e3) Através das técnicas de criação de modelos, designers indústrias contam com a oportunidade de usar suas mãos para uma exploração tátil e desenvolvimento da forma.

Gráfico 28 - Níveis de comunicação dos modelos (Fonte: Autor)



Visando ampliar as possibilidades das ferramentas destinadas ao processo de desenvolvimento de interfaces, diversos pesquisadores como: James Landay, Brad Myers, Jimmy Lin, Jason Hong, Anoop K. Sinhá, Jack Chen e alguns centros de pesquisa como: Universidade da Califórnia, Berkeley e Carnegie Mellon University (CMU), trabalharam em conjunto para desenvolver novas ferramentas digitais de prototipagem de interface, denominadas por eles, “ferramentas informais”, das quais podemos citar: SILK (James Landay and Brad A. Myers), Denim (James Landay), SUEDE (Jack Chen), QUILL (Jason Hong e James Landay), Damash (Jimmy Lin e James Landay,), SATIN (Jason Hong e James Landay), PatchWork (van de Kant et al.) (consulte <http://quir.berkeley.edu/projects>).

Essas “ferramentas informais” apresentadas, ao incorporar princípios intuitivos e gestuais de desenvolvimento de interface, aproveitam a experiência de usuários na produção de *sketches* em papel. Elas favorecem a passagem natural de esboços digitais para uma versão interativa, o que facilita projetar e testar de forma integrada.

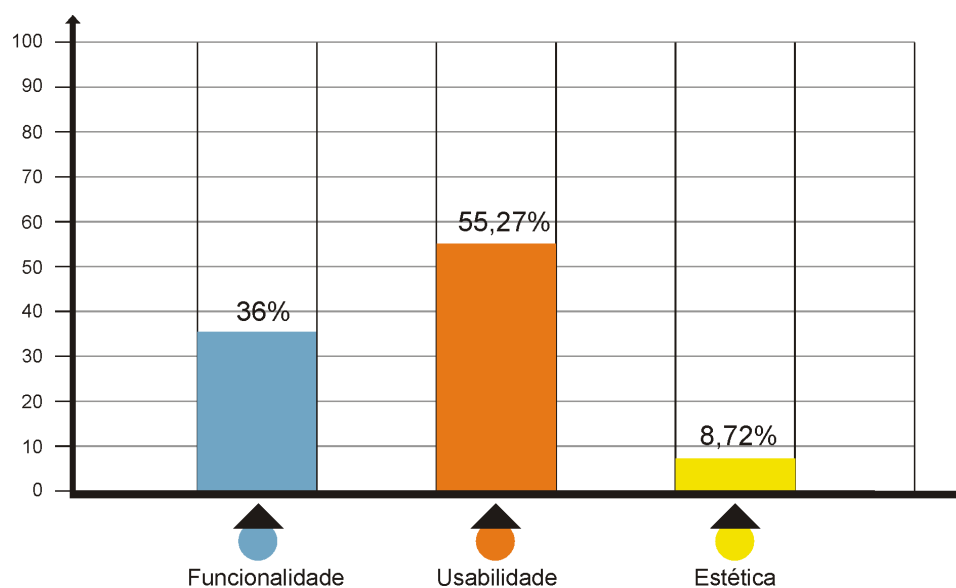
Na Tabela 14 apresentaremos a relação do uso das ferramentas *Façades* com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 14 – Ocorrências de canais de comunicação para *façade* (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design				
		Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Gill (2005)			(u1) “uma das principais vantagens dos protótipos <i>Façades</i> é que eles permitem usuários interagirem diretamente com as representações do produto”.	
Anggreeni (2006)			Tratando do Denin: (u9) (f5) “no modo de teste (<i>run mode</i>) é apresentado um “browser” simplificado que permite aos designers promover ações reais em um Web browser, como obter experiência através de interações e ganhar feedbacks sem ter criado um completo e maduro protótipo”.	

Myers e Landay (1996)	(f1) (u5) (e1) “Permite usar uma imagem gráfica para compor um design simplificado do layout da tela e uma estrutura de link entre as telas que permitem realizar testes de usabilidade com usuários”.	Descreve as seguintes atividades que podem ser desenvolvidas com esses protótipos: (1) design conceitual. Desenvolvimento de <i>sketches</i> , (u2) “com a possibilidade de validação e ajustes dos objetivos através de testes de usabilidade” , visando selecionar o melhor conceito. (u3) “que podem ser ordenadas e organizadas a partir de interações, de forma similar a realizada com blocos <i>Post-it</i>, com intuito de simplificar a tarefa do usuário”. Teste de tela. (u4) “Permite desenvolver atividades com usuários utilizando a tela em um contexto real de uso”.	
Landay e Myers (2001)	(f3)(u7) “mostrar como uma caixa de diálogo aparece na interface no momento em que um determinado botão for ativado pelo usuário”.	com SILK designers podem desenhar rapidamente uma interface usando um PAD eletrônico.. o autor afirma que o sistema: (u6) “transforma os elementos desenhados em uma interface passível de interação e teste, transformando um design preliminar em uma interface implementada”. Sendo assim, (f2) “o designer pode usar os próprios <i>sketches</i> como elementos funcionais”.	
Para Lin (1999)	O SILK é uma ferramenta de design de interface de usuários que pode ser usada em todas as fases do design de interface... (f4) interagir com as suas ideias de interface.	Através desse método o designer pode reutilizar seus <i>sketches</i> para projetar novos componentes, estabelecer transições condicionais e (u8) “realizar sofisticados tipos de interação com usuário”.	
Lin et al. (2001)		O DENIM permite estabelecer uma eficiente comunicação com os demais atores envolvidos no processo, permite expressar as ideias do design e (u10) (f6) “interagir rapidamente com as versões (funcionais) de design. Para o autor é possível realizar avaliações formais inclusive teste em campo”	

Righetti (2006)			(e2) (f8) “Protótipos desenvolvidos com <i>Powerpoint</i> são utilizado para finalidade de apresentação a partir de slides e para criar sequencias de slides que podem funcionar como páginas da web, podendo ser ativadas com um clique de um botão”.
Landay (2000)		Afirma que através do DENIM é possível coletar os seguintes dados: (1) durante o experimento. (u11) Detectar incidentes críticos, obter comentários e reações, além das ações realizadas em cada nível de aproximação.	
Bill Atkinson <i>apud</i> Moggridg e (2006)		(u12)(f7) Para isso foi estruturado no <i>Hypercard</i> um sistema que permitisse realizar esses testes. Através desses testes de fatores humanos foi possível avaliar rapidamente uma grande quantidade de conceitos de design.	
Gill (2005)	Afirma que utiliza o <i>Powerpoint</i> par (f9) cria hiperlinks que permitem estabelecer ligações com cada um dos estágios da interface, criando um simulador básico em PC.		
Sinha (2001)	(f10) quando se inicia a sessão o SUEDE apresenta o áudio previamente gravado, a partir dos <i>prompts</i> anteriormente criados.	Na fase de teste, (u13) os designers aplicam o design com os usuários finais.	Na fase de Design (e3) Esses serão utilizados agora na construção da parte gráfica da interface.

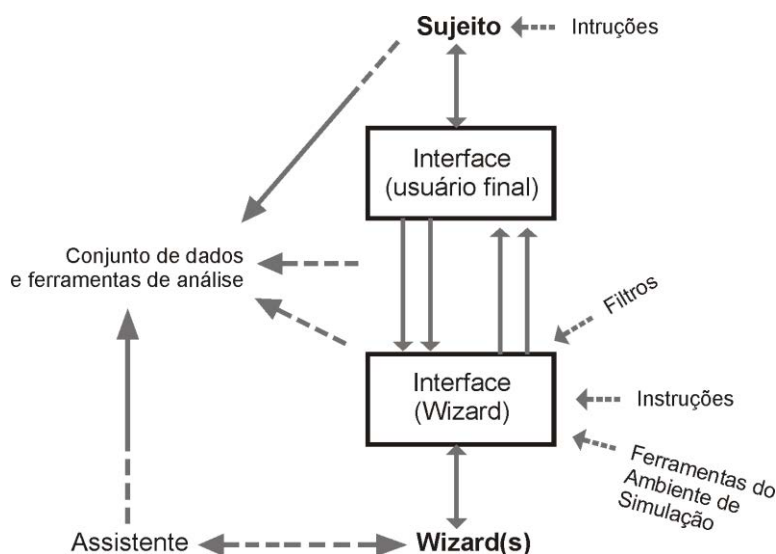
Gráfico 29 - Níveis de comunicação dos *Façades* (Fonte: autor)

8 Wizard of OZ (WOZ)



Esse método é utilizado para testar um sistema que ainda não existe. Assim, o sistema pode ser avaliado antes da realização de sua implementação final. Sistemas que possuem interfaces com ou sem utilização de inteligência artificial, sistemas de linguagem natural, interfaces, softwares... tem tirado proveito desse método de prototipagem.

Gráfico 30 - Funcionamento do sistema *Wizard of Oz* (Fonte: Bernsen et al., 1994, p.4, Desenho: Autor)



Nesse gráfico podemos verificar a estrutura do sistema *Wizard of Oz*, com a interface do usuário final, a ser avaliada, reproduzindo o comportamento de forma simulada através do método *Wizard of Oz*. Nesse método um controlador escondido (wizard) consegue visualizar as ações do usuário durante a interação com essa interface e gera respostas como se fosse o próprio sistema. Os dados do experimento, como: captura das ações da tela e verbalizações, são coletados e armazenados para uma análise posterior.

Segundo Hoysniemi e Read (2005) o conceito *Wizard of OZ* foi introduzido por Gould et al. (1983) e ganhou o nome “*wizard of OZ*” que usamos hoje em dia através do estudo de Kelley (www.musicman.net/oz.html).

Os autores apresentam em seu estudo uma taxonomia baseada em diversas configurações de *Wizard of OZ*, através de uma pesquisa em várias literaturas sobre o tema, a qual resumiremos abaixo:

(1) Funcionalidade da tecnologia: podem ou não utilizar protótipos totalmente funcionais.

(2) Descrição do Wizard: em alguns estudos o wizard pode fazer o que ele quiser, em vários outros ele é obrigado a fazer apenas o que foi programado, com respostas pré-programadas.

(3) Controle do *Wizard* : Pode ou não ser o único controlador do sistema. Algumas funções podem ser controladas automaticamente.

(4) Visibilidade do wizard: Esse ponto é bastante divergente. Uma visão diz que ele não pode ser visto, outra diz que ele pode ser visto, mas não conhecido como sendo o wizard do sistema, outra ainda diz que ele pode ter sua função totalmente esclarecida ao usuário.

(5) Conhecimento do usuário: A indução dos usuários varia de acordo com cada experimento, proporcionalmente ao fato de acreditar que tudo estava sendo feito realmente pelo sistema ou não.

(6) Design experimental: Os experimentos variam de totalmente controlado ou experimentos com exploração livre.

(7) Número de Wizards: Em muitos estudos são muitos wizards conduzindo o experimento, em outros são trocados durante o experimento, mas o mais comum é apenas um wizard conduzindo todo o experimento.

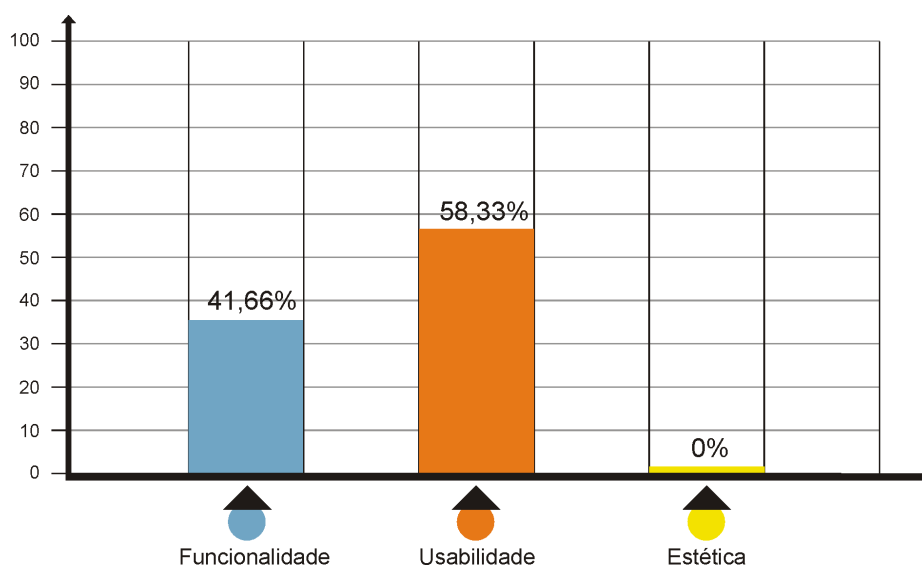
(8) Formação dos usuários: Em alguns estudos são especialistas que compreendem o processo, em outros casos, são pessoas como crianças que possuem pouco ou nenhum conhecimento sobre o processo.

(9) Formação do Wizard: Os wizards normalmente dominam o processo e podem ser desenvolvedores de sistemas ou designers.

Na Tabela 15 apresentaremos a relação do uso do *Wizard of Oz* com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 15 – Ocorrências de canais de comunicação para *Wizard of Oz* (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Hoysniemi e Read (2005)	<p>Apresentam em seu estudo uma taxonomia baseada em diversas configurações de <i>Wizard of Oz</i>.</p> <p>(1) funcionalidade da tecnologia: (f1) “Alguns estudos usam um protótipo totalmente funcional”. Tratando do wizard (pessoa controladora do sistema (f2) eles podem ser o controlador de apenas algumas das funções dos sistemas fazendo com que outras possam ser controladas automaticamente.</p>	<p>(u3) “usar esse método nas fases iniciais de design pode trazer significativa economia de recursos e de tempo, desde que os ciclos iterativos sejam curtos e alternativas de solução possam ser testadas com usuários simultaneamente”.</p>	
Rogers, Sharp e Preece (2002)		<p>esse é um protótipo de baixa fidelidade utilizado para desenvolvimento de software. (u1) Nessa técnica os usuários sentam em uma tela de computador e interagem com um software como se estivessem interagindo com o produto final</p>	
Gill (2005)	<p>essa técnica é bastante útil para “debug” uma ideia, ou seja, eliminar os defeitos ou problemas comuns e (u2) facilitar capturar o verdadeiro comportamento do usuário diante de um sistema proposto,</p>		
Bernsen, Dybkjaer e Dybkjaer (1994)		<p>Tratando de situações onde é indicado o uso WOZ... (u4) “interações que exigem esforço cognitivo podem contar com um natural e espontâneo comportamento de entrada de usuários através de gestos, expressões e discurso escrito”.</p> <p>(u5) “Nesse sentido WOZ oferece mecanismos que facilitam identificar essas entradas não naturais ou sem lógica dos usuários o que pode ser fundamental para o desenvolvimento de um sistema”.</p>	

Gráfico 30 - Níveis de comunicação do *Wizard of Oz* (Fonte: Alcoforado, 2007, p.112)

9 Protótipo virtual



Podemos definir protótipo virtual, como sendo toda modelagem virtual ou simulação, feitas em meio digital com uso de computadores, de um produto ou sistema. O objetivo do protótipo virtual é: desenvolver explorar, avaliar e apresentar as características de forma semelhante ao de um produto físico, antes mesmo dele ser desenvolvido.

Alguns autores se referem aos protótipos virtuais como sendo um *mockup* digital (*Digital Mockup* DMU) como (WUPPER, 2000)(DAI et al., 1996) (ANTONINO e ZACHMANN, 1998). Porém, como a maioria dos autores da bibliografia consultada se refere ao termo como um *virtual prototype* (VP) (FORTI, 2005; BENNETT, 1997; TSENG et al., 1998), utilizaremos essa definição.

Entre as vantagens previstas para o uso dessa tecnologia no processo de design temos:

- (1) Possibilidade de atualização. Pode ser modificado continuamente, inclusive de forma paramétrica;
- (2) Possibilidade de gerar geometrias mais complexas e orgânicas. Com uso de modelos e superfícies matemáticas como NURBS (*Non-Uniform Rational B-Spline*).
- (3) Possibilidade de Impressão física. Podem imprimir em impressoras 3D, fresar em fresadoras e *routers* 3D, através de arquivos (Stl, Vrml, Obj e 3ds);
- (4) Possibilidade de produção em pequena escala. Podem imprimir em qualquer quantidade, sendo uma alternativa viável para alguns produtos;
- (5) Possibilidade de geração de documentação técnica. Geram desenhos técnicos completos a partir da modelagem 3D.
- (6) Possibilidade de geração de *renderings*. Podem gerar *renderings* também a partir do modelo 3D gerado.
- (7) Possibilidade de simulação de testes e cálculos avançados. Realização de cálculos e testes como: Análise de elemento finito (FEA).
- (8) Possibilidade de compartilhar o material produzido em diversos formatos.

Rooks (1998) apresenta em seu estudo alguns dados importantes sobre a utilização da prototipagem virtual no processo de design. Para ele a prototipagem virtual reduziria a distância entre o design e a produção uma vez que, através dela, é possível simular e avaliar aspectos referentes à

montagem dos componentes, linha de montagem do produto e limitações definidas pelos fabricantes.

Seguindo a lógica que protótipos de alta fidelidade permitem realizar todos os níveis de avaliação: funcionalidade, usabilidade e estética em alto nível de fidelidade, os virtuais também poderão realizar boa parte dessas avaliações. Contudo, com auxílio de simuladores e de realidade virtual. Essa construção e teste de um protótipo virtual são chamados de: prototipagem virtual (VP).

Nesse sentido, podemos entender que existem duas possibilidades de desenvolvimento, exploração e avaliação do protótipo virtual aos quais classificaremos de:



9.1 Protótipo virtual apreciativo.

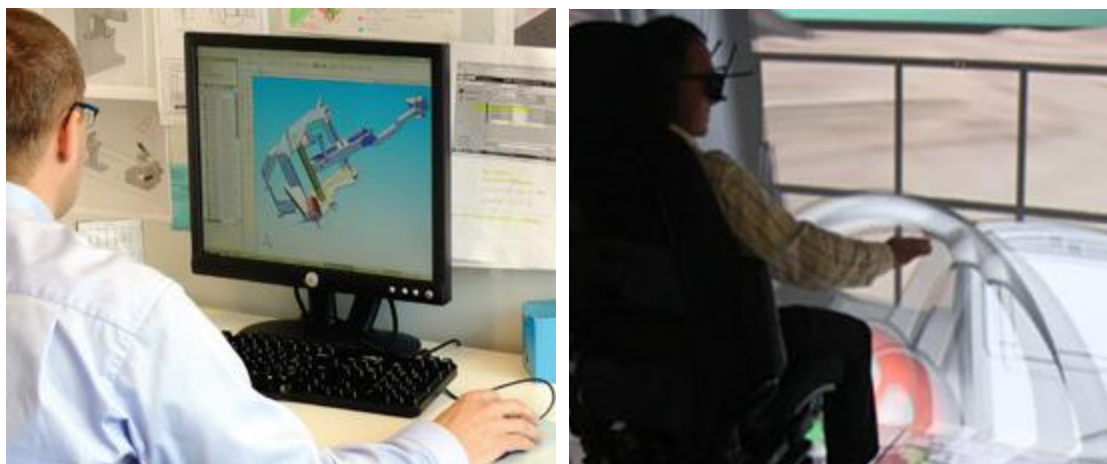
Podem ter a sua estética e funcionalidade explorada e avaliada através de testes e simulações. Entre os sistemas de prototipagem virtual apreciativa temos: Os aplicativos CAD, CAE, CAM e Aplicativos de *Rendering 3D*.



9.2 Protótipo virtual imersivo.

Além das possibilidades previstas para o modo apreciativo, nesse é possível criar simulações com auxílio de sistemas e equipamentos de realidade virtual para realizar avaliações de usabilidade com a participação de usuários. Entre os sistemas de prototipagem virtual imersiva temos: a realidade aumentada (AR) e a realidade Virtual (VR).

Figura 02 – imagens de protótipo virtual apreciativo (fonte) e Figura 03 – imagens de protótipo virtual imersivo (fonte)



Na Tabela 16 apresentaremos a relação do uso do *Wizard of Oz* com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 16 – Ocorrências de canais de comunicação para protótipo virtual (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
	Protótipo Virtual Apreciativo		
Wang (2002)			(e1) (f1) “protótipo virtual é uma simulação computadorizada de um produto físico que pode ser apresentada, analisada e testada sobre o aspecto do ciclo de vida dos produtos, como design e engenharia, fabricação, serviço e reciclagem, como em um produto físico real”.
Daí Et al. (2005)	(f2) (e2) “Prototipagem virtual é o processo de desenvolvimento de produtos através do estudo das reproduções formais e funcionais do produto no computador”.		

MedLand (1995)			(e3) (f3) Dessa forma, esses modelos não seriam apenas para fornecer informações visuais e de montagem, mais também podem ser usadas para avaliações funcionais.
Rooks (1998)	A prototipagem virtual permite uma maior integração do design com a fabricação a partir do momento que através dela (f2) podemos reproduzir e avaliar questões referentes à ordem de montagem dos componentes e limitações definidas pelos fabricantes.		
Protótipo virtual imersivo			
Gibson (1993)			(e2) (f3) (u1) através da união da prototipagem virtual e realidade virtual é possível explorar critérios de design referente à funcionalidade, estética e ergonomia.
Tseng, Jiao e Su (1998)		essas novas possibilidades podem contribuir com processo inteiro de desenvolvimento de produtos, particularmente nos casos de produtos que (u2) (e1) possuem critérios estéticos e ergonômicos.	com a prototipagem virtual melhora a qualidade de apresentação, abre novas possibilidades de interação com os modelos em CAD e permite analisar dados do design de produtos referentes (e3) (f4) (u2) a geometria, funcionalidade e fabricação de forma interativa.
Song et al. (1999)		entende a prototipagem virtual como (u3) o processo de simulação de uso, do produto, e da combinação de interações físicas através de software	

Gráfico 31 - Níveis de comunicação do Protótipo Virtual Apreciativo (Fonte: autor)

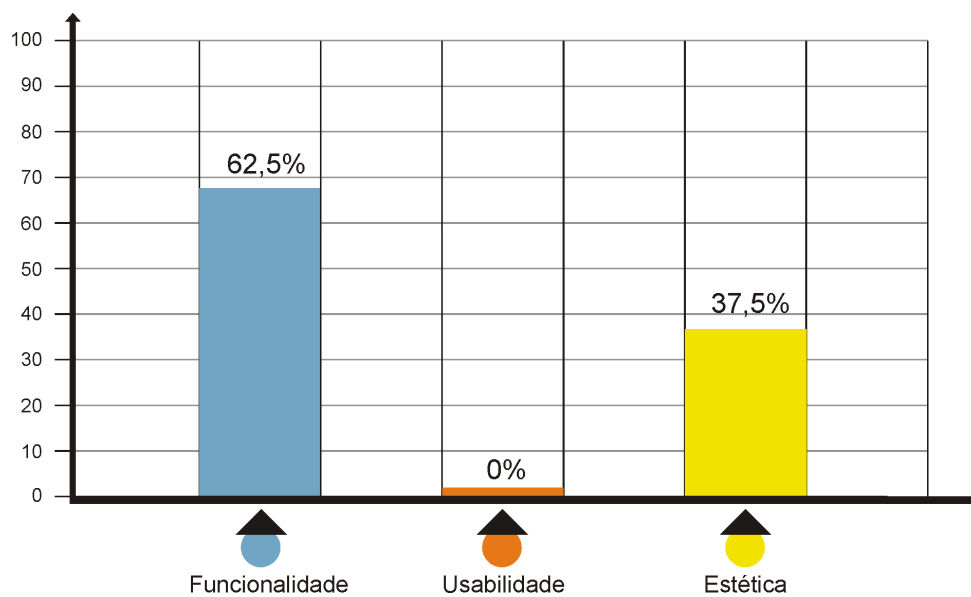
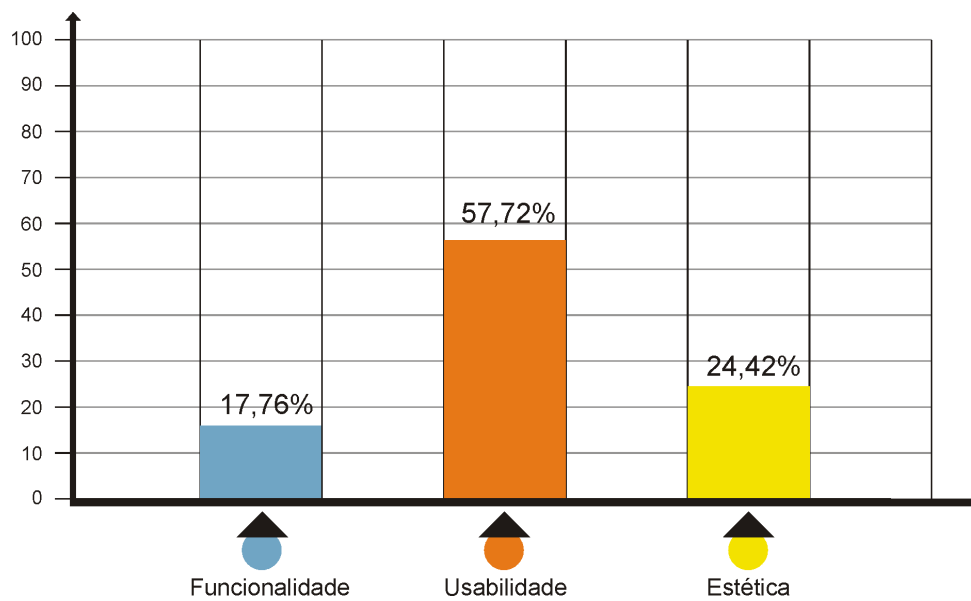


Gráfico 32 - Níveis de comunicação do Protótipo Virtual Imersivo (Fonte: autor)





10 Mockup Físico



O termo “*mockup*” tem sido usado para duas situações e aplicações diferenciadas do design: (1) para desenvolvimento de produtos (2) para desenvolvimento de interfaces e softwares. Porém, em cada um dos casos, os *mockups* possuem atributos diferenciados no que diz respeito a sua funcionalidade: o *mockup* de desenvolvimento para produtos, por definição, não são funcionais, enquanto o *mockup* de interface e software na prática são.

Tradicionalmente temos definido *mockup* físico como sendo qualquer estado volumétrico de um produto na escala natural (1:1) realizado com materiais alternativos, ou seja, diferentes dos que serão utilizados no produto final (Backx,1994). Dessa forma, eles não exploram todas as características do produto em um alto nível de fidelidade.

Para Baxter (1998) (e1) Os modelos são usados para a apresentação visual do produto, também chamados de maquetes, palavra de origem francesa, que em inglês seria similar ao termo *mockup*. Esses foram inicialmente usados por escultores para elaboração de formas preliminares em gesso.

Para Holmquist (2005) (e2) *Mockups* são objetos que possuem a aparência mais não a função de certo artefato. O Autor ressalta que eles

possuem uma longa história no design tradicional, e mais recentemente também nos sistemas de design interativos, sendo uma representação simplificada através dos materiais disponíveis que permitem ao designer identificar problemas potenciais e explorar alternativas nas primeiras fases do projeto, sem o trabalho envolvido na criação de artefatos funcionais.

A indústria automobilística tradicional segundo descrita por Schrage (1996), desenvolvia *mockups* em argila, que quando polidos, permitia apresentar a impressão de como o produto final seria visto, porém esses não estimulavam futuras interações pela dificuldade de novas intervenções. Assim, acreditamos que a baixa qualidade dos *mockups*, (diretamente ligado ao baixo custo, esforço e tempo) ajuda e estimula a equipe a propor novas modificações em ciclos iterativos e que o aspecto finalizado dos protótipos de alta fidelidade (diretamente ligado a um alto custo, esforço e tempo) pode inibir essas modificações.

(1) *Mockup* tradicional

Snyder (2003) apresenta o uso de *mockups* em madeira, carcaça de produtos e papel, usados para reproduzir o corpo do produto que está sendo desenvolvido e para servir de suporte para diversos layouts de funções e botões que serão geradas a partir de um processo colaborativo com o time de design (Figura 04). Nesse processo são estimuladas discussões de características para alimentar as ideias de design que serão organizadas para montar estruturas que serão reproduzidas no *mockup*. Em uma segunda etapa a autora relata: (u2) nos queremos alguns feedbacks primeiro e acreditamos ser uma boa ideia ver a importância dos botões. Por isso devem ser realizados testes com usuários para que se possa perceber qual deles é menos usado.

(2) *Mockup* por prototipagem rápida

Lopez e Wright (2002) descrevem em seu estudo o processo de desenvolvimento de um joystick de um vídeo game. Em uma primeira etapa, os *sketches* gerados a partir de *focus group* são levados para 3 computadores gerarem protótipos virtuais tridimensionais, através do software

CAD SolidWorks. Depois, os protótipos virtuais foram prototipados através de uma máquina de prototipagem rápida 3D da Z-corporation (tecnologia de impressão colorida por camadas de 1 mm de espessura), gerando *Mockups* físicos. A partir daí, foram entrevistados 20 usuários e foi possível realizar avaliações das ideias em um estado concreto, através desses *mockups*. Assim, obtiveram as informações necessárias para realizar a melhor escolha.

Figura 04 – *Mockups* feitos pelo processo tradicional e por prototipagem rápida (fonte:)



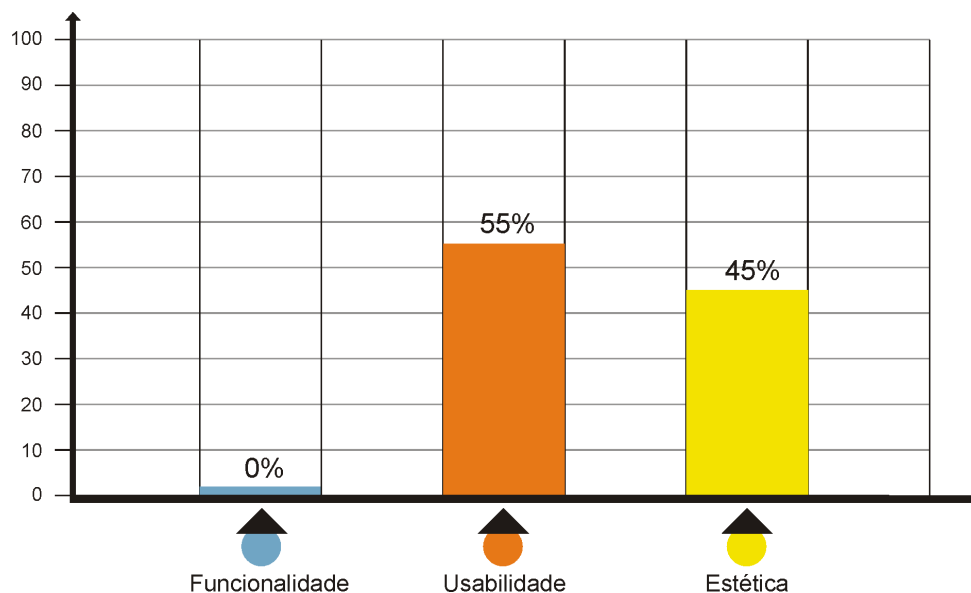
Na Tabela 17 apresentaremos a relação do uso do *Mockup* Físico com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 17 – Ocorrências de canais de comunicação para *Mockup* (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Baxter (1998)			(e1) “Os modelos são usados para a apresentação visual do produto”,
Para Holmquist (2005)			(e2) “ <i>Mockups</i> são objetos que possuem a aparência mais não a função de certo artefato”.
Schrage (1996)		<i>Mockups</i> possuem uma qualidade limitada em relação a um artefato final, porém (u1) permitem testar, certos aspectos reais, como por exemplo, uma cadeira que pode ser produzida apenas para realizar uma ou duas interações com usuários.	

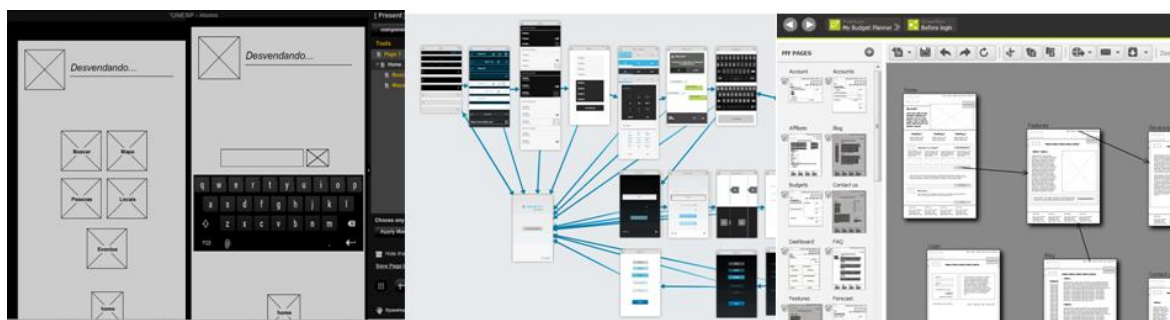
Snyder (2003)		<p>Tratando da produção de um <i>mockup</i> de madeira de um controle de TV(u2) nos queremos alguns feedbacks primeiro e acreditamos ser uma boa ideia ver a importância dos botões. Por isso, devem ser realizados testes com usuários para que se possa perceber qual deles é menos usado.</p> <p>Através dos <i>mockups</i> os autores recolhem informações importantes (u3) de operações certas e erradas a partir de testes com usuários reais.</p>	<p>(e3) afirma que os <i>mockups</i> 3D permitem explorar características estéticas (“<i>look and feel</i>”), através das sensações táteis, visuais e de (u4) usabilidade, através da condução de testes com usuários.</p>
Gill (2005)		<p>(u4) “ele permite que usuários fiquem habilitados a sentir a forma e a ergonomia das informações aplicadas, incluindo a localização e a relação dos inputs do controle”.</p>	

Gráfico 33: Níveis de comunicação do *mockup* físico de média fidelidade (Fonte: autor)





11 Mockup Digital



O *mockup* digital propõe iniciar uma nova etapa do processo de desenvolvimento da interface, uma aproximação maior do aspecto final, tanto estético como funcional. Normalmente inicia-se a produção desse protótipo quando aspectos os básicos e esquemáticos da interface já foram definidos, ou seja, o esboço do esqueleto, testes preliminares de usabilidade com protótipos de papel ou ainda teste rápidos com as “ferramentas *façades*”.

Boa parte dos aplicativos funcionam de forma intuitiva com funções que facilitam o desenvolvimento da interface de forma simples e rápida. Entre as facilidades apresentadas por esses aplicativos, temos: (a) *Drag and drop* – Funções e ícones de funções prontos, para arrastar e colocar na interface; (b) uso de *templates* e camadas para facilitar aproveitar conteúdos de projeto anteriores ou de páginas do mesmo projeto; (c) Protótipo interativo que permite compartilhar as interfaces online para realização de testes de usabilidade com clientes e usuários, obtendo um *feedback* em tempo real; (d) Exportação do projeto para formatos de uso final, como Html.

Existem diversos aplicativos disponíveis para o desenvolvimento de *mockups* digitais de interface e jogos, algumas delas *desktop*, que podem ser instaladas no computador, outras para utilização online via Web, muitas delas gratuitas.

Os aplicativos podem ser: (1) **evolucionários**, ou seja, podem evoluir até gerar o produto final e (2) **não evolucionários**, servem apenas para analisar e testar o projeto.

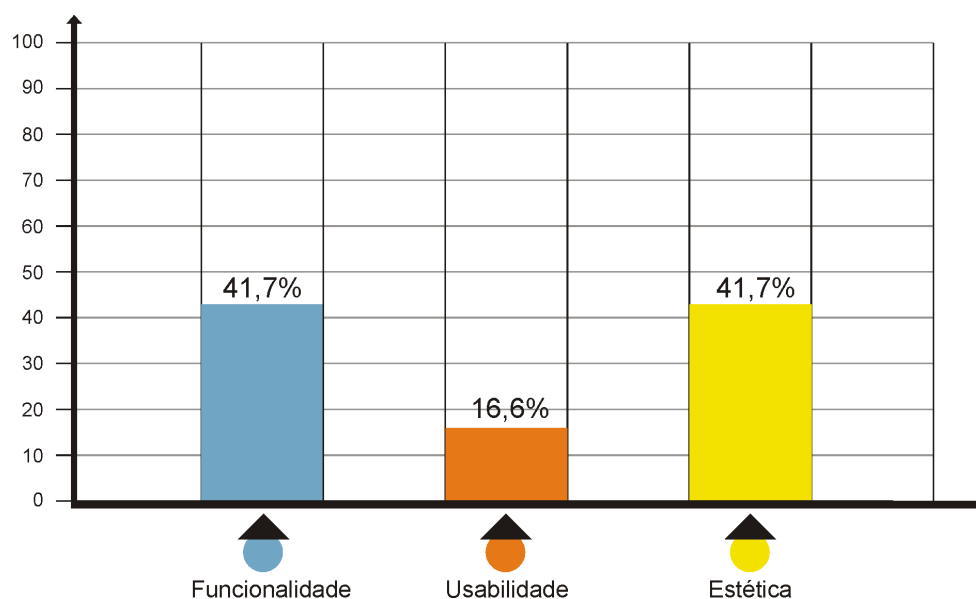
Na presente pesquisa e desafio foram testadas e utilizadas as seguintes ferramentas: (1) *Mockups* digitais não evolucionários: *Powerpoint Prototyping Toolkit.2.0*, *Powermockup*, *Keynotopia*, *CISP*, *ActivityStudio* e *Mockflow* (2) *Mockups* digitais evolucionários: *Pidoco*, *AppsSketcher* e *Axure RP*. Contudo, existem vários outros disponíveis: *XPIn*, *Iphone mockup*, *Lumzy*, *Cacoo*, *FluidIA*, *Mockingbird*, *Adrian* e *Framebox*.

Constantine (2001) afirma que usa *mockup* em seu trabalho porque ele aumenta a velocidade de desenvolvimento e permite encontrar uma solução superior, mais rapidamente, pois o *mockup* ajuda à saber o que realmente deve ser construído. Para o autor, o tempo é gasto quando se constrói um sistema errado ou com funções desnecessárias. Por isso, mesmo com tempo apertado para entrega do projeto, desenvolvedores constroem e analisam *mockups* pois sabem que isso no final ajuda a economizar tempo.

Na Tabela 18 apresentaremos a relação do uso do *Mockup Digital* com os canais de: Usabilidade(u); Funcionalidade(f) e Estética(e):

Tabela 18– Ocorrências de canais de comunicação do *Mockup* digital (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design			
	Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Constantine (1998),			ao tratar do uso <i>mockup</i> (funcional) relacionado a interfaces de softwares, (e3) (f1) (u5) são descritos em termos de funções, seus propósitos e como elas são usadas, ou seja, detalhes do que o usuário irá ver e como o sistema irá se comportar.
Fox (2005)	(f2) permitirá simular e debater com programadores as funções do futuro sistema, através de amplo controle das operações a serem realizadas na interface.		O uso de <i>mockups</i> no desenvolvimento de games, (e4) o <i>mockup</i> possui a finalidade de apresentar a arte da interface (esquema de cores, aplicação de logos, expressão do design, resolução,...).

Gráfico 34: Níveis de comunicação do *mockup* digital de média fidelidade (Fonte: Autor)

12 Protótipo de alta fidelidade



Os protótipos de alta fidelidade reproduzem todas as características do produto do design em um alto nível de fidelidade, ou seja, com todas as características estéticas finais (cor, textura, brilho, materiais,...), com todos os elementos funcionais (mecanismos, componentes, sistemas, aplicativos, botões,...) e com a possibilidade de realização de testes finais de usabilidade (proporção, dimensões, pegas,...).

Para Rouse (1991) através dos protótipos podemos dar aos desenvolvedores e usuários a possibilidade de envolvê-los em uma experiência de participação ativa com os produtos ou sistemas por se tratarem de sistemas funcionais.

O termo protótipo tem sido mais aplicado à área de Design de produto. Contudo ele pode ser utilizado também para as áreas de Design digital e Gráfico, com as seguintes definições:

(1) **protótipo para projeto de produto**: seria a representação em escala natural (1:1) produzido no mesmo material do produto final, reproduzindo toda a funcionalidade do produto em alta fidelidade.

(2) **protótipo para produto digital**: seria o protótipo final de uma interface, game ou software (limitamos aqui a analisar as áreas de atuação dos designers), com todos os aspectos funcionais e estéticos para que possa explorar e avaliar com usuário todas as características referentes à sua usabilidade.

(3) **protótipos para produtos gráficos**: seria o projeto gráfico final impresso no mesmo material, na mesma escala da peça gráfica final.

Os protótipos podem ser classificados também de acordo com a forma de produção em:

(1) **protótipo tradicional**: A prototipagem tradicional já acompanha a humanidade desde o desenvolvimento dos primeiros artefatos que ajudaram o homem a viver. Porém a prototipagem como temos reconhecido hoje, iniciou no processo de design há alguns séculos atrás.

(2) **protótipo por prototipagem rápida**: Podemos definir esse tipo de protótipo como a representação de um produto em escala natural (1:1) impresso fisicamente a partir de protótipos virtuais feitos em (CAD) através de máquinas de prototipagem rápida (impressoras 3D, fresadoras e roteadores).

Figura 05 - protótipos de alta fidelidade produzidos de forma tradicional e com ferramentas de prototipagem rápida, respectivamente. (Fonte: Benjamin Hubert (by De La Espada) e strvct shoe (continuum fashion))

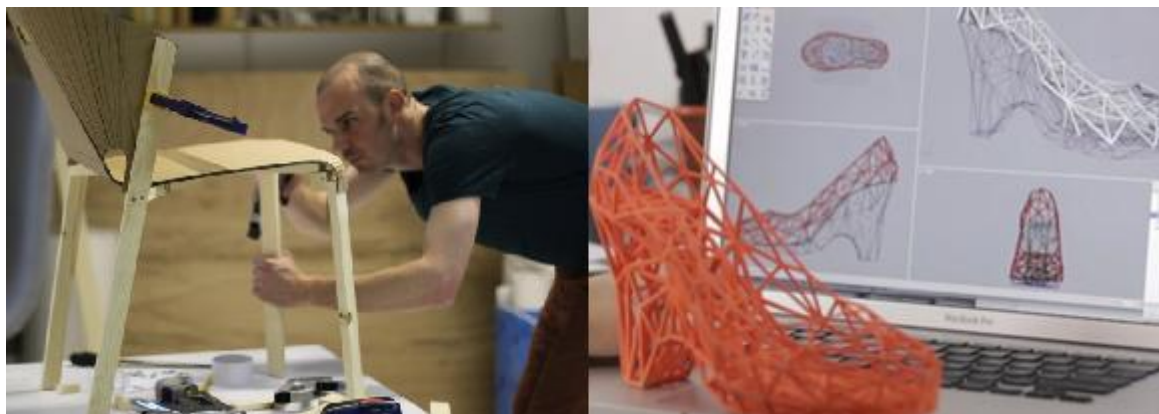
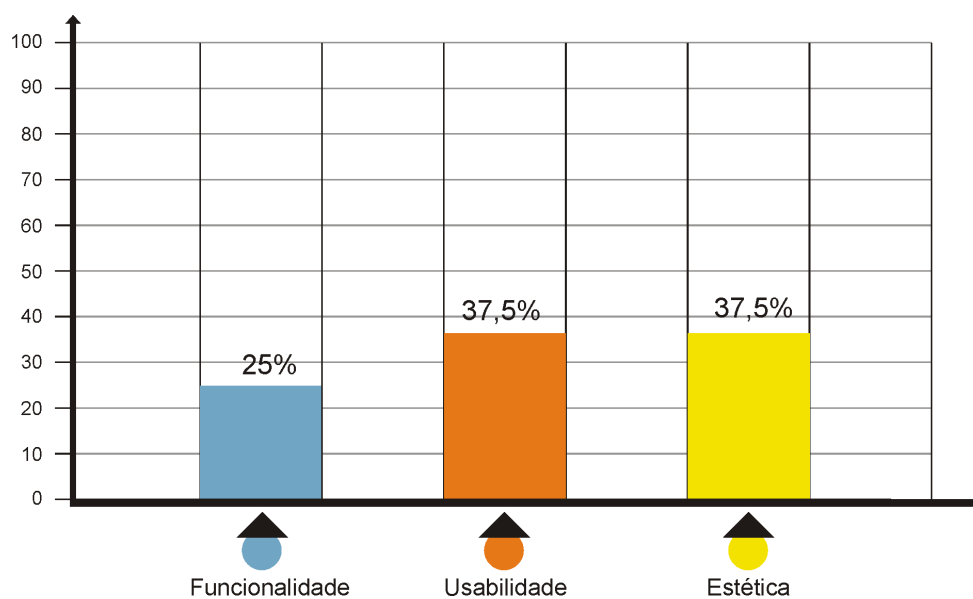


Tabela 19 – Ocorrências de canais de comunicação para protótipo de alta fidelidade (fonte: autor)

Canais de Comunicação do Design		
Funcionalidade	Usabilidade	Estética
Protótipos Físicos		
Gebhardt (2003)	Tratando protótipos de alta fidelidade (u1) (e1) (f1) “protótipos são amostras bem aproximadas ou se necessário, exatas, que só se diferenciam do produto em série pelo processo de produção”	
Wang (2002)		(e2) (u2) “através de protótipos físicos humanos podem realizar avaliações sensoriais em um produto como: cor, forma, características estéticas, “o sentir”, além da possibilidade de realizar análises ergonômicas”
Choi e Samavedam (2001)		O processo de prototipagem rápida constrói partes físicas, camada a camada, a partir de modelos 3D CAD, (e3) (u3) (f2) que podem ser usados para inspeções visuais, análise da adequação formal, avaliação ergonômica, processo de fabricação,...

Gibson apud Tseng, Jiao e Su (1998)		durante o desenvolvimento de produtos, protótipos físicos são sempre requeridos para uma avaliação iterativa, (u4) (e4) (f3) eles promove um feedback para modificações do design, seleção de alternativas, análise de engenharia, planejamento de fabricação e visualização de produtos.	
Protótipos Digitais			
Walker, Takayama e Landay (2002)		(u5) (e5) (f4) protótipos de interface de web ou softwares de alta-fidelidade são feitos com o mesmo método do produto final, por isso eles possuem a mesma técnica de interação e a mesma aparência do produto final	
Galitz (2002)		Tratando de protótipo de alta fidelidade: (u6) (e6) (f5) além de reproduzir o sistema totalmente funcional, também prevê a utilização de telas e caixa de diálogo com aspecto e acabamento final, total ou das partes do sistema que precisam ser testadas.	

Gráfico 35 - Níveis de comunicação do Protótipo de Alta fidelidade (Fonte: autor)





13

Piloto



Tradicionalmente temos definido piloto como, a primeira amostra de produção de um produto que será fabricado em série, relacionando isso a uma grande quantidade de exemplares produzidos em uma linha de produção. Porém com as novas tecnologias de manufatura rápida (RM) esse conceito deve ser ampliado, a partir da possibilidade e viabilidade de fabricação de um baixo volume de exemplares de um produto por essa tecnologia.

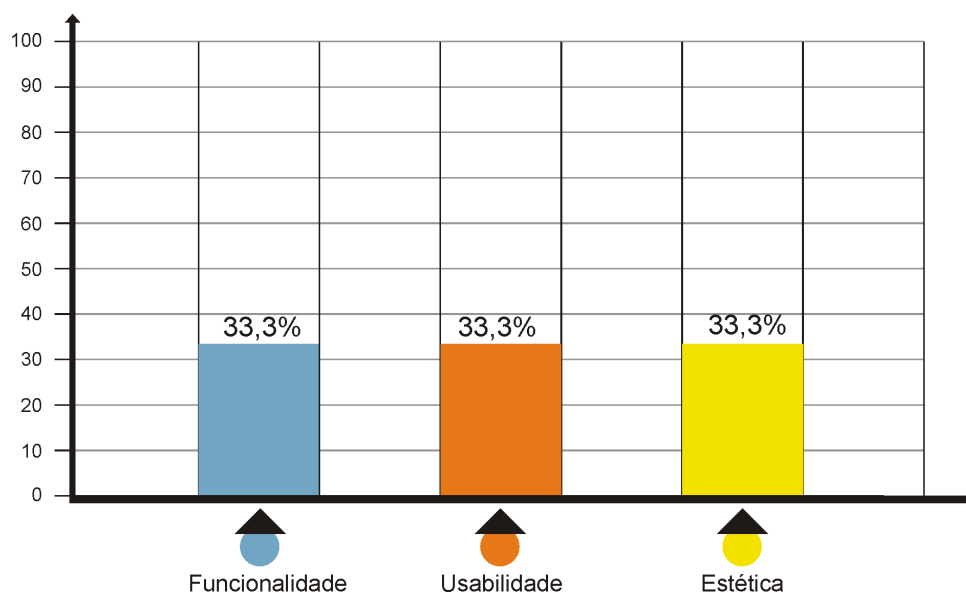
Já se estuda também a possibilidade de uso dessa tecnologia para produção em média escala. Segundo Hopkinson e Dickens (2001) a ideia de usar máquinas de prototipagem rápida (RP) através das técnicas de manufatura por camadas (LMT's) para produzir um médio ou alto volume de exemplares, inicialmente irreal pelo ciclo de tempo, custo de material, e equipamentos, está passando a ser apreciada pelo custo zero na produção de ferramentas de produção (como moldes), redução de tempo de execução do primeiro exemplar, ganho na liberdade de design e possibilidade de programação da produção.

Os pilotos, segundo Ullman (1997), permitem avaliar parâmetros ou falhas no processo produtivo ou características do produto final como: fabricação, montagem, comportamento e custo,... O piloto se diferencia do protótipo de alta fidelidade (apresentado anteriormente), por ser desenvolvido através do

mesmo processo e através do mesmo equipamento que será produzido toda a linha de produtos em série.

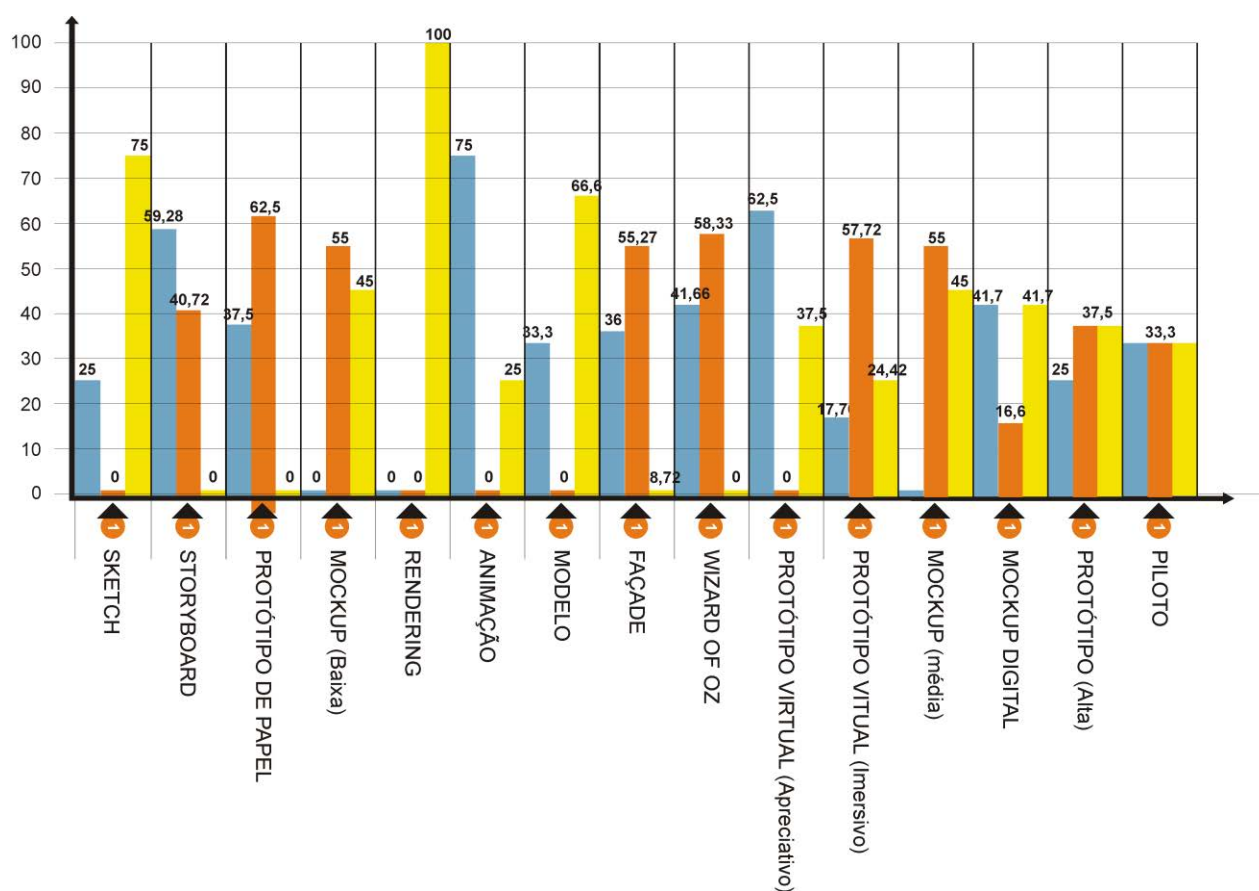
Ao considerarmos o piloto de um produto com todas as características de um produto final, incluindo a sua origem fabril, se tratando de um produto gerado a partir do mesmo processo produtivo, acreditamos não ser necessário realizar uma pesquisa sobre os níveis comunicativos (estética, usabilidade e funcionalidade), definidos nos demais níveis de fidelidade dos protótipos nesse capítulo. Assim, atribuiremos os níveis máximos de fidelidade (100%) a cada um dos canais apresentados.

Gráfico 36 - Níveis de comunicação do Piloto (Fonte: Autor)



No Gráfico 37 apresentamos os níveis de comunicação de usabilidade, funcionalidade e estética para todos os protótipos classificados anteriormente.

Gráfico 37 – Quadro geral de ocorrências de canais de comunicação para todos os protótipos (fonte: autor)



4.4. Métodos e Técnicas de Prototipagem

Nessa sessão iremos identificar os métodos e técnicas de prototipagem, como elas podem ser produzidas e utilizadas no processo de design e quais os dados que podem ser obtidos dessa utilização. Classificaremos individualmente o método dentro das categorias de protótipos definidas na sessão anterior com a finalidade de criação, ao final, de um quadro geral de classificação de métodos, técnicas e tipos de protótipos.

A apresentação desses métodos será feita com uma breve descrição com alguns exemplos e uma imagem estruturada como frente e verso de uma proposta de cartão, que será utilizado por essa pesquisa para montagem do que denominamos de “*Prototypes Cards*”.

4.4.1. BrainDraw

BrainDraw é uma variação de outros métodos conhecidos como: *Brainstorming* e *Brainwriting*, só que neste, ao invés de verbalizar ou escrever as nossas ideias elas precisam ser desenhadas, depois expostas e avaliadas.

No Delft Design Guide (2010) o *braindraw* é apresentado como: sessões de *braindrawing* onde as ideias não são escritas e sim desenhadas ou esboçadas, fazendo se diferenciar do método tradicional de *brainstorming*. Nessa então cada participante desenha suas ideias em um papel.

No cartão da Figura 06 apresentamos o seu objetivo, sua aplicação, em que ele auxilia e que materiais são necessários para aplicar:

Figura 06 - *Method Card* para aplicação do *Braindraw* (fonte: Autor).





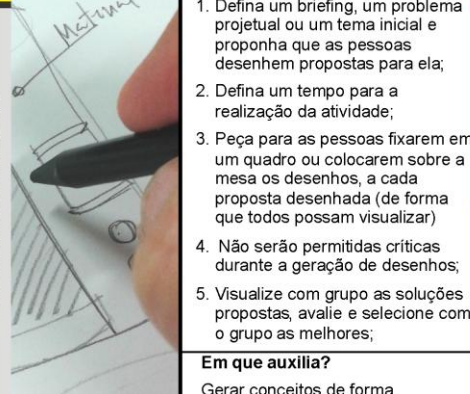
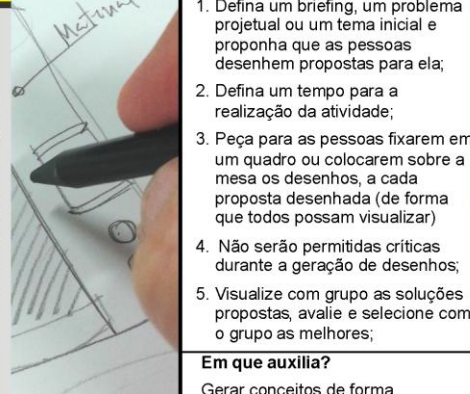
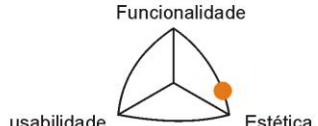
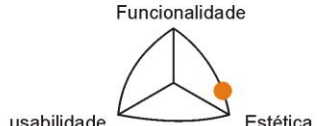
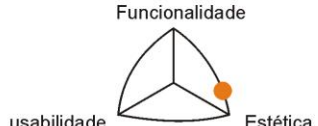
Preparação	 <h1 style="margin: 0;">1 BrainDraw</h1> <p style="font-size: small;">Desenvolver conceitos e alternativas para o design de produto ou de interface</p>	Preparação	 <h1 style="margin: 0;">1 BrainDraw</h1> <p style="font-size: small;">Desenvolver conceitos e alternativas para o design de produto ou de interface</p>	Preparação	 <h1 style="margin: 0;">1 BrainDraw</h1> <p style="font-size: small;">Desenvolver conceitos e alternativas para o design de produto ou de interface</p>
Desenvolvimento		Desenvolvimento		Desenvolvimento	
Realização	<p style="text-align: center;">Funcionalidade</p>  <p style="text-align: center;">usabilidade Estética</p>	Realização	<p style="text-align: center;">Funcionalidade</p>  <p style="text-align: center;">usabilidade Estética</p>	Realização	<p style="text-align: center;">Funcionalidade</p>  <p style="text-align: center;">usabilidade Estética</p>
Área Prod. Gráf.	Estágio Exploratório	Área Prod. Gráf.	Estágio Exploratório	Área Prod. Gráf.	Estágio Exploratório
Área Prod. Gráf.	Propósito Conceito	Área Prod. Gráf.	Propósito Conceito	Área Prod. Gráf.	Propósito Conceito
Área Prod. Gráf.	finalidade Conceitualização	Área Prod. Gráf.	finalidade Conceitualização	Área Prod. Gráf.	finalidade Conceitualização
<p>Qual o Objetivo:</p> <p>Desenvolver conceitos e alternativas para o design de produto ou de interface</p>		<p>Qual o Objetivo:</p> <p>Desenvolver conceitos e alternativas para o design de produto ou de interface</p>		<p>Qual o Objetivo:</p> <p>Desenvolver conceitos e alternativas para o design de produto ou de interface</p>	
<p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Defina um briefing, um problema projetual ou um tema inicial e proponha que as pessoas desenhem propostas para ela; 2. Defina um tempo para a realização da atividade; 3. Peça para as pessoas fixarem em um quadro ou colocarem sobre a mesa os desenhos, a cada proposta desenhada (de forma que todos possam visualizar) 4. Não serão permitidas críticas durante a geração de desenhos; 5. Visualize com grupo as soluções propostas, avalie e selecione com o grupo as melhores; 		<p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Defina um briefing, um problema projetual ou um tema inicial e proponha que as pessoas desenhem propostas para ela; 2. Defina um tempo para a realização da atividade; 3. Peça para as pessoas fixarem em um quadro ou colocarem sobre a mesa os desenhos, a cada proposta desenhada (de forma que todos possam visualizar) 4. Não serão permitidas críticas durante a geração de desenhos; 5. Visualize com grupo as soluções propostas, avalie e selecione com o grupo as melhores; 		<p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Defina um briefing, um problema projetual ou um tema inicial e proponha que as pessoas desenhem propostas para ela; 2. Defina um tempo para a realização da atividade; 3. Peça para as pessoas fixarem em um quadro ou colocarem sobre a mesa os desenhos, a cada proposta desenhada (de forma que todos possam visualizar) 4. Não serão permitidas críticas durante a geração de desenhos; 5. Visualize com grupo as soluções propostas, avalie e selecione com o grupo as melhores; 	
<p>Em que auxilia?</p> <p>Gerar conceitos de forma estruturada, retroalimentar o processo de geração, discutir, avaliar e selecionar com grupo as melhores alternativas.</p>		<p>Em que auxilia?</p> <p>Gerar conceitos de forma estruturada, retroalimentar o processo de geração, discutir, avaliar e selecionar com grupo as melhores alternativas.</p>		<p>Em que auxilia?</p> <p>Gerar conceitos de forma estruturada, retroalimentar o processo de geração, discutir, avaliar e selecionar com grupo as melhores alternativas.</p>	
<p>Materiais/Recursos: Papel A4, Lápis/Borracha, Nankin, Quadro.</p>		<p>Materiais/Recursos: Papel A4, Lápis/Borracha, Nankin, Quadro.</p>		<p>Materiais/Recursos: Papel A4, Lápis/Borracha, Nankin, Quadro.</p>	

Tabela 20 – Classificação do *Braindraw* em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciatiivo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
BrainDraw																

4.4.2. Sketchboard

O *sketchboard* ou quadro de esboço, é um método que propõe aos designers um processo de criação de conceitos para uma interface a partir dos *sketches*. Nela, montasse um quadro com os estágios de interação previstos, divididos em coluna e devidamente rotulados; definisse os requisitos e solita-se aos designers que apresentem propostas para cada estágio, fixando-as no quadro. Os resultados são debatidos e podem gerar uma nova rodada de geração.

Segundo Schauer (2007), “O *sketchboard* é uma técnica de baixa fidelidade que torna possível para os designers para explorar e avaliar uma série de conceitos de interação, envolvendo tanto os parceiros de negócios e quanto os de tecnologia”.


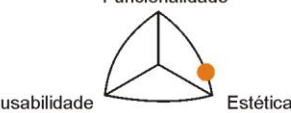
Para o autor o *sketchboard* executa rapidamente iterações em muitas soluções possíveis. Através dele podemos avaliar a experiência dos estágios de interação para documentar e construir novos protótipos com maior fidelidade.

4.4.3. Colaborative Sketch (C-Sketch)

Esse método foi criado em 1993 no laboratório de Design de Automação (DAL) da Universidade do Estado do Arizona. Semelhante ao método tradicional 635, o método C-sketch, propõe que cinco designers desenvolvam uma alternativa de design através de *sketch* e que essa passe aos próximo membros quatro vezes em um determinado ciclo de tempo.

Esse processo permite estimular a criatividade e facilitar o desenvolvimento de ideias. Através dele, designers podem desenvolver novas alternativas a partir da modificação da alternativa anterior, utilizando-se de adições, subtrações ou combinações em um mesmo e único desenho. Isso faz desse processo, um processo colaborativo com *sketches*.

Figura 08 - *Method Card* para aplicação do C-Sketch (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://civ.ic.mit.edu/blog/rahulb/first-data-mural-pilot>).

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Preparação</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">finalidade Conceitualização</p>	<p style="text-align: center;">3 C-Sketch</p> <p>Ampliar a criatividade para o desenvolvimento de alternativas inovadoras.</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">finalidade Conceitualização</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Desenvolvimento</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Propósito Conceito</p>	 <p>Qual o Objetivo: Ampliar a criatividade para o desenvolvimento de alternativas inovadoras.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forme um grupo de 5 pessoas em torno de uma mesa; 2. Cada membro recebe uma folha grande para gerar 1 conceito para o produto; 3. O conceito é passado para o membro seguinte que pode adicionar, modificar ou excluir partes da solução anterior; 4. Esse processo se repete por 4 vezes até retornar ao membro inicial. Formando um processo 5/1/4 G(gráfico). 5. As soluções podem ser revisadas pelo membro para propor uma nova. 	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Propósito Conceito</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Realização</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estágio Exploratório</p>	<p style="text-align: center;">Funcionalidade</p>  <p style="text-align: center;">usabilidade Estética</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estágio Exploratório</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Área Prod. Gráf. Digit.</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Área Prod. Gráf. Digit.</p>	<p>Em que auxilia? Métodos intuitivos que estimula o pensamento inconsciente, a produção de novos esboços de ideias, aumentando a possibilidade de alcançar uma solução inovadora.</p> <p>Materiais/Recursos: Papel A3, Lápis, Borracha.</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Área Prod. Gráf. Digit.</p>

Mais informações:

Shah, J. J., Vargas-Hernandez, N., Summers, J. D., & Kulkarni, S.. Collaborative sketching (C-sketch) e an idea generation technique for engineering design, 2001.

Segundo Shah (2001) O método C-Sketch permite que designers trabalhem o desenvolvimento de soluções para um projeto a partir de representações gráficas, sendo adequado quando já existe uma definição do problema.

Tabela 21 – Classificação do C-Sketch em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
C-Sketch																

4.4.4. Sketch 685

Esse método também é uma variação do método 635. Nele Designers recebem uma folha com 6 a 8 espaços em branco para que desenvolvam alternativas. Essas serão fixadas em um quadro para que realizem apresentações das ideias e posterior análise e debate com grupo.

4.4.6. *Storyboard de Experiência ou Cenário*

Storyboard é uma sequência de quadros de desenho normalmente utilizado com objetivo de apresentar procedimentos de montagem, uso e funcionamento de um produto ou sistema.

No caso do *Storyboard* de cenário, o objetivo é fazer com que o projetista possa imergir em um cenário para compreender as experiências envolvidas pelo usuário em um local, em atividade ou em um processo interativo.

Para Lelie (2006) o *storyboard* de um produto ajuda o designer a compreender o processo de interação usuário-produto dentro de um determinado contexto, uma vez que ele narra a história de partes da interação o que permite, segundo o autor, o leitor expressar ideias em dois níveis:

- (a) experimentar as interações visualizadas, estabelecendo uma linguagem comum que facilita a comunicação dentro da equipe de projeto
- (b) O leitor pode refletir sobre as interações visualizadas a partir de sua própria experiência. Esta perspectiva objetiva permite a análise de aspectos específicos da interação e do contexto permitindo análises e discussões que podem dar insights importantes para o projeto.

4.4.7. Storyboard Interactions

No *storyboard* de interações procuramos representar o processo de interação do usuário com o artefato ou sistema que estamos nos propondo a projetar ou reprojetar, ou seja, manipulação do artefato, sequencia de funcionamento, forma de transporte, armazenamento,...

Para Reeder (2005) o *storyboard* apresenta pictoricamente como o utilizador vai interagir com o produto através do uso, fazendo com que essa se torne uma ferramenta importante de comunicação. Ao utilizar o *storyboard* a equipe pode identificar pontos com maior necessidade de pesquisa e priorizar os parâmetros funcionais da interação, facilitando o desenvolvimento de soluções finais mais adequadas ao problema.

Figura 12 - *Method Card* para aplicação do Storyboard de Interações (fonte quadro: Autor/ Imagens: Reeder (2005) e Jon Mann & The Creation Center).





Preparação	 <h2>7 Storyboard Interactions</h2> <p>Visualizar e compreender as interações entre usuários e produtos, os demais elementos presentes na atividade e experiência das pessoas durante o uso.</p>		finalização Conceitualização	
	Desenvolvimento			Propósito Conceito
	Realização			Estágio Exploratório
Preparação			finalização Conceitualização	
Desenvolvimento	<p>Qual o Objetivo: Visualizar e compreender o cenário de uso dos produtos, os demais elementos presentes nesse cenário e a uma visão preliminar da experiência das pessoas nesse contexto.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pesquise sobre o dia a dia das pessoas, o cenário de uso e a experiência do usuário. 2. Defina os aspectos principais das interações a partir dos dados coletados e crie ilustrações que as representem. 3. Sequencia as ilustrações e adicione descrições que permitam esse cenário de uso. 4. Avalie com os grupos envolvidos no projeto e defina as recomendações e requisitos que podem ser extraídos a partir da análise desse cenário de uso. 			Propósito Conceito
Realização	<p>Em que auxilia? Compreender o cenário de uso e a experiência do usuário no contexto de uso para gerar requisitos projetuais.</p> <p>Materiais/Recursos: Papel A4, Lápis, Nankin.</p>			Estágio Exploratório
	Área Prod. Gráf. Digit.		Área Prod. Gráf. Digit.	


Tabela 25 – Classificação do sketchboard Interaction em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	Storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
SketchBoard Interactions																

4.4.8. Storyboard Motion Graphics

Figura 13 - Method Card para aplicação do C-sketch/685 (fonte quadro: Autor/ Imagem: Jon Mann & The Creation Center).

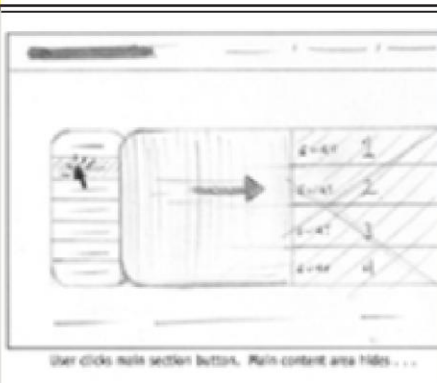
Preparação



8 Storyboard Motion Graphics

Visualizar e avaliar a sequência de tela e as animações de transição entre elas a partir da interação do usuário com o sistema ou interface.


Desenvolvimento



User clicks main section button. Main content area hides...

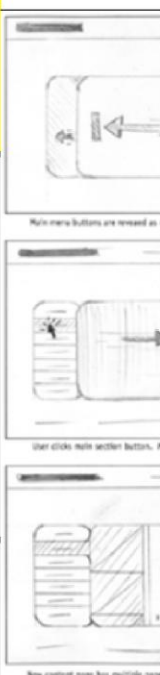
Realização

Funcionalidade



usabilidade Estética

Preparação



Desenvolvimento

Qual o Objetivo:

Visualizar e avaliar a sequência de tela e as animações de transição entre elas a partir da interação do usuário com o sistema ou interface.

Como Aplicar?:

- Defina as telas principais e as animações que serão realizadas para transição entre elas a partir das ações do usuário com o sistema.
- Defina os quadros chaves dessas animações e crie ilustrações que as representem.
- Sequencia as ilustrações e adicione descrições que permitam compreender as ações e os movimentos que estão sendo realizados.
- Avalie com os grupos envolvidos no projeto as animações propostas para as interfaces com a finalidade de aprovação ou revisão.

Em que auxilia?

Compreender e avaliar as animações propostas para as interfaces do usuário para gerar revisões e requisitos projetuais.

Materiais/Recursos: Papel A4, Lápis, Nankin.

Realização

Área Prod. Gráf. Digit.

Estágio Exploratório

Propósito Conceito

Finalidade Conceitualização

Área Prod. Gráf. Digit.

Estágio Exploratório

Propósito Conceito

Finalidade Conceitualização

Mais informações:

http://cdn.oreillystatic.com/en/assets/1/event/31/Sketchboards%20_%20Prototyping%E2%80%94%20Method%20for%20Rapid%20Design%20Presentation.pdf

Esse *storyboard* utiliza-se de recursos de vídeo ou de transição de slides para um slide show, com objetivo de apresentar sequencias de imagens que apresentem a utilização de um artefato, o processo interativo com uma interface, o funcionamento de um sistema,... com objetivo de avaliar com a equipe aspectos que possam facilitar a sua configuração, implementação, navegação,...

Tabela 26 – Classificação do *sketchboard Motion Graphics* em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
SketchBoard Motion.Graph																

4.4.9. Card Sorting

Essa técnica propõe que usuários realizem um processo de agrupamento de ícones, funções, cartões e conceitos em categorias a partir da sua experiência. Assim, através do registro e estruturação dos dados coletados, será possível compreender as estratégias e o pensamento dos usuários na composição de categorias que poderão ajudar por exemplo, à: definir um menu, uma navegação, uma estrutura de itens,...para uma interface.

Segundo Spencer (2005) *Card sorting* permite aos pesquisadores explorar a forma como os usuários agrupam itens e conceitos em categorias criadas pelos próprios usuários. Com isso, a técnica pode ser utilizada de forma eficiente para a criação de menus em interfaces, definição de termos ou para estabelecer conceitos que devem ser enfatizados em um determinado projeto.

Um método que é usado frequentemente para se certificar de que os modelos conceituais e interfaces de usuário de novas aplicações correspondem aos modelos mentais dos usuários finais é *card sorting* (Stone et al., 2005 e Baxter , 2005)


Figura 14 – Planilhas do Excel utilizadas para estruturação e análise dos dados extraídos da técnica de sorting card (fonte: Spencer, 2005, p116).

	A	B	C	D	E	F
1	Card no	Card name	Sort1	Sort2	Sort3	Sort4
2	1	Sunday arts & crafts market	Things to do	Things to do	Things to do	Things to do
3	2	Live music at the pub - schedule of bands	Events	Things to do	Events	Things to do
4	3	Annual wine show - date and location	Events	Vineyards, wines, education & showing	Events	Wine show
5	4	Historic library - location and opening hours	Things to do	About the region	Things to do	Things to do
6	5	The Local (local pub) - accommodation details, opening hours, menu	Accommodation	When you're here	Accommodation	Food & drink
7	6	Battering Ram (takeaway restaurant) - location, opening hours, menu	Food	When you're here	Food & drink	Food & drink

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Card no	Card name	About the region	Things to do	Accommodations	Wineries	About wine	Eating
2	1	Sunday arts & crafts market		90%				
3	2	Live music at the pub - schedule of bands		70%				
4	3	Annual wine show - date and location						
5	4	Historic library - location and opening hours	30%	70%				
6	5	The Local (local pub) - accommodation details, opening hours, menu			30%			10%
7	6	Battering Ram (takeaway restaurant) - location, opening hours, menu						40%
8	7	The Press (local olive grower & producer) - location, opening hours, menu		30%				
9	8	Wine tasting classes (2 hours a week for 6 weeks)		30%			20%	
10	9	Glow-worm caves - tour details, costs and times		100%				
11	10	Cottage comforts (bed & breakfast) - costs, location, opening hours, menu			90%			
12	11	Winery walkabout - annual event with special tasting		20%				
13	12	Weather through the year	100%					

Figura 15: Method Card para aplicação do Card Sorting (fonte quadro: Autor/ Imagem: <https://www.library.ohiou.edu/2012/07/asking-our-users-card-sorting/>).

Preparação



9 Card Sorting

Compreender o modelo mental dos usuários agrupando conceitos e itens em categorias para orientar as demais etapas do processo de design.

Desenvolvimento

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Archives & Special Collections

Preparação

About

Welcome from the Dean

Your Librarian

Around the Library

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Services

Give to Us: Librarians

Access and Borrow Materials

Preparação

Find

Books and Media

Articles

Preparação

Find

Books and Media

Articles

Qual o Objetivo:
Compreender o modelo mental dos usuários agrupando conceitos e itens em categorias para orientar as demais etapas do processo de design.

Como Aplicar?:

1. Desenhe ou digite e imprima em cartões todos os itens que deseja explorar durante a aplicação da técnica (por exemplo itens ou conceitos de um projeto);
2. Embaralhe as cartas e convide um grupo de usuários a agrupá-las em categorias criadas por eles próprios;
3. Registre o processo de interação buscando compreender que itens estão faltando, que podem ser excluídos ou termos podem ser renomeados na visão do usuário;
6. Proponha aos usuários discutir e pensar em voz alta para recolher outros dados para definição dos requerimentos;
7. Aplique ferramentas de estruturação e análise dos dados como: planilhas do Excel. Isso ajuda a verificar estatisticamente as porcentagens dos dados.

Em que auxilia?
Permite compreender o modelo mental dos usuários, gerar requisitos, avaliar itens e conceitos que poderão ser usados no projeto de interfaces e conceitos de projetos.

Materiais/Recursos: Papel, Pincéis coloridos, Lápis, post-it, folhas transparentes, cartões plásticos, Câmera, Tripé.

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

Fine Arts

Music & Dance

Preparação

Special Collections

4.4.10. Paper Prototyping

Em seu livro *Paper prototyping*, Snyder (2005) apresenta diversos caminhos para aplicação da prototipagem em papel para o projeto de interfaces gráficas digitais. Através desse método, podemos realizar avaliações de funcionalidade e usabilidade durante um processo de interação com um esboço preliminar do projeto feito em papel. A técnica simula o funcionamento da interface em papel através de atualizações manuais de telas e botões a cada ação interativa do usuário com as funções do sistema. Entre as técnicas apresentadas pela autora para facilitar a atualização das telas e botões com a participação do usuário na interface de papel, temos:

- (1) **Background** – Uma tela de *background* busca reproduzir os elementos permanentes da interface e que se repetira em todas as telas, por exemplo: as telas de computador ou telas de equipamentos eletrônicos. Elas podem possuir uma abertura (*blinder*) que mascara e revela as interfaces gráficas desenhadas em folha inferior. A partir do deslocamento dessa folha inferior é possível revelar novas telas a cada interação do usuário.

Figura 16 - Modelo “blinder” de protótipo com processo “blinder” de protótipo de pa



- (2) **Componentes do protótipo** – São os elementos que irão ser posicionados sobre o background e irão compor o produto ou a interface. Esses deverão reproduzir cada ação do usuário na interface. Para isso, algumas técnicas podem ser usadas como: (a) Troca de cartões de partes

da interface; (b) *Post it* e lápis disponibilizados para interação dos usuários nos campos onde ele poderia digitar um texto; (c) papel dobrado e colado em menus onde seria possível revelar uma lista de itens em um menu *drop down*; (d) Mascaramento de marcação de botões com ícones de botões desmarcados; (e) sobreposição de partes da interfaces em locais que possuam caixas de expansão; (f) sobreposição em pilha em menus que possuam vários níveis de interação sequencial; (g) marcação atual ou destaque de itens em menus e caixa de diálogos simulados com uso fita adesiva transparente e (h) ícones de cursos que podem ser simulados com pequenos recortes ilustradas com uma dobra para manipulação na tela. A aplicação dessas técnicas podem ser observadas na Figura 17:

Figura 17 - técnicas para a simulação do processo interativo do usuário com as opções das interfaces gráficas, reproduzidos através de um protótipo de papel (Snyder, 2003)





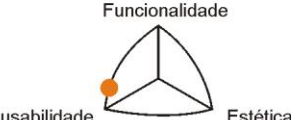



4.4.11. Paper in Screen

A técnica *Paper in Screen* é uma variação da técnica de prototipagem em papel, onde o projeto de uma interface gráfica, após ser desenhada no papel, é digitalizado, sequenciada e levada para um processo de interação com usuários no próprio equipamento de uso final: celular, *tablet* ou interface de computadores.

Segundo Bolchini, Pulido e Faiola (2009) O "*Paper in Screen*" tem vantagens importantes. Um delas é exatamente essa, dos usuários poderem interagir com a interface em um dispositivo real, aproveitando da experiência física com o artefato final.

Figura 19 - *Method Card* para aplicação do *Paper in Screen* (fonte quadro: Autor/ Imagem: Bolchini, Pulido e Faiola, 2009).

<p>Preparação</p>  <h2>11 Paper in Screen</h2> <p>Permite recolher impressões preliminares sobre sequencia de uma interface a partir da interação do usuário.</p>	<p>finalidade Conceitualização</p>	<p>Preparação</p> 	<p>finalidade Conceitualização</p>
<p>Desenvolvimento</p> 	<p>Propósito Conceito</p>	<p>Desenvolvimento</p> 	<p>Propósito Conceito</p>
<p>Realização</p> 	<p>Estágio Experimental</p>	<p>Realização</p> 	<p>Estágio Experimental</p>
<p>Qual o Objetivo: Permite recolher impressões preliminares sobre sequencia de uma interface a partir da interação do usuário.</p>		<p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desenhe as telas no papel usando lápis ou nankin; 2. Digitalize ou fotografe as telas individualmente e salve em arquivos de formato de imagem; 3. Copie as imagens para o celular ou computador e crie um álbum de fotos sequenciando as imagens conforme a ordem que elas são apresentadas em um processo de interação com a interface. 4. Convide usuários a interagir com o sistema, dando as instruções necessárias para navegar entre as telas; 5. Avalie o processo de interação através da observação, registro da verbalização e com questões sobre esse processo de interação; 	
<p>Em que auxilia? Permite avaliar de forma preliminar a sequencia de telas e itens propostos para uma interface;</p>		<p>Materiais/Recursos: Papel, Lápis, Máquina fotográfica ou Scanner, Aplicativos de exibição sequencial de imagens.</p>	
<p>Área Design Digital</p>		<p>Área Design Digital</p>	

Segundo os autores, com esse tipo de protótipo pode-se avaliar, além dos detalhes importantes dos elementos de interface, ainda, o fluxo de navegação e o processo de execução de tarefas. A partir dessas interações a interface pode ser melhorada, refinado e, eventualmente, solidificado em versão mais interativa.

Esse processo permite aos designers recolher, de forma antecipada e com baixo custo, informações da percepção visual e funcional dos primeiros conceitos gerados para as interfaces.

Tabela 29 – Classificação do *paper in screen* em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Paper in Screen																

4.4.12. PICTIVE

Plastic Interface for Collaborative Technology Initiatives through Video Exploration (PICTIVE), Muller, CHI'91

Segundo Walsh et al. (2012) a técnica utiliza materiais de prototipagem de baixa tecnologia como: rótulos, marcadores, canetas coloridas, *post-its* e ícones pré-fabricados, combinados com gravação de vídeo.

Nela, pessoas utilizam uma mesa de trabalho para realizar desenhos que são alterados rapidamente a cada interação com usuário. A gravação de vídeo é utilizada para revisar ações dos usuários e facilitar questionamentos e reavaliações, para realização de alterações nos desenhos.

Nessa técnica, seis pessoas ficam sentadas em torno de uma mesa e no centro foi reservado como espaço para realização da captura do design através de vídeo. O moderador leva preparado alguns elementos potenciais

4.4.13. Modelagem com Massinha

Essa técnica utiliza-se de um recurso simples e prático para modelagem rápida de formas volumétricas das alternativas que estão sendo desenvolvidas nos sketches. Ela se utiliza de massa de modelar, sejam nas mais simples como as massinhas escolares, até massas mais profissionais como: Plasticine, Plastalina e NewPlast.

Figura 21: Method Card para aplicação do Modelagem com Massinha (Massa Plástica) (fonte quadro: Autor/ Imagem:).

Preparação	 <h2>13 Modelagem com Massinha</h2> <p>Desenvolver modelos e muckups das alternativas desenvolvidas.</p>		Preparação
	Desenvolvimento		
Realização	<p>Funcionalidade</p>  <p>usabilidade Estética</p>		Realização
<p>Qual o Objetivo:</p> <p>Desenvolver modelos e muckups das alternativas desenvolvidas.</p>		<p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modele com as mãos as alternativas desenhadas anteriormente. Esses desenhos normalmente são realizados em escalas reduzida. 2. Para modelos maiores, pode-se usar alguma estrutura rígida (papelão, cartão moldado, estrutura de arame,...) para ajudar na sustentação da massa. 4. Desgate o volume com auxílio de espátulas até que o volume se aproxime dos sketches criados 5. Realize avaliação dentro da equipe ou com a participação de usuários. 	
<p>Em que auxilia?</p> <p>Permite realizar avaliações preliminares da forma, função e estéticas das alternativas.</p>		<p>Materials/Recursos: Massa (Clay), Massinha de modelar comum ou Plasticine, Lewis New Plast, Fimo, Sculpey. Se necessário, elementos estruturantes: papel cartão, papelão, arame.</p>	

Mais informações: <http://www.youtube.com/watch?v=Qc7Wa9j-2OU>
<http://www.youtube.com/watch?v=jWoFhkYkSaw>

Através dela é possível ampliar a percepção espacial, volumétrica, estética das alternativas desenhadas no papel, facilitando a sua compreensão e a realização de ajustes em dimensões, formas e proporções, além de facilitar a apresentação, comunicação e discussão sobre os modelos gerados.

Tabela 31 – Classificação da modelagem de massinha em relação ao tipo de protótipo.

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade (não evolucionário)	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup digital	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Modelagem c/ Massinha																

4.4.14. Cardboard (modelagem com papelão)

Através dessa técnica podemos construir *mockups* físicos de baixa fidelidade das alternativas de design com uso de materiais de baixo custo como: papelão ondulado, utilizando diversas técnicas estruturais como: vincos, dobras, tramas, sobreposição, encaixes e colagens.

Figura 22 - Method Card para aplicação do Cardboard (quadro e Imagem: fonte autor).

Preparação



14 CardBoard

Construir de forma tridimensional modelos e mockups das alternativas de design.

Desenvolvimento



Realização



usabilidade Funcionalidade Estética

Preparação



Qual o Objetivo:
Construir de forma tridimensional modelos e mockups das alternativas de design.

Como Aplicar?:

1. Primeiramente é necessário definir as formas ou os planos de seção das alternativas a serem modeladas. Isso pode ser feito através de desenhos ou através aplicativos 3D.
2. As montagens com papelão podem ser feitas com colagens ou encaixes. Montando o volume de forma maciça ou apenas as superfícies dos objetos.
3. Os modelos gerados podem receber ou não acabamento superficial, dependendo do objetivo da avaliação.
4. Com o modelo construído e possível realizar diversas avaliações preliminares de usabilidade, funcionalidade e estética;

Em que auxilia?
Gerar e combinar conceitos de forma estruturada, retroalimentar o processo de geração, discutir, avaliar e selecionar com grupo as melhores alternativas.

Materiais/Recursos: Papel A4, Post-it, Lápis/ Nankin, , Quadro.

Desenvolvimento



Realização



finalidade

Conceitualização

finalidade

Conceitualização

Macarrão (2004) apresenta um *mockup* de uma pinça de solda a ponto construído em papelão para indústria automotiva. Segundo o autor, com esse Mockup é possível analisar o manuseio do produto e a funcionalidade verificando o acesso às regiões onde serão aplicados os pontos de solda na carroceria do automóvel

Tabela 32 – Classificação do Cardboard em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
CardBoard																

4.4.15. Foamboard (modelagem com cartão rígido)

Essa técnica propõe a construção de *mockups* através do uso de folhas de papel cartão que podem compor estruturas para construção de modelos a partir de colagem, prensagem com auxílio de gabaritos, empilhamento, encaixes, vincos e dobras.

Macarrão (2004), apresentando caminhos para construção de *mockups* com folha de cartolina, afirma que seu maior uso é para casos cuja necessidade de avaliação seja visual. Sendo sua principal vantagem o curto tempo requerido para conclusão de um *mockup*.

Existem várias formas de estruturação de modelos e *mockups* com cartão rígido, Macarrão (2004) apresenta a construção de uma superfície obtida por uma forma construtiva semelhante a um engradado. Dessa forma, obtém-se planos estruturados com maior resistência para realização de testes visuais da superfície requerida.

Figura 23 - *Method Card* para aplicação do Foamboard (fonte quadro: Autor/ Imagem: Macarrão, 2004).

15 Foamboard

Construir de forma tridimensional modelos e mockups das alternativas de design.

Realização

usabilidade Estética

Funcionalidade

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Qual o Objetivo:
Construir de forma tridimensional modelos e mockups das alternativas de design.

Como Aplicar?:

1. Primeiramente é necessário definir as formas e planos de seção das alternativas a serem modeladas. Isso pode ser feito através de desenhos ou através de seções realizadas em aplicativos 3D.
2. As montagens com papelão podem ser feitas com colagens ou encaixes. Montando o volume de forma maciça através de colagens de camadas prensadas ou apenas as superfícies dos objetos.
3. Os modelos gerados podem receber ou não acabamento superficial, dependendo do objetivo da avaliação.
4. Com o modelo construído e possível realizar diversas avaliações preliminares de usabilidade, funcionalidade e estética.

Em que auxilia?
Gerar e combinar conceitos de forma estruturada, retroalimentar o processo de geração, discutir, avaliar e selecionar com grupo as melhores alternativas.

Materiais/Recursos: Papel cartão tesoura, estilete, cola PVA,...

Tabela 33 – Classificação do *foamboard* em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
FoamBoard																

4.4.16. Modelagem com Isopor (poliestireno expandido EPS)

A modelagem com isopor é uma alternativa simples, rápida e de baixo custo para modelagem de volumes tridimensionais. As folhas após serem coladas para formar um volume, podem ser: cortadas, lixadas, imassadas, isoladas e posteriormente pintadas.

Figura 24 - Method Card para aplicação da modelagem com Isopor (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://www.admproductdesign.com/workshop/understanding-rapid-prototyping/styrofoam-cutting.html>).

Preparação	 <h3>16 Modelagem com Isopor</h3> <p>Permite gerar mockups preliminares para estudo de conceitos e para gerar requisitos formais, ergonômicos e funcionais para o projeto que será desenvolvido.</p>		Finalidade: Conceitualização	
	Desenvolvimento			Propósito: Conceito
				
Realização			Área: Design de Produto.	
Desenvolvimento	<p>Qual o Objetivo: Permite gerar mockups preliminares para estudo de conceitos e para gerar requisitos formais, ergonômicos e funcionais para o projeto que será desenvolvido.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corte um bloco de isopor com as dimensões básicas necessárias para modelagem. 2. Use as vistas desenhadas do projeto para definir as linhas de cortes nas vistas da peça 3. Faça cortes aproximados a forma desenhada com estilete ou fio quente. 4. Lixe a peça até alcançar a forma volumétrica da peça que está modelando 5. A peça modelada pode ser isolada com cola PVA e finalizada com massa corrida, primer e tinta. <p>Em que auxilia? Gerar e combinar conceitos de forma estruturada, retroalimentar o processo de geração, discutir, avaliar e selecionar com grupo as melhores alternativas.</p> <p>Materiais/Recursos: Papel A4, Post-it, Lápis/ Nankin, , Quadro.</p>			Finalidade: Conceitualização
	Realização	<p>Propósito: Conceito</p> <p>Estágio: Experimental</p> <p>Área: Design de Produto.</p>		

Com esse recurso podemos gerar *mockups* de apresentação e de proporção para avaliação de aspectos dimensionais, formais, funcionais e estéticos.

Tabela 34 – Classificação da modelagem com isopor em relação ao tipo de protótipo

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Modelagem com Isopor																

4.4.17. Screen Shot (Curtis e Vertelney, 1990)

O *Screen Shot* propõe a produção de imagens estáticas da interface gráfica que está sendo proposta com auxílio de ilustrações feitas no papel ou com ferramentas gráficas digitais.

Figura 25 - *Method Card* para aplicação do Screen Shots (fonte quadro: Autor/ Imagem <http://vxfuture.net/goto/wood-iphone-interfaces>):

Preparação



17 Screen Shot

Apresentar a proposta de interface que se está desenvolvendo para observar e avaliar os aspectos visuais do design.

Representação

Desenvolvimento



Propósito: Produto Experimental

Desenvolvimento

Realização

Funcionalidade



usabilidade Estética

Realização

Qual o Objetivo:
Apresentar a proposta de interface que se está desenvolvendo para observar e avaliar os aspectos visuais do design.

Como Aplicar?:

1. Defina o formato, resolução, cores, média,... da interface proposta.
2. Gere uma versão que permita avaliar todos os aspectos visuais da interface proposta através de ilustração no papel ou em aplicativos gráficos como: Macdraw, Corel Draw, Illustrator, Photoshop,...;
3. Imprima uma versão para fixação em quadros ou grave em um formato de exibição digital;
4. Apresente ao público e aos demais atores do processo e recolha dados da sua avaliação;

Em que auxilia?
Visualizar e avaliar a proposta visual da interface gráfica que está sendo proposta.

Materiais/Recursos: Instrumentos de representação no papel (Nankim, lápis de cor,...) Aplicativos gráficos.

Preparação

Representação

Desenvolvimento



Propósito: Produto Experimental

Desenvolvimento

Realização

Realização

Preparação

Representação

Desenvolvimento



Propósito: Produto Experimental

Desenvolvimento

Realização

Realização

Preparação

Representação

Desenvolvimento



Propósito: Produto Experimental

Desenvolvimento

Realização

Realização

Preparação

Representação

Desenvolvimento



Propósito: Produto Experimental

Desenvolvimento

Realização

Realização

Mais informações: Curtis e Vertelney, 1990

Segundo Curtis e Vertelney (1990) elas diferem dos *sketches* uma vez que reproduzem a interface final com um nível médio de fidelidade, podendo ser produzidas com desenhos ou com representações gráficas no computador.

Segundo os autores, essa “captura de tela” pode ser usada para a primeira visualização da aparência “real” da interface, considerando as suas dimensões, forma, qualidade e resolução. Sendo assim, elas podem ser usadas para realização de apresentações e comunicação da ideia do projeto, para avaliação da legibilidade, inteligibilidade e clareza da interface.

Tabela 35 – Classificação do screen shot em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Screen Shot																

4.4.18. Rendering Manual

O *rendering* manual é uma ferramenta de representação volumétrica em um plano bidimensional, normalmente com uso de papel, muito importante para apreciação da forma e da estética dos produtos.

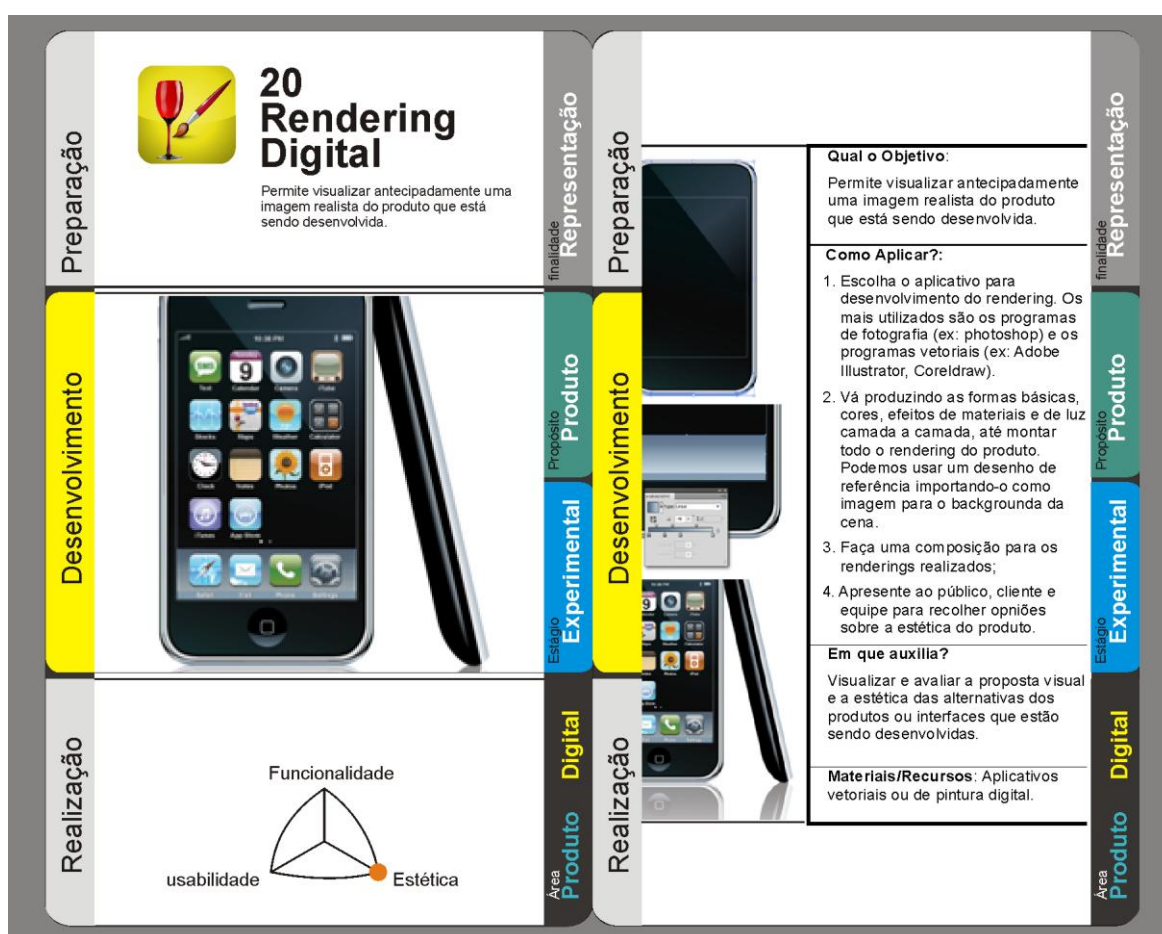
Ele se utiliza da representação tridimensional através da elaboração de perspectiva, da simulação de luz e sombra e da representação das propriedades dos materiais: cor, textura, brilho, relevo,...

No *rendering* manual os materiais mais usados são: lápis grafite, nankin, lápis de cor, pastel seco, pincel, aquarela, marcadores e guache.

4.4.20. Rendering Digital (2D)

O Rendering digital utiliza aplicativos gráficos vetoriais, de edição fotográfica ou de pintura como: Coreldraw, Illustrator e Photoshop, para produção de ilustrações de produtos, materiais gráficos e interfaces.

Figura 28 - Utilização de aplicativos digitais para produção de *renderings* 2D (fonte quadro: Autor/ Imagem Nikola Adzic <http://vector.tutsplus.com/tutorials/icon-design/create-a-detailed-vector-based-iphone-illustration-part-1/>)



O objetivo desse *rendering* é apresentar a aparência visual do artefato que está sendo desenvolvido para recolher informações estéticas de forma, cor, contraste, visibilidade, dimensão, composição e proporção.

Mais informações:

Curtis e Vertelney, 1990

Tabela 38 – Classificação do Rendering 2D em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Rendering Digital 2D																

4.4.21. Rendering Digital (3D)

O Rendering 3D é produzido a partir de aplicativos tridimensionais de renderização ou CAD/CAM, como: 3ds Max, Maya, Blender, Cinema4D, Rhinoceros e SolidWorks.

Figura 29 - Utilização do Screen Shots para avaliação de interfaces de Interfaces gráficas (fonte quadro: Autor/ Imagem autor)



21 Rendering Digital 3D

Permite visualizar antecipadamente uma imagem fotorealista do produto que está sendo desenvolvida.

Qual o Objetivo:

Permite visualizar antecipadamente uma imagem fotorealista do produto que está sendo desenvolvida.

Como Aplicar?:

1. Escolha o aplicativo 3D para desenvolvimento do rendering. Os programas mais utilizados são: Autodesk 3ds Max e Maya, Cinema4D, LightWave, Blender,
2. Inicie Modelando ou importando de outros aplicativos os modelos em 3D dos artefatos a serem renderizados. Para modelar podemos importar os desenho bases das vistas do objeto e mapeá-los em planos para servir de referência.
3. Acrescente iluminação, materiais, câmeras e efeitos e gere imagens do artefato no ângulo desejado.
4. Apresente ao público, cliente e equipe para recolher opiniões sobre a estética do produto.

Em que auxilla?

Visualizar e avaliar a proposta visual e a estética das alternativas dos produtos ou interfaces que estão sendo desenvolvidas.

Materiais/Recursos: Aplicativos de rendering tridimensional.

Preparação

Desenvolvimento

Realização

usabilidade

Funcionalidade

Estética

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Área Produto Digital

Estágio Experimental

Propósito Produto

finalidade Representação

Algumas etapas são necessárias para produção de um *rendering* 3D, como: modelagem ou digitalização 3D, Iluminação, texturização e Renderização, ou seja, processamento das imagens a partir de cálculos matemáticos realizados pelo computador.

Tabela 39 – Classificação do Rendering 3D em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Rendering Digital 3D																

4.4.22. Flipbook

Flipbook é uma técnica de animação em que um grupo de imagens diferentes feitas em papel são exibidas sequencialmente, criando a sensação de movimento contínuo. Essa sequencia de imagens pode ser desenvolvidas à mão ou com auxílio de computador e impressora.

Segundo Curtis e Vertelney (1990), essa técnica pode ser utilizada para a visualização de interfaces dinâmicas contribuindo para compreensão da estrutura da interface e para a realização de avaliações preliminares com usuários das mudanças de estado das telas projetadas.

Figura 30 - Aplicação da técnica de flipbook nas animações (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://www.supertightstuff.com/06/28/pictures/tight-pictures/rainbow-flip-book/>).

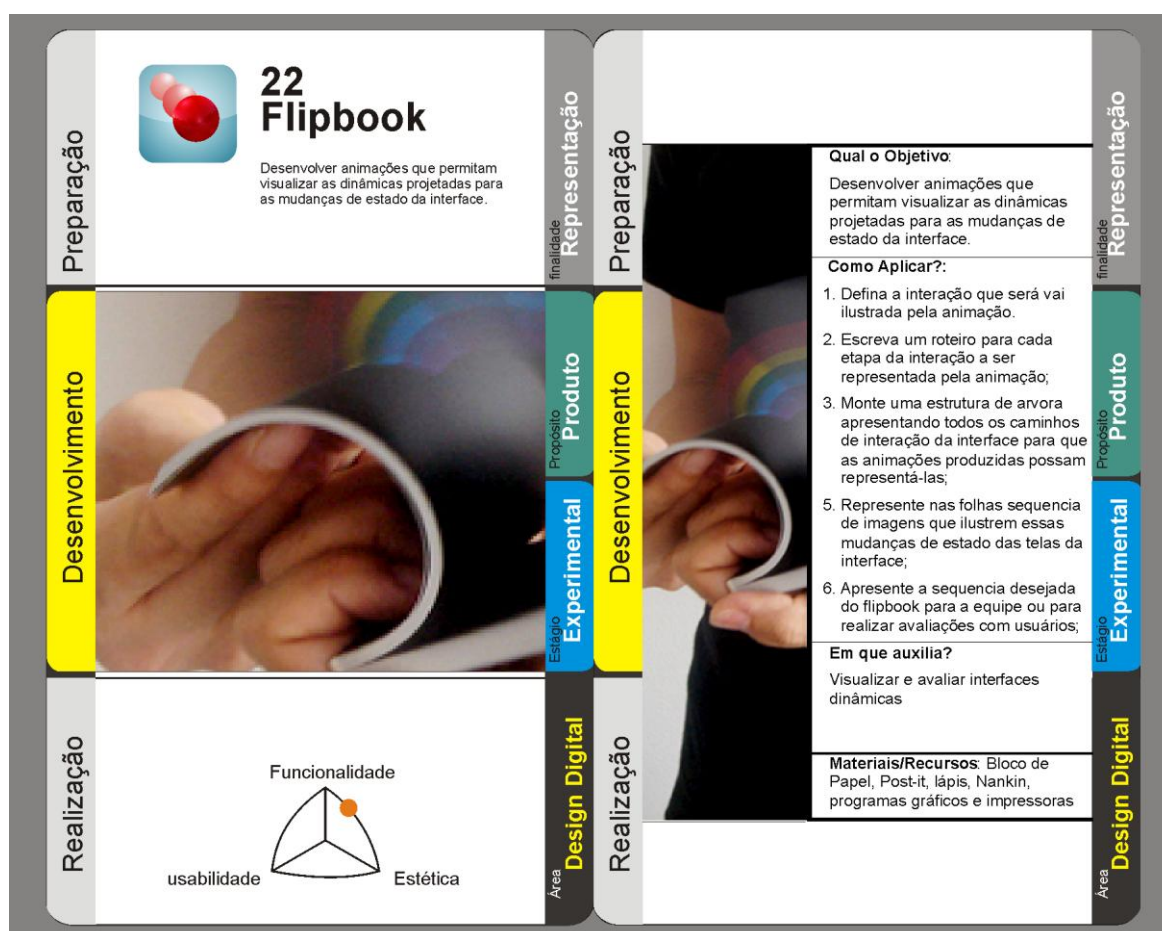


Tabela 40 – Classificação do *flipbook* em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Flipbook																

4.4.23. Animatics

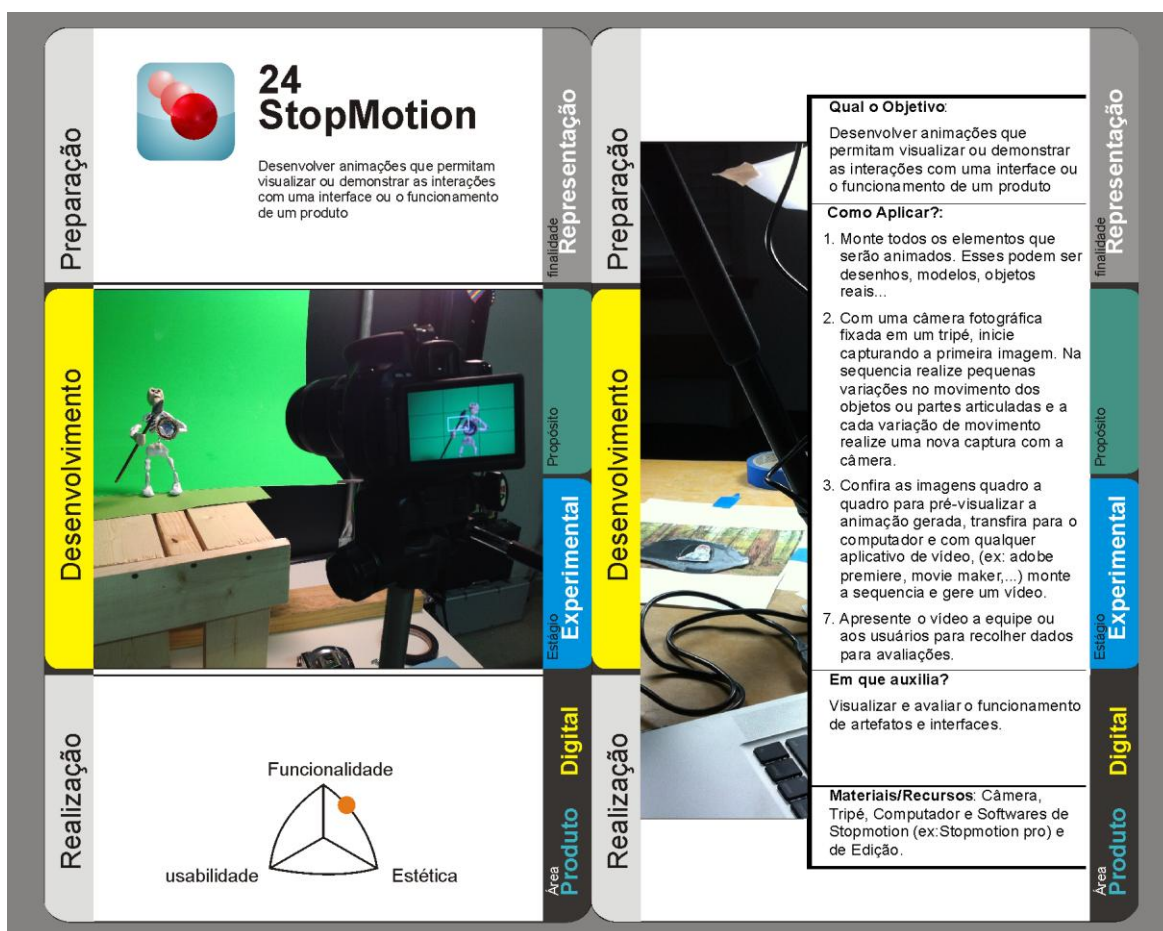
Animatic é uma técnica de animação que permite gerar um filme ou vídeo de animação a partir da captura de imagens e desenhos, som, movimentação de elementos e efeitos de câmera. A ideia é que a partir da exibição das imagens, movimentação simples de elementos, narração, efeitos de filmagem

4.4.24. Stopmotion

A técnica de animação quadro a quadro é realizada a partir de captura de fotos de objetos, recortes, pessoas, sombras,... por um processo de parada, captura e movimento, com a criação da fotografia.

A técnica foi criada inicialmente pelos precursores do cinema e animação por volta dos anos 30, que aproveitaram os avanços tecnológicos, como a da película e da fotografia, para criar efeitos como: substituição por parada de ação, dupla exposição... técnicas que tiveram como precursores: Georges Méliés, Norman McLaren, Mary Ellen Bute. (LUCENA Jr, 2010)

Figura 32 - Aplicação da técnica de Stopmotion nas animações (fonte quadro: Autor/ Imagem: foto card by Erict <http://www.ericello.com/tag/animation/> / <http://melodiemiui.com/2013/03/16/stop-motion-animation-project-preparations/>).




A partir desse processo de parada e ação, é possível criar animação de diversas formas: Animação de objetos e pessoas (*pixilation*), Animação de recortes (*Cut out animation*), Animação de massinha (*clay animation*), Animação de bonecos com esqueleto (*Puppet animation*), Animação de sombras, areia,...

Tabela 42 – Classificação do Stop motion em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Stop Motion																

4.4.25. Cut out Animation

Figura 33 - Aplicação da técnica de Stopmotion nas animações (fonte quadro: Autor/ Imagem: Brian <http://atomicbearpress.com/2011/06/17/cartoon-boot-camp-2011-stop-motion/>).



Qual o Objetivo:
Desenvolver animações que permitam visualizar o funcionamento das interfaces.

Como Aplicar?:

1. Fixe os desenhos, imagens em paredes.
2. Capture as imagens com uso de câmera apoiadas em tripês
3. Faça efeitos de zoom, foco, tracking, tilting e transição com a câmera para dar efeito de movimento e compor a filmagem.
5. Monte as imagens em sequencia na câmera ou com auxílio de programas de edição: Adobe Premiere, moviemaker.
6. Adicione narração e efeitos de audio;
7. Apresente a equipe ou aos usuários para apresentar e realizar avaliações.


Em que auxilia?
Visualizar e avaliar o funcionamento de interfaces.

Materiais/Recursos: Papel, Lapis, Câmera, Tripé, Computador e Softwares de Stopmotion (ex: Stopmotion pro) e de Edição.

Preparação

Desenvolvimento

Realização

usabilidade  Estética

Preparação

Desenvolvimento

Realização


Também conhecida como animação de recortes, ela utiliza os mesmo princípios das demais técnicas de *Stop and Motion*, porém os objetos a serem animados são recortes soltos ou articulados. Esses recortes podem ser produzidos em papel, a partir de ilustrações das partes do artefato que precisamos animar.

Tabela 43 – Classificação do cut out animation em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Cut out Animation																

4.4.26. Pixilation

Figura 34 - Aplicação da técnica pixilation de Stopmotion nas animações (fonte quadro: Autor/ Imagem: Nicole S. Young <http://nicolesyblog.com/2013/09/05/stop-motion-of-the-canon-70d/>).



26 Pixilation

Desenvolver animações que permitam visualizar ou demonstrar as interações com uma interface ou o funcionamento de um produto.

Qual o Objetivo:
Desenvolver animações que permitam visualizar ou demonstrar as interações com uma interface ou o funcionamento de um produto.

Como Aplicar?:

1. Fixe os desenhos, imagens em paredes.
2. Capture as imagens com uso de câmera apoiadas em tripés
3. Faça efeitos de zoom,foco, tracking, tilting e transição com a câmera para dar efeito de movimento e compor a filmagem.
5. Monte as imagens em sequencia na câmera ou com auxílio de programas de edição: Adobe Premiere, moviemaker.
6. Adicione narração e efeitos de audio;
7. Apresente a equipe ou aos usuários para apresentar e realizar avaliações.

Em que auxilia?
Visualizar e avaliar o funcionamento de artefatos e interfaces.

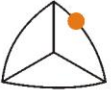
Materiais/Recursos: Papel, Lapis, Câmera, Tripé, Computador e Softwares de Edição.

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Funcionalidade



usabilidade Estética

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Representação

Produto Experimental

Área Produto Digital

Representação

Produto Experimental

Área Produto Digital


Também é uma técnica de *Stop and Motion*, que utiliza objetos e pessoas, com pequena variação de posição e movimento, e captura fotográfica para produção da animação.

Tabela 44 – Classificação do pixilation em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Pixilation																

4.4.27. Motion Graphics


Figura 35 - Aplicação da técnica motion graphics para produzir animações (fonte quadro: Autor/ Imagem: Steffen Lyhne <http://vimeo.com/channels/pmg/49982094>).



27 Motion Graphics
Desenvolver animações que permitam pré-visualizar o funcionamento de produtos e interfaces.

Desenvolvimento

Realização

Funcionalidade
usabilidade  Estética

Preparação

Qual o Objetivo?
Desenvolver animações que permitam pré-visualizar o funcionamento de produtos e interfaces.

Como Aplicar?:

1. Crie todos os elementos gráficos que pretende animar. Esse podem ser desenhos, gráficos, fotografias ou vídeos.
2. Leve todos os elementos para um aplicativo de motion graphics (ex: Adobe After Effects).
3. Desenvolva todas as animações que ilustrem o funcionamento de interfaces ou de artefatos.
4. Adicione narração e efeitos de áudio;
5. Apresente a equipe ou aos usuários para apresentar e realizar avaliações.

Em que auxilia?
Visualizar e avaliar o funcionamento de artefatos e interfaces.

Materiais/Recursos: Computador e Softwares de Motion Graphics.

São animações produzidas com uso de ilustrações, imagens, animações, vídeos e sons, com auxílio de computadores e softwares gráficos específicos para produção de vídeo, como: After Effects, Premiere e Final cut e podem ser usadas para apresentar o funcionamento de: interfaces, sistemas, aplicativos e produtos.

Para Curtis e Vertelney (1990) a animação em computador pode ser usada para realização de apresentações "*look and feel*" de interfaces antes da produção de um protótipo real e facilitar a comunicação com os demais atores do processo de design.

Tabela 45 – Classificação Motion Graphics em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Motion Graphics																

4.4.28. Animação 3D

Segundo Liu et al. (2000) a animação é um recurso que permite capturar o design do produto nos ângulos e movimento desejados, de modo a efetivamente demonstrar como o novo produto será visualmente e funcionalmente.

Para os autores, a animação no design permite que os projetistas possam comunicar os seus conceitos e colaborar de forma mais eficaz com o seu desenvolvimento. Sendo assim, ela seria uma ferramenta eficiente e eficaz para ajudar a realização feedbacks permitindo encurtar o ciclo de desenvolvimento de novos produtos.

Entre as vantagens citadas pelos autores, para o uso de animação no desenvolvimento de novos produtos estão:

- (1) Comunicação do design com os demais atores do processo

A animação permite realizar avaliação simultânea de um projeto de produto com os demais setores e atores do processo permitindo chegar de forma mais rápida a um acordo para a tomada de decisões.

(2) Produção de documentação de Suporte Técnico e Treinamento

A animação produzida nessa etapa do projeto pode efetivamente demonstrar cada característica do novo produto em detalhe e poderá ser utilizada posteriormente, junto ao material de suporte e treinamento, para compreensão da montagem e do funcionamento do produto.

Figura 36 - Aplicação da técnica de animação 3D para o desenvolvimento de novos produtos (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://www.tristar.com/products/keyshot/>).

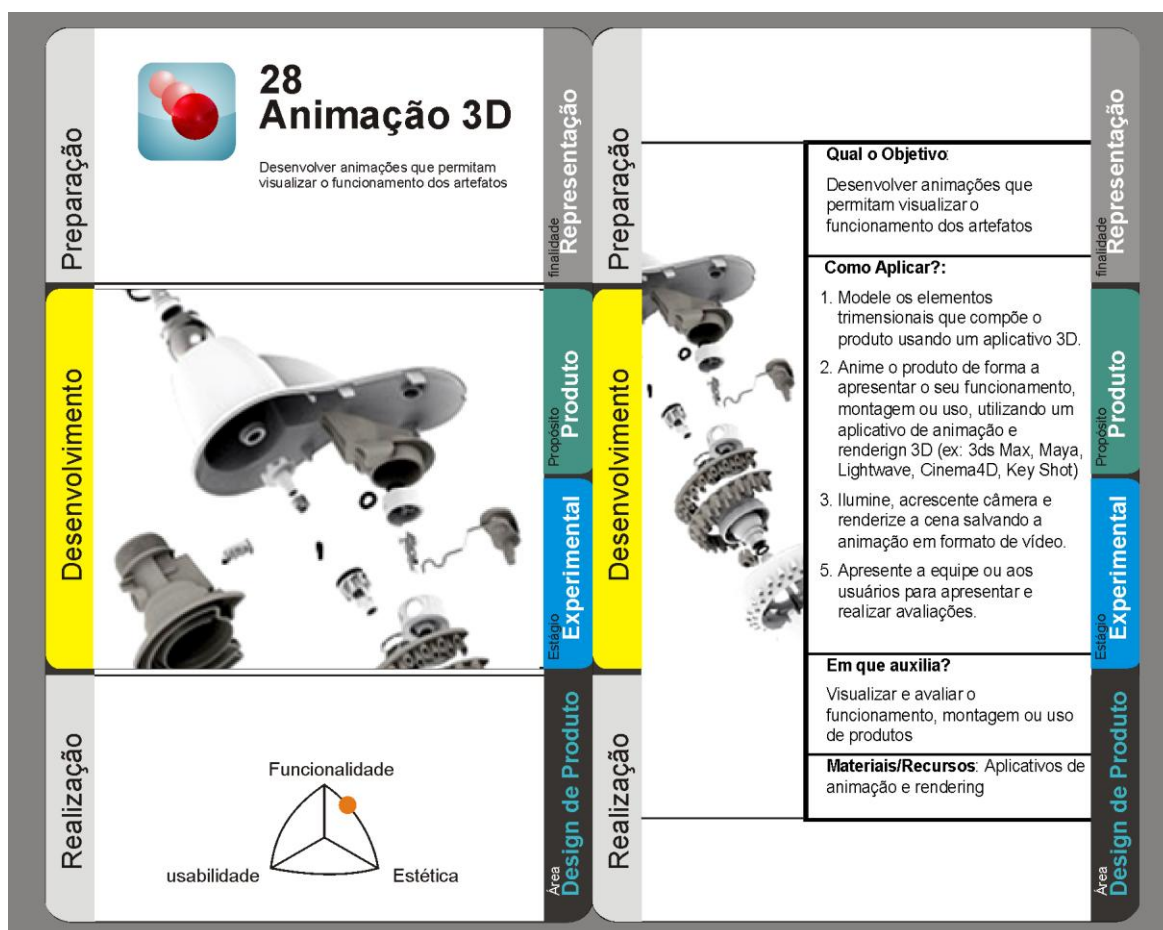


Tabela 46 – Classificação do Animação 3D em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Animação3D																

4.4.29. Plano Seriado

Figura 37 - Aplicação da modelagem com silicone (fonte quadro: Autor/ Imagem:).

29 Plano Seriado

Permite desenvolver versões preliminares das alternativas do produto que está sendo desenvolvido.

Qual o Objetivo:
Permite desenvolver versões preliminares das alternativas do produto que está sendo desenvolvido.

Como Aplicar?:

1. Transfira os desenhos técnicos ou imprima as seções do produto para uma folha de papelão, mdf ou cartão; (opcionalmente pode ser feito também com uso do software Autodesk 123D Make fresadoras ou router de corte a partir de desenhos vetoriais das seções do objeto)
2. Recorte as seções e monte em 3D utilizando colagens ou encaixes. (opcionalmente pode ser dado acabamento superficial com aplicação de isolamento, massa plástica, prime e pintura)
3. Apresente as alternativas para os usuários ou para os atores envolvidos no projeto e realize avaliações para seleção das melhores alternativas de design.

Em que auxilia?
Avaliar de forma mais completa as alternativas de design para um melhor processo de seleção de alternativas

Materiais/Recursos: Papel cartão, papelão, mdf, cola, estilete, tesoura

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Área Design de Produto

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Área Design de Produto

Essa técnica permite modelar formas tridimensionais a partir da sobreposição de planos (seções) da peça a qual se pretende modelar. Esses planos podem ser colados um sobre o outro ou deixando-se um espaçamento para preenchimento com material alternativo (ex: massa plástica). Os planos podem ser gerados a partir de desenhos realizados,

de seções de volumes físicos preliminares (ex: isopor, massa de modelar,...) ou a partir de seções de volumes no computador.

Alguns aplicativos podem ser utilizados para facilitar o processo de produção de modelos com essa técnica, como: 123d make da empresa Autodesk, integrado com máquinas fresadoras ou *routers* CNC.

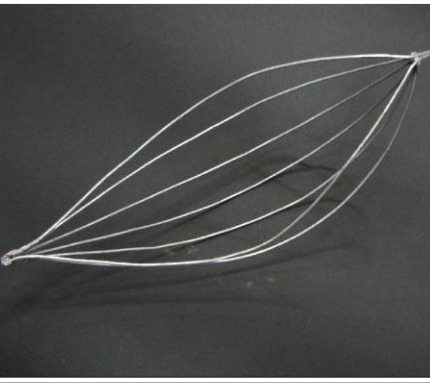
Tabela 47 – Classificação do plano seriado em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

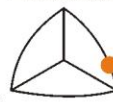
	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façaça	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Plano Seriado																

4.4.30. Modelo Aramado

Figura 38 - Aplicação da modelagem de estrutura aramada (fonte quadro: Autor/ Imagem)

30 Modelo Aramado
Construir tridimensionalmente, de forma preliminar, as alternativas de design.



Funcionalidade
usabilidade  Estética

Qual o Objetivo:
Construir tridimensionalmente, de forma preliminar, as alternativas de design.

Como Aplicar?:

1. Use os desenhos técnicos das alternativas ou os objetos de referência para construir a estrutura básica em arame grosso da forma tridimensional (usando solda ou amarrações);
2. Use arame mais fino para criar entre a estrutura principal para servir de suporte para a massa plástica;
3. Passe massa plástica, lixe, aplique prime, lixe até que a peça esteja com o acabamento desejado;
4. Aplique o acabamento e cor desejado.
5. Realize avaliações para seleção das melhores alternativas de design.

Em que auxilia?
Avaliar de forma mais completa as alternativas de design para um melhor processo de seleção de alternativas

Materiais/Recursos: Arame grosso e fino, massa plástica, prime, lixa d'agua e tinta

Essa técnica permite modelar formas tridimensional a partir da construção de uma síntese estrutural da peça a qual se pretende modelar. A estrutura de arame pode ser montada com auxílio de solda ou de amarrações. Essa estrutura aramada servirá de suporte para aplicação de acabamentos superficiais que podem ser feitos com camada de folhas de papel coladas e massa plástica.

Tabela 48 – Classificação do Modelo Aramado em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Modelo Aramado																

4.4.31. Clay Modeler

A modelagem com massa de argila (Clay) é bastante utilizada pela indústria automotiva para produção de modelos dos projetos seus carros.

A modelagem segue as seguintes etapas:


- (a) Primeiramente é necessário construir o volume de suporte que será recoberto com o Clay. Esse suporte precisa ter a forma aproximada com o produto a ser modelado para evitar um grande consumo de massa. Ele pode ser produzido em: poliuretano (PU) ou em madeira MDF;
- (b) Em um segundo momento, precisamos aquecer o Clay e aplicar sobre o suporte;
- (c) Em seguida começa a etapa de modelagem propriamente dita, com auxílio de espátuas, lâminas, gabaritos, trenas e tiras flexíveis.

(d) Ao final do processo podemos: tirar uma moldagem para reproduzir a forma através de *vaccun forming*, aplicar fitas adesivas que reproduzem a pintura ou isolar, lixar e pintar da forma tradicional.

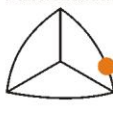
Figura 39 - Aplicação da técnica de modelagem com Massa (Clay) (fonte quadro: Autor/ Imagem: Curso de tecnologia do design automotivo da Universidade de Bradford <http://www.youtube.com/watch?v=Qc7Wa9j-2OU>).

31 Clay Modeler

Desenvolver modelos e mockups das alternativas desenvolvidas nos sketches e rendering com a finalidade de avaliação



Funcionalidade



usabilidade Estética

Qual o Objetivo:
Desenvolver modelos e muckups das alternativas desenvolvidas nos sketches e rendering com a finalidade de avaliação

Como Aplicar?:

1. Crie uma base de sustentação em madeira leve e uma base volumétrica padrão para o carro com a auxílio de polietireno, ou poliuretano com auxílio dos desenhos impressos na mesma escala do modelo
2. Aqueça e aplique Massa (Clay) sobre esse modelo volumétrico carro;
3. Defina as linhas principais do carro a partir das vistas criadas com a auxílio da criação de perfis da forma, de instrumentos de medição, de lâmina fina de corte e de um fio para alinhamento;
4. Desgate o volume com auxílio de espátuas até que o volume se aproxime dos sketches e renderings criados;
5. Mantenha as marcações das partes independentes do carro (portas, faróis, portamalas...) ou que receberão diferentes acabamentos e cores.

Em que auxilia?
Permite realizar avaliações estéticas e de usabilidade (para Mockups) e ainda alguns testes funcionais.

Materiais/Recursos: Massa (Clay), Bloco de Poliuretano ou Poliestireno, MDF ou plano rígido, materiais para escultura em massa (espátuas, facas), fitas adesivas, cola de madeira.

Mais informações:

- <http://www.youtube.com/watch?v=Qc7Wa9j-2OU>
- <http://www.youtube.com/watch?v=jWoFhkYkSaw>

Tabela 49 – Classificação do Clay modeler em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façaça (não evolucionário)	Mockup Digital (não evolucionária)	Wizard of OZ	Mockup digital	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Clay Modeler																

4.4.32. Modelagem com Madeira

O processo de modelagem em madeira é bastante utilizado para a produção de modelos, *mockups* e protótipo pela grande disponibilidade de madeiras naturais apropriadas (pinus e eucalypto) e pela possibilidade de uso de madeiras processadas (MDF, MDP, OSB). Existem diversas técnicas para executar uma modelagem com madeira, entre elas:

- (a) Torneamento: fixação de um bloco de madeira em um torno para execução de peças simétricas em relação ao eixo do torno com desgaste da peça com ajuda de formões e lixas.
- (b) Corte: Permite cortar o bloco de madeira de acordo com o desenho desejado. Para isso pode ser usado diversas ferramentas como serra de disco, serra de fita, serra tico-tico, serra de copo (corte circular), serrote, arco de serra...

Figura 40 - Aplicação da modelagem com silicone (fonte quadro: Autor/ Imagem:).

Preparação	 <h3>32 Modelagem com Madeira</h3> <p>Desenvolver modelos e mockups das alternativas desenvolvidas nos sketches e rendering com a finalidade de avaliação</p>		finalidade Representação	
	Desenvolvimento			finalidade Representação
				
Realização		finalidade Representação	finalidade Representação	
				Área Design de Produto
Desenvolvimento		Desenvolvimento	Desenvolvimento	
Experimental		Experimental	Experimental	
Produto		Produto	Produto	
Realização		Realização	Realização	
Qual o Objetivo: Construir tridimensionalmente, de forma preliminar, as alternativas de design.		Como Aplicar?: 1. Corte o bloco de madeira no formato que permita construir o modelo (podemos também colar madeira para montar o bloco) 2. Cole o desenho técnico no bloco e use a serra para realizar os cortes. 3. Monte e cole as partes; 4. Use resina para isolar e imasse a peça com massa plástica para retirar as imperfeições; 5. Lixe a peça, passe prime, lixe novamente até a peça ficar totalmente lisa. 6. Pinte e espere secar totalmente. 5. Use a peça para facilitar compreender, avaliar e selecionar as alternativas de design;		
Em que auxilia? Avaliar de forma mais completa as alternativas de design para um melhor processo de seleção de alternativas.		Materiais/Recursos: Papel A4, Post-it, Lápis/ Nankin, , Quadro.		

- (c) Modelagem: podemos utilizar instrumentos de modelagem manual, como formões com martelos para desgastar e obter uma aproximação maior da forma desejada.
- (d) Furação: Permite realizar os furos desejados para realização de encaixes, fixação de parafusos,... Pode ser realizado com furadeiras verticais, horizontais, de bancada ou manuais.
- (e) Lixamento: Permite desgastar e realizar o acabamento das peças. Podem ser executado com lixadeira de disco, lixadeiras manuais e com lixas de diversas gramaturas.

Tabela 50 – Classificação da modelagem com madeira em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Modelagem c/ Madeira																

4.4.33. Modelagem com Molde de Silicone

Nesse método, objetos reais, aos quais precisamos reproduzir ou modelos feitos com materiais alternativos, gesso, madeira,... de nossa propostas de design, podem gerar novos modelos em Resina Epóxi, Uretano, . Os moldes são gerados a partir da aplicação de silicone líquida sobre o modelo a ser reproduzido devidamente fixado em uma caixa de moldagem. Essa ao solidifica-se, consegue reproduzir com altíssimo grau de precisão a forma e os detalhes de sua superfície.

Figura 41 - Aplicação da modelagem com silicone (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://www.youtube.com/watch?v=JyQmEG9qmfw&list=PL7E8103EBCC3CB9F8>).

Preparação	 <h3>33 Modelagem com Molde de Silicone</h3> <p>Desenvolver modelos em outros materiais a partir de um modelo preliminar desenvolvido em material alternativo</p>	<p>Preparação</p> <p>Finalidade Representação</p>
	   	<p>Preparação</p> <p>Finalidade Representação</p>
<p>Realização</p> <p>Area Design de Produto</p>	<p>Funcionalidade</p>  <p>usabilidade Estética</p>	<p>Realização</p> <p>Area Design de Produto</p>
<p>Qual o Objetivo: Desenvolver modelos em outros materiais a partir de um modelo preliminar desenvolvido em material alternativo</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecione a peça que deverá ser moldada 2. Fixe a peça em uma base de madeira e aplique desmoldante na base de madeira e ao redor da peça, para facilitar soltar o molde de silicone ao final do processo. 3. Parafuse o quadro de paredes de madeira do molde. 4. Prepare a solução de borracha de silicone e catalizador e deixe a solução descansar para sair as bolhas de ar. 5. Aplique do alto (para eliminar a entrada de ar) sobre a peça no molde até envolvê-la completamente. 6. Desmolda a peça, para ter o molde. 7. Agora seria só aplicar no molde o material que deseja (resina epóxi, Uretano, Gesso...) para reproduzir cópias da peça original. <p>Em que auxilia? Gerar e combinar conceitos de forma estruturada, retroalimentar o processo de geração, discutir, avaliar e selecionar com grupo as melhores alternativas.</p> <p>Materiais/Recursos: Papel A4, Post-it, Lápis/ Nankin, , Quadro.</p>		

Tabela 51 – Classificação do molde de silicone em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Mod. Molde de Silicone																

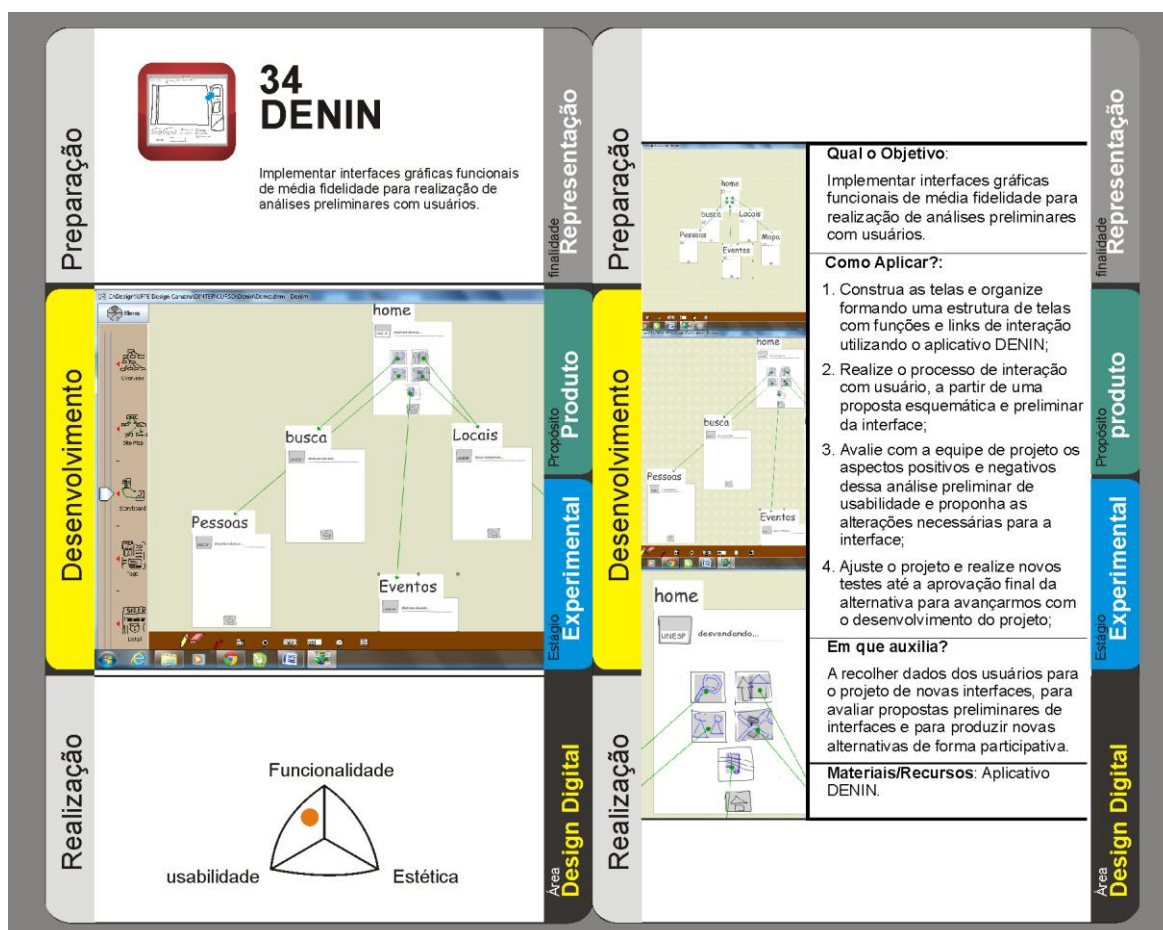
4.4.34. DENIN

DENIM é um sistema desenvolvido por um projeto conduzido pelo Dr. James Landay da *University of California* em Berkeley. Ele foi criado através de uma investigação etnográfica com profissionais da área de WEB design. O seu objetivo era o de recolher dados sobre a metodologia projetual usada para

criação de WEB sites, visando desenvolver uma ferramenta que pudesse contribuir para facilitar e agilizar o seu processo de desenvolvimento em cada uma das fases do design, enfatizando os aspectos referentes ao layout de tela e arquitetura do site.

DENIM possui três níveis de visualização: (1) *site map*: apresenta uma visão geral do site de forma miniaturizada (2) *storyboard*: apresenta ao usuário todas as páginas simultaneamente e incluindo a sua navegação e (3) *sketch*: apresenta a página inteira (escala 100%) para que o usuário possa desenhar nela.

Figura 42 - Aplicação do DENIM (fonte quadro: Autor/ Imagem: Autor).



Mais informações:

Kim H. Madsen and Peter Aiken, "Experiences Using Cooperative Interactive Storyboard Prototyping" Communications of the ACM, 1993. 36(4): p. 57-67.

O aplicativo trabalha com *sketches* livres e com reconhecimento de gestos, que permitem realizar a ativação de funções. Ao final do esboço o aplicativo consegue converter os desenhos realizados em um sistema funcional para utilização em testes de usabilidade com a participação de usuários, ou seja, permite que usuário inicie com o planejamento de suas interfaces de forma esquemática e depois transite nele com construções de esboços das componentes de cada página/tela e ao final possa converter tudo que foi realizado em um sistema funcional.

Tabela 52 – Classificação do Denin em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
DENIN																

4.4.35. SUEDE

SUEDE é um sistema que ajuda designers de interface a rapidamente criar, testar e analisar, através de gravações de voz, os protótipos de interface de usuário. O SUEDE possui um modelo pronto de cartão de resposta simples para ser usado com a técnica de *Wizard of Oz*.

Basicamente, o programa possui ícones para estruturar o início de uma sessão de coleta de dados, um ícone para gravarmos (via voz) perguntas ou orientações ao usuário e um ícone para que o usuário forneça uma resposta ao sistema.

Figura 43 - Aplicação do SUEDE no desenvolvimento de interfaces do usuário (fonte quadro: Autor/ Imagem).

35 SUEDE
Realizar uma aplicação de perguntas e respostas para realização de teste de interfaces no modo Wizard of Oz.

Desenvolvimento

Realização

Funcionalidade
usabilidade Estética

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Qual o Objetivo:
Realizar uma aplicação de perguntas e respostas para realização de teste de interfaces no modo Wizard of Oz.

Como Aplicar?:

1. Com o aplicativo SUEDE aberto monte scripts de perguntas e respostas e estruture uma sequencia arrastando os slides para a interface, conectando ao icone start.
2. Grave as perguntas e nomeie os slide com a pergunta relacionada, conecte aos campos de resposta e assim por diante.
3. Rode a rotina através da função teste. O sistema inicia automaticamente as perguntas e aguarda as repostas do usuário. O moderador pode intervir em qualquer momento interrompendo a rotina ou repetindo a execução de uma resposta.
4. Analise as respostas do usuário durante a interação com uma interface proposta e ajuste o projeto atual a partir delas.

Em que auxilia?
A recolher dados dos usuáários para avaliação da interface atual e levantamento de elementos para o redesign da interface avaliada.

Materiais/Recursos: Aplicativo SUEDE, computador com microfone e caixa de som.

Mais informações:


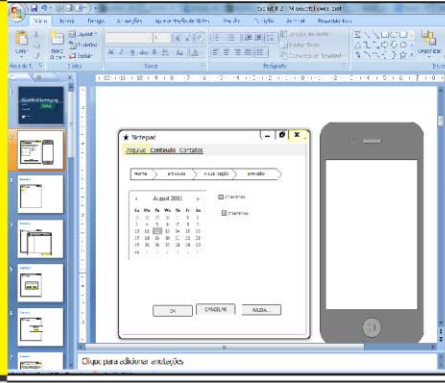


<http://dub.washington.edu:2007/projects/suede/docs/tutorial/> Download:
<http://dub.washington.edu:2007/projects/suede/download/>

Tabela 53 – Classificação do Suede em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
SUEDE																

4.4.36. Powerpoint

Figura 44 - Aplicação do Powerpoint (fonte quadro: Autor/ Imagem: autor).

Preparação	 <h2>36 Powerpoint</h2> <p>Permite simular de forma preliminar as interfaces gráficas através do design dos elementos gráficos e os links entre as páginas.</p>		finalidade Desenvolvimento	
	Desenvolvimento	 <p>Clique para colar em qualquer aplicação</p>		Propósito Produto
	Realização	<p>Funcionalidade</p>  <p>usabilidade Estética</p>		Área Design Digital
Preparação			finalidade Desenvolvimento	
	Desenvolvimento	<p>Qual o Objetivo:</p> <p>Permite simular de forma preliminar as interfaces gráficas através do design dos elementos gráficos e os links entre as páginas.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Construa as telas com imagens, textos, menus, ícones e botões e organize uma estrutura de telas de interação. (isso pode ser feito com as funções do próprio Powerpoint ou com auxílio de aplicativos como: Powermockup, Prototyping toolkit e Keynotopia. 2. Configure os links entre botões e páginas e simule o processo de interação com a participação de usuários. 3. Revise as ações tomadas pelos usuários e verifique as dificuldades encontradas durante o uso da interfaces para propor alterações. 4. Ajuste a proposta da interface e realize novos testes. <p>Em que auxilia?</p> <p>A recolher dados dos usuários para o projeto de novas interfaces, para avaliar propostas preliminares de interfaces e para produzir novas alternativas de forma participativa.</p> <p>Materiais/Recursos: Aplicativo Microsoft Powerpoint opcionalmente com plugins como: Powermockup, Prototyping toolkit e Keynotopia</p>		Propósito Produto
	Realização	<p>Estágio Experimental</p>		Área Design Digital

Mais informações:

<http://www.powermockup.com/>

<http://www.istartedsomething.com/20071018/powerpoint-prototype-toolkit-01/>

<http://www.michaelgaigg.com/blog/2009/01/23/powerpoint-wireframe-stencils-as-free-download/>

O PowerPoint possui recursos de link e hiperlink, além é claro das ferramentas gráficas, de transição, de inclusão de animação e vídeo, que permitem a criar simulações de interfaces e aplicativos funcionais, através do link entre páginas e entre elementos da tela e páginas.

O programa ainda possui aplicativos *plug ins* que adicionam novas funções e bibliotecas para facilitar o projeto de interfaces: como botões, telas, quadros,...como: Powermockup, Prototyping toolkit e o Keynotopia

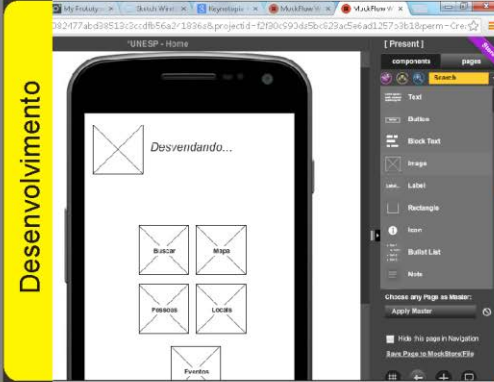
Tabela 54 – Classificação do powerpoint em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Powerpoint																

4.4.37. Mockflow

MockFlow WireframePro é uma ferramenta baseado na internet que permite projetar e avaliar de forma colaborativa *interfaces* do usuários para web, celulares e aplicativos. Ele auxilia o designer a estruturar, visualizar, navegar e avaliar as interfaces em pouco tempo.

Figura 45 - Aplicação do Mockflow na prototipagem da interface do usuário (fonte quadro: Autor/ Imagem: autor) .



37 MockFlow

Podem ser usados para coletar dados, desenvolver e avaliar interfaces dos usuários (UIs) a partir de versões simplificadas das interfaces;

Qual o Objetivo.

Podem ser usados para coletar dados, desenvolver e avaliar interfaces dos usuários (UIs) a partir de versões simplificadas das interfaces;

Como Aplicar?:

1. O mockflow é um aplicativo baseado na WEB que permite desenvolver uma interface do usuário com o auxílio de botões e funções predefinidos.
2. Monte as telas, estabeleça os links e teste as versões propostas para as telas.
3. Realize interações com os usuários para avaliar os aspectos preliminares de usabilidade, funcionalidade e estética das interfaces;
4. Avalie os resultados e ajuste a proposta da interface com a participação do usuário.

Em que auxilia?

A coletar dados dos usuários para o projeto de novas interfaces, para avaliar propostas preliminares e para produzir novas alternativas.

Materiais/Recursos: Aplicativo Mockflow disponível em: www.mockflow.com

Finalidade
Desenvolvimento

Estágio
Desenvolvimento

Área
Design Digital

Finalidade
Desenvolvimento


Estágio
Produto

Área
Design Digital

Preparação

Desenvolvimento

Realização

usabilidade  Estética

Preparação

Desenvolvimento

Realização

Mais informações:

<http://www.mockflow.com/>

O aplicativo pode funcionar online ou off-line, criar links entre componentes e páginas, montar a interface com o modo arratar/soltar a partir de sua biblioteca de itens, inserir imagens, criar links para vídeos externos, enviar link de URL para teste com usuários e exportar a interface em formato HTML5.

Tabela 55 – Classificação do Denin em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Mockflow																

4.4.38. Cooperative Interactive Storyboarding Prototyping (CISP)

O CISP foi proposto por Madsen e Aiken (1993) para que os usuários pudessem participar de forma mais eficiente do processo de desenvolvimento de interfaces a partir de versões preliminares de protótipos.

Segundo os autores, O CISP foi proposto para reduzir os atrasos referentes às atualizações frequente na atualização dos *storyboards* tradicionais durante o processo de interação com usuários. Com ele os usuários podem avaliar os *Storyboard* das interfaces sob circunstâncias realistas, modificá-los em tempo real e obterem respostas dos desenvolvedores às solicitações dos usuários em tempo real.

Criado a partir do aplicativo Apple HyperCard ¹TM, O CISP Tool suporta uma interface de desenvolvimento colaborativo, permitindo que o utilizador possa combinar objetos para o desenvolvimento das suas telas.

Para Walsh et al. (2012) o CISP é um método de iteração que permite o usuário propor uma interface a partir de blocos de construção disponíveis no aplicativo Hypercard, que permitia controlar o equipamento testado. O método permitiria assim capturar e avaliar os dados em uma simulação de uso real.

Figura 46 - Aplicação do CISP (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://blog.caplin.com/2012/02/16/agile-ux-safari/>).



Mais informações:

Kim H. Madsen and Peter Aiken, "Experiences Using Cooperative Interactive Storyboard Prototyping" Communications of the ACM, 1993. 36(4): p. 57-67.

¹ HyperCard - é software multimídia do sistema Macintosh que oferece uma linguagem de script e uma interface UI para criação de telas com botões, barras,...

Através do CISP podemos: (1) capturar e reproduzir as ações do usuário como eles interagem com o *storyboard*, como: cliques e seleções, (2) gravar e reproduzir as ações produzidas durante a interação do usuário e (3) ser atualizado em tempo a partir das contribuições dos usuários.

Tabela 56 – Classificação do CISP em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
CISP																

4.4.39. PIDOCO

Pidoco é um software baseado na WEB (disponível em <https://pidoco.com/>) que permite desenvolver esqueletos e protótipos de interfaces do usuário (UI) para Aplicativos de computadores, da Web e de Celulares.

O software trabalha de forma intuitiva, com uso de camadas, aproveitando a expertise dos usuários de copia e colar, arrastar e soltar, arrastar e linicar. Ele possui uma extensa lista de ferramentas, ícones e funções disponíveis (menus, campos de textos, botões, campo de rolagem...), bastando apenas arrastar e soltar na interface. O software ainda permite realizar testes de usabilidade presenciais e a distância, com sistema de envio de links e convites, disponibilizando aos usuários deixar comentários durante a interação e ao moderador acompanhar e questionar os usuários durante sessões online no tempo real da interação com a interface projetada.

O aplicativo pode ser considerado evolucionário por permitir trabalhar desde um formato simplificado (*wireframe*) até a interface final, com inserção de imagens, ícones, vídeos,... que podem ser exportados em diversos formatos, como HTML e PDF.

Figura 47 - Aplicação do PIDOCO (fonte quadro: Autor/ Imagem: Autor) .



39 PIDOCO
Permite construir interfaces do usuário UI para realização de testes de usabilidade com usuários e para produção de protótipos funcionais

Funcionalidade
usabilidade Estética

Qual o Objetivo:
Permite construir interfaces do usuário UI para realização de testes de usabilidade com usuários e para produção de protótipos funcionais.

Como Aplicar?:

1. A PIDOCO é um aplicativo baseado na internet. Após criar sua conta e escolher o plano, o cliente pode iniciar os protótipos online através do site <https://pidoco.com>
2. Na interface o usuário pode criar diversas páginas, aplicar elementos gráficos (retângulos, linhas,...) e inserir campos como: menus, botões, caixas, textos, listas...
3. Com as páginas construídas é possível estabelecer links entre as páginas e os elementos da interface através do campo Screenflows para tornar o protótipo funcional
4. Os elementos podem ser organizados em camadas (layers) o que facilita inclusive a repetição e atualização desses nas páginas da interface.
5. Após concluída, a Interface pode ser testada através do item simulação ou compartilhada com usuários online que poderão realizar teste com ou sem a participação do moderador.

Em que auxilia?
Projetar e Avaliar a interface com a participação dos usuários visando desenvolver novas alternativas de forma colaborativa até chegar a versão final.

Materiais/Recursos: Software PIDOCO disponível online na Web em <https://pidoco.com>.

Mais informações:

- <https://pidoco.com>
- <https://pidoco.com/en/help/doc>
- <https://pidoco.com/en/help/videos>

Tabela 57 – Classificação do Pidoco em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)


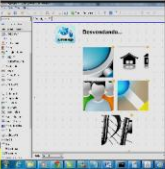
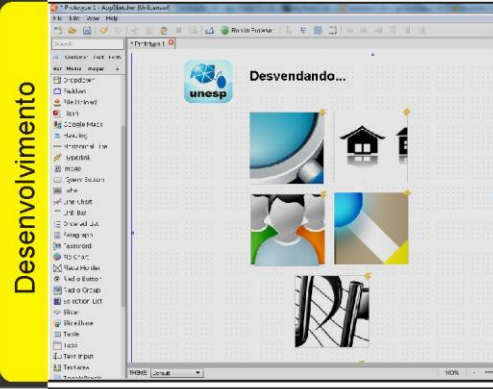



	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
PIDOCO																

4.4.40. APP Sketcher

O Appsketcher Constrói protótipos de forma rápida com funções orientadas ao objeto, bastando arrastar e soltar os componentes para montar o layout da interface e já fazê-la interagir.

Permite transformar o protótipo de um modo de média para alta fidelidade, podendo executar a interface em qualquer navegador sem a necessidade de ter o aplicativo instalado, facilitando interagir com usuários e clientes.

Figura 48 - Aplicação do App Sketcher (fonte quadro: Autor/ Imagem: autor).

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Preparação</p>  <h2>40 App Sketcher</h2> <p>Pode ser usado para recolher dados, desenvolver e avaliar interfaces dos usuários (UIs) a partir de versões simplificadas das interfaces</p>	Desenvolvimento <small>finalidade</small>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Preparação</p> 	Desenvolvimento <small>finalidade</small>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Desenvolvimento</p> 	Produto <small>Propósito</small>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Desenvolvimento</p> 	Produto <small>Propósito</small>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Realização</p> <p style="text-align: center;">Funcionalidade</p>  <p style="text-align: center;">usabilidade Estética</p>	Design Digital <small>Área</small>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Realização</p> 	Design Digital <small>Área</small>

Qual o Objetivo:
 Pode ser usado para recolher dados, desenvolver e avaliar interfaces dos usuários (UIs) a partir de versões simplificadas das interfaces;

Como Aplicar?:

1. O App sketcher é um aplicativo para windows que permite desenvolver uma interface do usuário com o auxílio de botões e funções predefinidos. (o aplicativo aceita importação de imagens)
2. Monte as telas, estabeleça os links e teste as versões propostas para as telas.
3. Realize interações com os usuários para avaliar os aspectos preliminares de usabilidade, funcionalidade e estética das interfaces; (o aplicativo permite testar em um browser e aceita exportar para o formato Html)
4. Avalie os resultados e ajuste a proposta da interface com a participação do usuário.

Em que auxilia?
 A recolher dados dos usuários para o projeto de novas interfaces, para avaliar propostas preliminares e para produzir novas alternativas.

Materiais/Recursos: Aplicativo Appsketcher disponível em <http://www.appsketcher.com/>.

Mais informações:

<http://www.appsketcher.com/>

O aplicativo permite ainda incorporar recursos do Google Maps, vídeos do YouTube ou um jQuery UI Tabs e ainda estabelecer *Links* e os widgets para a definição de fluxos e comportamentos e realizar simulações interativas mais completas.

Os protótipos produzidos podem ser exportados em: HTML / CSS / JavaScript sem a necessidade de *plugins* para poder rodar.

Tabela 58 – Classificação do Appsketcher em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
AppSktecher																

4.4.41. AXURE RP

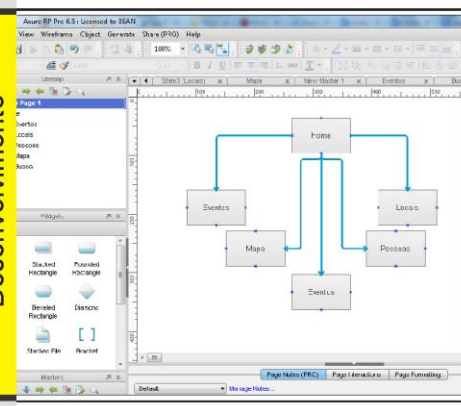
O uso Axure RP permite construir protótipos simples em *wireframes* ou protótipos completos e totalmente funcionais para obter *feedback* do cliente ou testes com usuários, sem programação. Podendo gerar e exportar arquivos HTML, JavaScript ou publicar em Axure compartilhado. Dessa forma, as interfaces geradas podem ser visualizadas em: Internet Explorer, Firefox, Safari ou Chrome, ou seja protótipo pode ser testado pelos *Stakeholders*, desenvolvedores e usuários sem a necessidade de instalar Axure RP.

O programa oferece todas as ferramentas necessárias para prototipar uma interface com: caixas, marcadores, formas, texto, cor, gradientes, preenchimentos semitransparentes e imagens. Permite configurar os layouts com precisão através do uso de grades e guias.


Figura 49 - Aplicação do Axure RP (fonte quadro: Autor/ Imagem: autor) .

41 AXURE RP

Pode ser usado para recolher dados, desenvolver e avaliar interfaces dos usuários (UIs) a partir de versões simplificadas das interfaces



Funcionalidade



usabilidade Estética

Qual o Objetivo.
 Pode ser usado para recolher dados, desenvolver e avaliar interfaces dos usuários (UIs) a partir de versões simplificadas das interfaces;

Como Aplicar?:

1. O Axure RP é um aplicativo para windows que permite desenvolver uma interface do usuário com o auxílio de botões e funções predefinidos. (o aplicativo aceita importação de imagens)
2. Monte as telas, estabeleça os links e teste as versões propostas para as telas.
3. Realize interações com os usuários para avaliar os aspectos preliminares de usabilidade, funcionalidade e estética das interfaces, (o aplicativo aceita exportar para o formato Html)
4. Avalie os resultados e ajuste a proposta da interface com a participação do usuário.

Em que auxilia?
 A recolher dados dos usuários para o projeto de novas interfaces, para avaliar propostas preliminares e para produzir novas alternativas.

Materiais/Recursos: Aplicativo Axure RP disponível em <http://www.axure.com/>

Mais informações:

- <http://www.axure.com/>
- <http://www.axure.com/videos>

Tabela 59 – Classificação do Axure Rp em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Axure Rp																

4.4.42. MOMENTO

Carter e Mankoff (2005) construíram um sistema de avaliação e de mensagens chamado: MOBILE Messaging and Evaluation TOol (Momento). A ferramenta facilita o desenvolvimento dos testes iniciais em aplicações móveis.

Utilizando o MOMENTO, desenvolvedores podem simular aplicações do tipo *Wizard Of Oz* com: Envio de SMS ou MMS (conteúdo multimídia) para os participantes e respostas a perguntas dos participantes.

A ferramenta fornece aos desenvolvedores um aplicativo de desktop que lhes permite enviar mensagens para dispositivos móveis e para receber mensagens de celular, fornecendo recursos para visualizar os eventos gerados e recebidos pelos participantes, simulando o comportamento da aplicação.

Segundo os autores, para envio de SMS Woz não é necessária qualquer aplicação, basta criar as respostas. Já para sistemas Woz baseado MMS (multimídia, imagens, vídeos...) isso pode ser necessário. Nesse caso as imagens precisam estar criadas e será necessário usar um aplicativo que as capture.

O assistente simplesmente interage com os usuários enviando mensagens e imagens em resposta as questões e ações dos usuários remotos.

Segundo os criadores, a técnica dá aos participantes e ao assistente (wizard) a chance de debate ativamente sobre outras possibilidades de configuração e uso possíveis para o sistema.

Tabela 61 – Classificação da Modelagem com poliuretano relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Modelagem c/Poliuretano																

4.4.44. Vaccun Forming

O *vacuum forming* é um processo de termoformagem onde uma chapa plástica é aquecida e posicionada sobre um molde que possui a forma que desejamos modelar. Nesse momento, uma força de sucção por vácuo, comprime a placa de plástico sobre o formato do molde. Para que a peça fique perfeitamente ajustada ao molde, no mesmo são feitas pequenas cavidades para que o vácuo possa pressionar a placa plástica em todas as partes do volume.


É um processo bastante usado na produção de produtos na indústria e que pode ser usado também para a produção de modelos e protótipos durante o processo de design.

Dentre as vantagens deste processo, temos: (a) Excelente relação custo/benefício para pequenas quantidades; (b) Molda materiais resistentes e pouco peso; (c) é adequado para a prototipação; (d) Não necessita de pintura pois usa a cor da própria placa e (e) possui bom acabamento. (f) Possui uma grande variedade de placa de materiais que podem ser usadas: ABS, PEAD, PSAI, PP, PETG e NORLYL.

Figura 52 - Aplicação da modelagem com Vaccun forming (fonte quadro: Autor/ Imagem: Macarrão, 2004).

44 Vaccun Forming

Desenvolver protótipos ou produtos em plástico a partir de um molde do volume desejado.



Qual o Objetivo:
Desenvolver protótipos ou produtos em plástico a partir de um molde do volume desejado.

Como Aplicar?:


1. Deve se ter um molde da peça a ser termo-moldada. A superfície não deve conter parte que dificultem a desmoldagem. Ela pode receber uma camada de desmoldante para facilitar retirar a peça termo moldada. (em alguns casos devemos moldar a peça em duas metades e depois colar para ter a peça completa)
2. O molde deve ainda ser preparado com pequenas furações nos cantos e nas partes negativas para moldar melhor esses detalhes. (isso pode ser feito com auxílio de uma furadeira)
3. O plástico deve ser aquecido igualmente e aplicado sobre o molde.
4. A mesa de vácuo ajudará a puchar e fixar a placa de plástico no molde até que ele se resfrie.

Em que auxilia?
Gerar peças em plástico com alto grau de acabamento para realização de avaliações estéticas e físicas.

Materiais/Recursos: Placa de Plástico, Máquina de termomoldagem e molde.


Preparação

Desenvolvimento



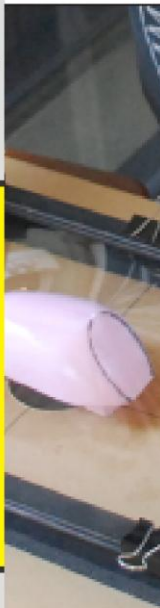
Realização

Funcionalidade

usabilidade  Estética

Preparação

Desenvolvimento



Realização



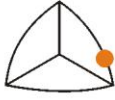

Tabela 62 – Classificação do Vaccun forming em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Vaccun Forming																

4.4.45. Laminação com fibra de Vidro

O processo de laminação em Fibra de Vidro é baseado na aglomeração de finos filamentos flexíveis de vidro com uso de resinas (ex: poliéster) e substância catalisadoras que conferem ao material uma alta resistência, boa propriedade mecânica e baixa densidade.

Figura 53 - Aplicação da modelagem por laminação com fibra de vidro (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://www.cafematty.com/tag/fiberglass/>)

Preparação	 <h2>45 Laminação com Fibra de Vidro</h2> <p>Desenvolver proposta das alternativas de design ou produto final para visualização e realização de avaliações físicas.</p>	finalidade Desenvolvimento
Desenvolvimento		Propósito Produto
Realização	<p>Funcionalidade</p>  <p>usabilidade Estética</p>	Estágio Experimental
Preparação	 <p>Qual o Objetivo: Desenvolver proposta das alternativas de design ou produto final para visualização e realização de avaliações físicas.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Deve se ter um molde da peça a ser moldada e a sua superfície deve ser preparada com uma camada de desmoldante e de resina de superfície (para evitar bolhas); 2. Sobre a resina líquida inicia-se a aplicação de camadas de tecido com trama tipo sarja, umectados em Resina com catalisador; 3. O acabamento pode ser feito com uso de lixa. Lixe a peça ao final, dando acabamento da lixa mais grossa 40 para a mais fina 400; 4. Obs: Espessuras menores que 1,5mm podem ser aplicadas manualmente. Acima de 3,0mm é recomendado o uso de pistola. <p>Em que auxilia? Auxilia na avaliação das alternativas, principalmente no que se refere nas avaliações estéticas e funcionais, uma vez que o material produz características do produto final.</p> <p>Materiais/Recursos: Molde, fibra de vidro, resina, desmoldante, pincel (opcionalmente pistola aplicadora)</p>	finalidade Desenvolvimento
Desenvolvimento		Propósito Produto
Realização		Estágio Experimental
Area Design de Produto	Area Design de Produto	Area Design de Produto

O processo se dá com a confecção de um molde (gabarito), aplicação de *gel coat* onde será realizada a laminação. O *gel coat* tem a finalidade de proteger o laminado contra intempéries, conferir acabamento com cor e brilho à superfície que poderá ainda ser pintada posteriormente. Em seguida, as camadas de mantas e tecidos de fibras de vidro são posicionadas no molde e impregnadas com resina. Esse processo pode ser feito manualmente com mantas e pinceis ou com uso de pistola, que atira a resina com as fibras de vidro picadas simultaneamente.

Embora seja um processo usado na produção industrial, também tem sido bastante usado para confecção de modelos e protótipos durante o desenvolvimento de produtos.

Tabela 63 – Classificação do laminação com fibra de vidro em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Laminação fibra de vidro																

4.4.46. Sketch in the air

Figura 54 - Aplicação do Sketch in the air desenvolvido pelo grupo sueco Front Group (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://www.ecopolis.org/category/design/page/4/>).

46 Sketch in Air

Desenvolver alternativas para o design de produtos diretamente no espaço tridimensional e materializá-las através do registro vetorial e impressão 3D.



Qual o Objetivo:

Desenvolver alternativas para o design de produtos diretamente no espaço tridimensional e materializá-las através do registro vetorial e impressão 3D.

Como Aplicar?:

1. Para aplicar esse método é necessário ter um sistema de captura de movimentos que registre a posição 3D do sensor (que aqui funcionará como caneta) e apresente em vídeo os vetores desenhados para orientação.
2. Um aplicativo no computador que registre os dados capturados gerando vetores com espessura de traço regulável.
3. Por fim, uma impressora 3D que suporte a dimensão total do objeto desenhado. Nesse caso, de mobiliário, foi utilizada uma 3D Printer de Sinterização de resina plástica a laser, SLS, para grandes formatos

Em que auxilia?

Gerar desenhos livres vetoriais no espaço tridimensional, aproveitando os movimentos naturais e que podem se transformar no próprio produto, com uso de 3D printers.

Materiais/Recursos: Sistema de captura de movimentos, Aplicativo específico para registro vetorial e impressoras tridimensionais.

Realização

usabilidade  Estética

Área Design de Produto

Realização

Área Design de Produto

Mais informações:

<http://www.ecopolis.org/category/design/page/4/> ; <http://www.dexigner.com/news/9503>

Através do processo denominado “*Sketch in the air*” é possível criar linhas no espaço 3D com auxílio de um sistema de captura de movimento de vídeo. Os riscos são realizados no ar com um sensor e o sinal capturado é convertido em vetores de CAD e por sua vez em volumes pelo aplicativo no computador para serem impressos posteriormente em equipamentos de prototipagem rápida, como impressoras 3D.

Tabela 64 – Classificação do *Sketch in the air* em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Sketch in the Air																

4.4.47. *Hand in free space*

Hand in free space é um processo digital de desenho de superfícies no espaço usando a mão no lugar de uma caneta. À medida que a mão se desloca no ar o caminho percorrido é capturado e se transforma em uma superfície no computador. Isso acontece porque cada movimento da mão é detectado pelo uso de luva com sensores que registram todas as informações no computador.

Segundo Schkolne (2002), que desenvolveu o método, o sistema usa uma interface especial e os equipamentos incluem: um rastreador de cabeça com visualização estereoscópica, que permitem ver a superfície desenhada e sensores que rastreiam o corpo e ferramentas de mão, que permitem que o artista utilize o espaço para produção livre das superfícies.

Para o autor, estes elementos permitem registrar todo o desempenho, emoção, ação e sutileza do artista.

Figura 55 - Aplicação do Hand in free Space desenvolvido Steven Schkolne, Michael Pruett e Peter Schroder (fonte quadro: Autor/ Imagem: S. Schkolne. 2002)

47 Hand in Free Space
Desenvolver alternativas para o design de produtos diretamente no espaço tridimensional e materializá-las através do registro vetorial e impressão 3D.

Qual o Objetivo:
Desenvolver conceitos e alternativas para o design de produtos, de forma virtual, diretamente no espaço 3D.

Como Aplicar?:

1. Para utilizar esse processo é necessário ter um aplicativo específico que capture os movimentos de um sensor no espaço, o sensor e óculos estereoscópicos para visualizar as superfícies geradas.
2. Nesse sistema é possível desenhar e apagar as superfícies geradas.
3. As superfícies nos eixos x,y e z geradas podem ser exportadas para outros aplicativos que permitem editar e renderizar o que foi produzido.
4. Embora seja um método mais artístico que técnico, ele permite experimentar e visualizar em 3D idéias do design e realizar análises preliminares da forma no espaço.

Em que auxilia?
Gerar desenhos livres vetoriais no espaço tridimensional, aproveitando os movimentos naturais e que podem se transformar no próprio produto, com uso de 3D printers.

Materiais/Recursos: Aplicativo de captura de movimentos, computador, sensor de movimento e óculos estereoscópicos

Diagrama de Funções:
Função: Funcionalidade, Estética, usabilidade

Tabela 65 – Classificação do Hand in free space em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Hand in Free Space																

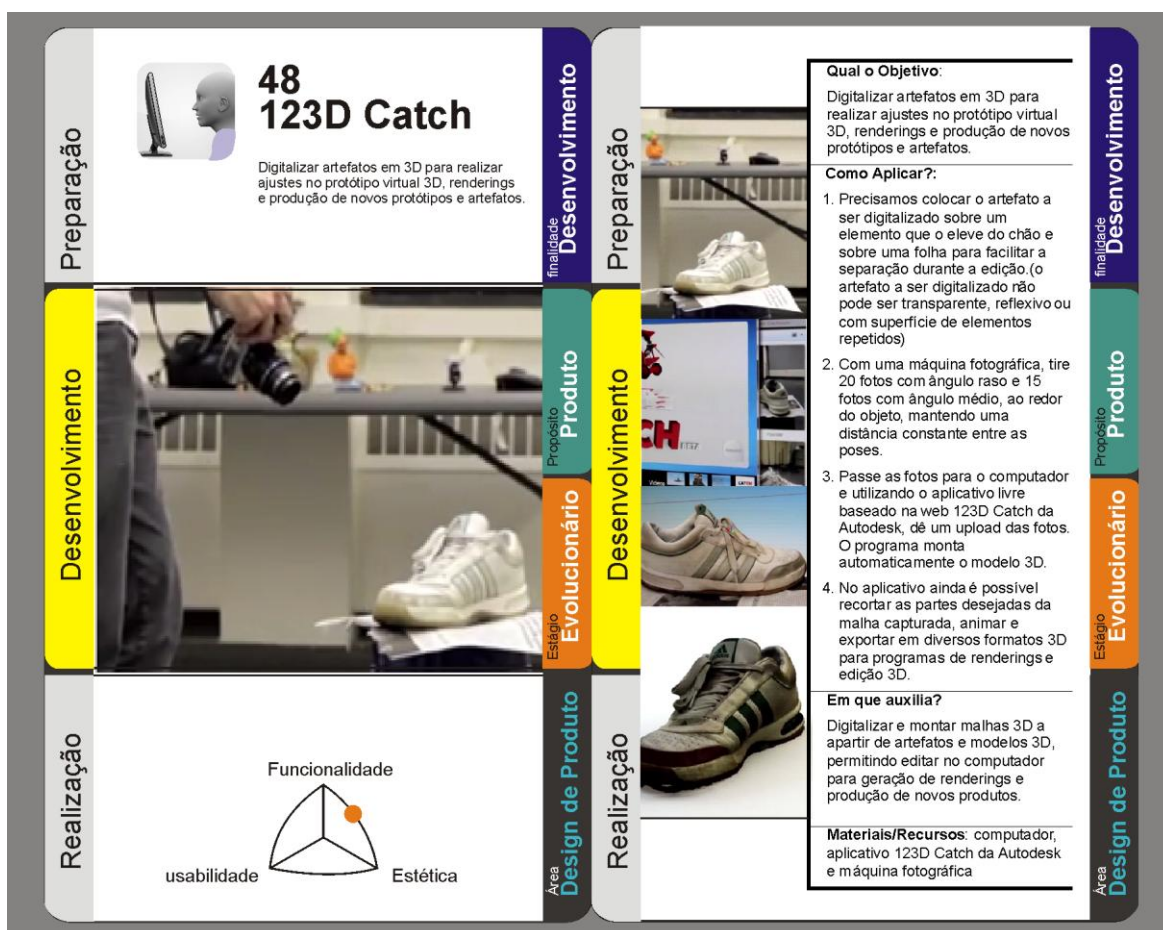
4.4.48. 123D Catch

123D Catch é um aplicativo criado pela Autodesk que permite digitalizar um objeto 3D com uso de uma máquina fotográfica. O aplicativo funciona online e necessita que façamos um *upload* de uma sequencia

de fotos (em torno de 40) com espaçamentos regulares em volta do produto e sobre ele para que o sistema monte e nos envie uma malha tridimensional, igual a de um protótipo virtual, que poderá ser usados em aplicativos de CAD, de Rendering ou para Impressão 3D.

Existem algumas limitações para o objeto, semelhantes ao de sistemas de digitalização profissional, como: (a) não ser transparente, (b) não ser reflexivo, (c) não possui texturas regulares (como uma grade, ou texturas repetidas) e (d) Não ter áreas com rebaixamento profundo.

Figura 56 - Aplicação da modelagem 123d Catch (fonte quadro: Autor/ Imagem: <http://www.youtube.com/watch?v=NsBg-m2hrIM>)



Mais informações:

<http://magicisin.tumblr.com/> , <http://www.youtube.com/watch?v=NsBg-m2hrIM>

Tabela 66 – Classificação do 123D Catch em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
123D Catch																

4.4.49. Digitalização 3D

A digitalização 3D é um processo de captura de pontos de uma superfície no espaço através de equipamentos como scanners tridimensionais. Existem diversas tecnologias de scanner, em síntese umas funcionam emitindo luz à laser e cronometrando o tempo de retorno e encontro da luz com as superfícies a serem detectadas, outras usam triangulação com emissão de laser e câmeras que localizam o ponto de encontro com as superfícies, outros funcionam por um processo de digitalização estruturada com projeção de luz LCD e uma câmera que analisa as formas projetadas e calcula a distância. Contudo, todas elas capturam dados e formam uma nuvem de pontos que serão convertidas em uma superfície por esse aplicativo 3D do equipamento.

Com esse processo podemos realizar o que chamamos de engenharia reversa, ou seja, capturar produtos existentes, transformar em protótipos virtuais, realizar análises ou modificar a forma e imprimir novamente o modelo para formar um novo produto.

Figura 57: Aplicação da Digitalização 3D (fonte quadro: Autor/ Imagem)

49 Digitalização 3D

Digitalizar artefatos em 3D para realizar ajustes no protótipo virtual 3D, renderings, análises e produção de novos protótipos e artefatos.



Funcionalidade



usabilidade Estética

Qual o Objetivo:
Digitalizar artefatos em 3D para realizar ajustes no protótipo virtual 3D, renderings e produção de novos protótipos e artefatos.

Como Aplicar?:

1. A preparação do artefato a ser digitalizado pode diferenciar de acordo com a técnica a ser utilizada. Nas scanners de mão é necessário a colocação de pontos adesivos para auxiliar o referenciamento da captura. Alguns tipos necessitam recobrir com talco as superfícies reflexivas e transparentes.
2. Os equipamentos capturam uma nuvem de pontos e transformam em malhas que podem ser exportados para outros aplicativos 3D.
3. As malhas capturadas podem ser utilizadas para realização de análises, medições,...ou utilizadas para aplicações de engenharia reversa.
4. As malhas, após editadas, podem ser reimpressas ou reproduzidas com processo de impressão rápida e refabricadas através da produção de moldes.

Em que auxilia?
Digitalizar e montar malhas 3D a partir de artefatos e modelos 3D, permitindo editar e analisar no computador para geração de renderings e produção de novos produtos.

Materiais/Recursos: computador, scanner 3D e aplicativos específicos para captura 3D.

Mais informações:

<http://magicisin.tumblr.com/> | <http://www.youtube.com/watch?v=NsbG-m2hrIM>

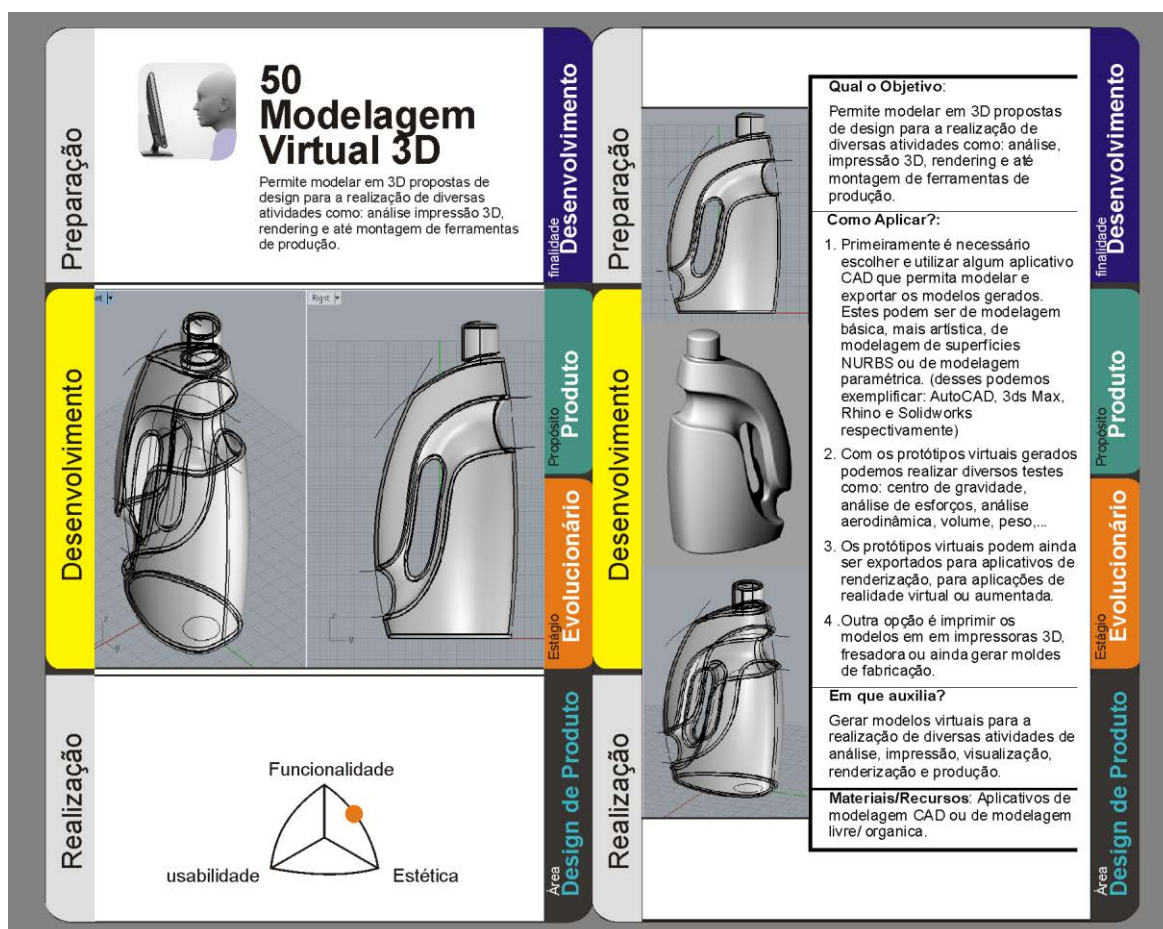
Tabela 67 – Classificação do Digitalização 3D em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Digitalização 3D																

4.4.50. Modelagem 3D

A modelagem 3D é utilizada para produção de protótipos virtuais 3D do produto que está sendo desenvolvido ou modificado. O processo normalmente utiliza aplicativos tridimensionais CAD, CAM e CAE, os mais conhecidos são: Solidworks, SolidEdge, Inventor, CATIA, Pro Engineering, Rhinoceros e AutoCAD. Eles permitem realizar uma modelagem de altíssima precisão, processar análises de propriedades dos modelos, realizar simulações de funcionamento, diversos teste físicos como: Esforços, Impacto, túnel de vento,... com sistema de calculo de elemento infinito e ainda produzir protótipos ou produtos finais através de impressoras 3D, fresas ou *routers* controladas por CNC.

Figura 58 - Aplicação da modelagem virtual 3D (fonte quadro: Autor/ Imagem)



Mais informações:

<http://magicisin.tumblr.com/> | <http://www.youtube.com/watch?v=NsBg-m2hrIM>

Tabela 68 – Classificação da Modelagem 3D em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça-de	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Modelagem 3D																

4.4.51. Realidade Aumentada

Figura 59 - Aplicação da realidade aumentada (fonte quadro: Autor/ Imagem)

51 Realidade Aumentada

Desenvolver uma aplicação para visualização 3D interativa de protótipos virtuais composta com vídeo do ambiente em tempo real..

Como Aplicar?:

1. Primeiramente é necessário se ter um aplicativo de Realidade Aumentada (metaio, Ezflar, BuildAR, Artoolkit...) e um dispositivo com câmera (web cam, celular,...).
2. Depois precisamos os nossos modelos 3D em um formato aceito pelos aplicativos de AR. (Normalmente os formatos aceitos são FBX e OBJ.)
3. É possível utilizar tanto objetos 3D estáticos como animados. Esses podem ser gerados em aplicativos 3D como Rhino ou 3ds Max.
4. No aplicativo AR basta cria a aplicação, escolhendo a imagem âncora e o modelo 3D a ser apresentado sobre essa imagem.
5. Depois podemos testar, posicionando a imagem âncora em frente a câmera para que o objeto 3D seja apresentado. (isso pode ser feito também através de aplicações para celular)
6. Podemos usar a aplicação para que as pessoas possam visualizar e analisar o modelo 3D de forma interativa e natural, girando aproximando a visualização, ou interagindo através de botões e objetos devidamente configurados com a aplicação.

Em que auxilia?
Realização de avaliações com usuário e desenvolvedores para uma previsualização e análise de um modelo 3D do projeto de forma interativa e natural.

Materiais/Recurso: Aplicativo AR, Modelos 3D e dispositivo com câmera

Preparação

Desenvolvimento

Realização

usabilidade  Estética

Preparação

Desenvolvimento

Realização

finalidade **Desenvolvimento**

Propósito **Produto**

Estágio **Evolucionário**

Área **Produto Digital**

finalidade **Desenvolvimento**

Propósito **Produto**

Estágio **Evolucionário**

Área **Produto Digital**

Realidade aumentada é um processo de construção de uma nova realidade a partir da integração de conteúdo real, capturado via câmera de vídeo, e conteúdo virtual, como: modelos 3D, imagens, vídeos, gráficos, sons... realizado por aplicativos de visualização de realidade aumentada (AR).

O processo de construção e utilização de realidade aumentada é relativamente simples: (1) primeiro, precisamos ter os modelos 3D, imagens, vídeos, sons que pretendemos usar, (2) depois, precisamos definir as imagens que serão usadas para linkar o conteúdo virtual com a filmagem real (pode ser um gráfico ou uma foto de uma cena real) (3) precisamos usar um aplicativo de AR para montar a cena 3D, junto com a imagem link e gravar (pode ser em um espaço virtual para acesso pela WEB) e por fim (4) um aplicativo de visualização de AR para visualizar a composição criada.

Tabela 69 – Classificação da realidade aumentada em relação ao tipo de protótipo

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Realidade Aumentada																

4.4.52. Prototipagem Rápida (RP) com pó

O processo de impressão em pó permite imprimir protótipos virtuais gerados em 3d por um processo bem diferente dos demais, ao invés de depositar material fundido ou fotosinterizar um material líquido, ele utiliza um processo de aglutinação (colagem) do material em estado de pó existente no *dispenser* da impressora.

Isso acontece através de um processo semelhante ao das impressoras jato de tinta caseira, o aglutinante é pulverizado sobre o pó de gesso, camada a camada até formar o volume 3D. O modelo fica imerso no *dispenser* de pó que possui também a função de estruturar e segurar o modelo na posição adequada.

Depois esse volume é levado para uma câmera onde todo pó restante é retirado e onde é aplicada uma supercola por infiltração para dar resistência e acabamento ao modelo.

Algumas impressoras imprimem os modelos coloridos, usando os mesmos 4 cartuchos de uma impressora domestica (preto, ciano, magenta e amarelo) que permitem formar até 39.000 cores diferentes, durante a impressão de cada camada, ou seja, os modelos podem sair com representação de cores e texturas em suas superfícies.

Figura 61 - Aplicação da prototipagem rápida com pó (fonte quadro: Autor/ Imagem)

Preparação	 <h3>53 Rapid Prototyping com Pó</h3> <p>Imprimir protótipos das alternativas de design modeladas virtualmente ou digitalizadas em 3D para realizar avaliações.</p>	Preparação
Desenvolvimento		Desenvolvimento
Realização	<p>Funcionalidade</p>  <p>usabilidade Estética</p>	Realização
Preparação		Preparação
Desenvolvimento		Desenvolvimento
Realização		Realização
Desenvolvimento	<p>Qual o Objetivo: Imprimir protótipos das alternativas de design modeladas virtualmente ou digitalizadas em 3D para realizar avaliações.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolva o protótipo virtual 3D ou digitalize o produto a ser impresso. 2. Exporte o protótipo virtual para o formato STL, WRL ou 3DS. Os formato WRL permite levar a malha com a separação de cores e layer e o formato 3ds, exporta a malha com a textura e cores aplicadas. 3. Abra o arquivo no aplicativo da impressora 3D, destinado a organizar os modelos e gerar as camadas para impressão; 4. A impressão ocorre por emissão de aglutinante para pó. Algumas impressoras imprimem também cor na camada. 5. Após a impressão do protótipo será necessário retirar o excesso de pó com ar comprimido e revestir o produto com infiltrante que permite tornar o produto resistente. 5. O produto pode ser levado para testes físicos de usabilidade, dependendo do infiltrante, até testes funcionais <p>Em que auxilia? Auxilia na realização de testes estéticos e físicos, de usabilidade e funcionalidade.</p> <p>Materials/Recursos: 3D Printer (ex: Zprinter da Zcorp)</p>	Desenvolvimento

Tabela 71 – Classificação da RP com pó em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
RP com pó																

4.4.53. Prototipagem Rápida (RP) FDM

Figura 62 - Aplicação da prototipagem rápida FDM (fonte quadro: Autor/ Imagem)



O processo de impressão em FDM permite imprimir protótipos virtuais gerados em 3d a partir de um processo de segmentação de material fundido extrudado por uma cabeça de impressão. O processo é semelhante ao processo de extrusão industrial, o material é aquecido, nesse caso um filamento de ABS, ABS plus, Nylon, policarbonato e polifenilsulfona, e depois extrudado e impresso em camadas finas, uma sobre a outra, até construir todo o modelo 3D.




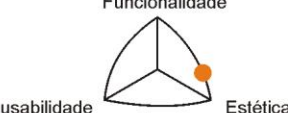

Tabela 72 – Classificação da RP FDM em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça-de	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
RP FDM																

4.4.54. Prototipagem Rápida (RP) SLA

O processo de impressão em *Stereolithography* (SLA) permite imprimir protótipos virtuais gerados em 3d a partir de um processo de fotopolimerização de resina de líquida curada por um feixe de laser ultravioleta que solidifica o material a camada a camada para criar o modelo sólido 3D.

Figura 63: Aplicação da Prototipagem Rápida SLA (fonte quadro: Autor/ Imagem)

Preparação	 <h3>55 Rapid Prototyping SLA</h3> <p>Imprimir protótipos das alternativas de design modeladas virtualmente ou digitalizadas em 3D para realizar avaliações.</p>		Inicialidade Desenvolvimento	
	Desenvolvimento			Propósito Produto
				
Realização			Área Design de Produto	
	Realização			Área Design de Produto
<p>Qual o Objetivo: Imprimir protótipos das alternativas de design modeladas virtualmente ou digitalizadas em 3D para realizar avaliações.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolva o protótipo virtual 3D ou digitalize o produto a ser impresso. 2. Exporte o protótipo virtual para o formato STL ou WRL. O formato WRL permite levar a malha com a separação de cores e layer. 3. Abra o arquivo no aplicativo da impressora 3D, destinado a organizar os modelos, gerar o suporte da peça e as camadas para impressão do modelo; 4. A impressão ocorre por Sinterização de resina líquida fotosensível por meio de raios ultravioletas (stereolitografia SLA). O modelo assume um aspecto de resina solidificada com propriedades de ABS e Polipropileno, mais com diferentes níveis de resistência de acordo com a combinação de materiais, como níquel. 5. Após a impressão do protótipo será necessário retirar o suporte que pode ser feito mecanicamente 5. O produto pode realizar testes físicos e funcionais. <p>Em que auxilia? Auxilia na realização de testes estéticos e físicos, de usabilidade e funcionalidade.</p> <p>Materiais/Recursos: SLA Printer (ex: VIPER-Pro - 3D Systems)</p>			Finalidade Desenvolvimento	

Modelos estereolitografia (SLA) oferecem alta precisão e bom acabamento superficial e uma grande variedade de materiais, como: ABS, Poliestireno (PE), Polipropileno (PP) e Policarbonato (PC).

Segundo a 3Dsystem (2014), as suas principais aplicações são: Desenvolvimento de modelos estéticos, Design Appearance Models, Protótipos para prova de conceito, Modelos de Avaliação do design, Modelos de prova de engenharia e Modelos de teste para túnel de vento.

Tabela 73 – Classificação da RP SLA em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
RP SLA																


4.4.55. Prototipagem Rápida (RP) SLS

O processo de impressão em *Selective Laser Sintering* (SLS) permite imprimir protótipos virtuais gerados em 3d a partir de um processo sinterização de resina líquida fotopolimerizável com uso de raios ultravioletas. O processo expõe à luz apenas as áreas a serem solidificadas, com uso de mascaramento por imagem, gerado a partir do processamento de cada camada do modelo 3D.


Figura 64 - Aplicação da prototipagem rápida SLS (fonte quadro: Autor/ Imagem)

56 Rapid Prototyping SLS

Imprimir protótipos das alternativas de design modeladas virtualmente ou digitalizadas em 3D para realizar avaliações.



Funcionalidade

usabilidade  Estética

Qual o Objetivo:
Imprimir protótipos das alternativas de design modeladas virtualmente ou digitalizadas em 3D para realizar avaliações.

Como Aplicar?:

- Desenvolva o protótipo virtual 3D ou digitalize o produto a ser impresso.
- Exporte o protótipo virtual para o formato STL ou WRL. O formato WRL permite levar a malha com a separação de cores e layer.
- Abra o arquivo no aplicativo da impressora 3D, destinado a organizar os modelos, gerar o suporte da peça e as camadas para impressão do modelo;
- A impressão ocorre por Sinterização de resina líquida fotosensível por meio de um processo seletivo de raios ultravioletas por mascaramento (Selective Laser Sintering SLS). O modelo assume um aspecto de resina solidificada com propriedades de ABS.
- Após a impressão do protótipo será necessário retirar o suporte que pode ser feito mecanicamente.
- O produto pode realizar testes físicos e funcionais.

Em que auxilia?
Auxilia na realização de testes estéticos e físicos, de usabilidade e funcionalidade.

Materiais/Recursos: SLS Printer (ex: Zbuilder Ultra - 3D Systems)

Tabela 74 – Classificação da RP SLS em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façoade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
RP SLS																

4.4.56. Fresadora CNC

Fresamento é um processo subtrativo onde um bloco de material pode ser desgastado pela ação de uma fresa controlada numericamente por computador (CNC). Isso ocorre a partir do envio à fresa de dados numéricos de traçados gerados pelo aplicativo da impressora. O objetivo é reproduzir a superfície do protótipo virtual 3D gerado no computador.

4.4.57. Router CNC

De forma semelhante à fresadora, o *Router* executa um processo de fresamento por um processo subtrativo, onde uma placa de material pode ser desgastada pela ação de uma fresa controlada numericamente por computador (CNC).

Contudo, o trabalho de usinagem está mais direcionado ao corte, arredondamento, desgaste, furação, esculpimento e gravação de materiais planos, como placas e chapas.

Figura 66 - Aplicação do router CNC (fonte quadro: Autor/ Imagem)

<p>Preparação</p>  <p>58 Router CNC</p> <p>Fresar camadas dos protótipos para composição do modelo 3D ou esculpir relevo ou desenho na superfície das formas.</p>	<p>finalidade Desenvolvimento</p>	<p>Preparação</p>  <p>Qual o Objetivo: Fresar camadas dos protótipos para composição do modelo 3D ou esculpir relevo ou desenho na superfície das formas.</p> <p>Como Aplicar?:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolva o protótipo virtual 3D ou digitalize o produto a ser impresso. 2. Exporte o protótipo virtual para o formato STL ou WRL (para modelagens 3D) ou AI e DXF (para impressão e corte 2D). 3. Abra o arquivo no aplicativo do router, destinado a organizar os modelos e gerar os traçados de fresamento da peça; 4. A modelagem ocorre de forma subtrativa por desgaste do bloco através de uma fresa. O fresamento pode ser realizado em diversos materiais leves como: alumínio, bloco de madeira, mdf, resina, poliuretano.. obs: Esse tipo de equipamento não é indicado para fresamento de formas complexas em 3D. 5. O produto pode realizar avaliações físicas e estéticas. 	<p>finalidade Desenvolvimento</p>
<p>Desenvolvimento</p> 	<p>Propósito Produto</p>	<p>Desenvolvimento</p> 	<p>Propósito Produto</p>
<p>Realização</p> 	<p>Estágio Evolucionário</p>	<p>Realização</p>  <p>Em que auxilia? Auxilia na realização de testes estéticos e físicos, de usabilidade e funcionalidade.</p> <p>Materiais/Recursos: Fresadora 3D (ex: 3D Transform 2000)</p>	<p>Estágio Evolucionário</p>
<p>Realização</p>	<p>Área Design de Produto</p>	<p>Realização</p>	<p>Área Design de Produto</p>

O trabalho a ser impresso não precisa ser necessariamente 3D, pode ser feitos em programas vetoriais 2D como: CAD ou Coreldraw, e exportado para o aplicativo do *router* que pode controlar altura e acabamento de cada vetor e região.

Os materiais mais usados são: aço; alumínio; acrílicos; aglomerados; Latão; Fórmicas; MDF; Madeira; Isopor; policarbonato e poliestireno.

Tabela 76 – Classificação da router CNC em relação ao tipo de protótipo (fonte: autor)

	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façaode	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciatiivo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Router CNC																

4.4.58. Ferramental Rápido (RF)

Figura 67 - Aplicação da ferramenta rápida RF (fonte quadro: Autor/ Imagem)

59 Ferramenta Rápida (RF)

Produzir moldes e ferramentas para simular o processo de produção final dos produtos ou para obter pilotos



Funcionalidade

usabilidade  Estética

Qual o Objetivo:
Produzir moldes e ferramentas para simular o processo de produção final dos produtos ou para obter pilotos.

Como Aplicar?:

1. Desenvolva o protótipo virtual 3D ou digitalize o produto a ser impresso.
2. Produza virtualmente a ferramenta ou o molde que permitirá produzir o protótipo virtual 3D criado.
2. Exporte a ferramenta ou molde para o formato STL ou WRL.
3. Abra o arquivo em um aplicativo de uma impressora 3D ou de uma fresadora, para preparar os modelos e gerar as camadas ou traçados de impressão/fresamento da ferramenta ou molde;
4. Prepare o molde para iniciar o processo de produção.
5. Esse processo permite criar moldes para simular a produção e produzir produtos por: termo moldagem por vaccum forming, sopro, rotomoldagem, fundição em areia,...

Em que auxilia?
Auxilia na realização de testes de produção e para produção de produção piloto para testes de fabricação, processo e mercado do produto.

Materiais/Recursos: Impressoras 3D ou fresadoras 3D.

Mais informações:

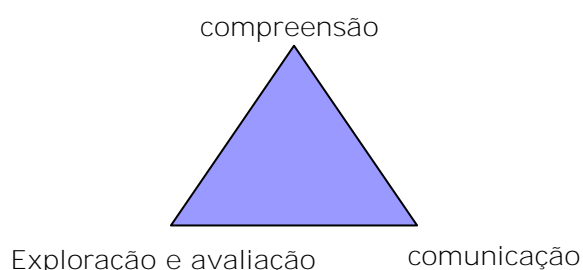
	Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Faça de	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
SketchBoard Motion.Grap		■														
SketchBoard Interactions		■														
Card Sorting			■													
Paper Prototyping			■													
Paper in Screen			■													
PICTIVE			■													
CardBoard				■												
Modelagem c/ Massinha				■												
FoamBoard				■												
Modelagem com Isopor				■												
Screen Shot					■											
Rendering Manual					■											
Rendering c/ Aerógrafo					■											
Rendering Digital 2D					■											
Rendering Digital 3D					■											
Flipbook						■										
Animatics						■										
Stop Motion						■										
Cut out Animation						■										
Pixilation						■										
Motion Graphics						■										
Animação3D						■										
Plano Seriado							■						■			
Modelo Aramado							■						■			
Clay							■						■			
Modelagem c/ Madeira							■						■		■	■
Mod. Molde de Silicone							■						■		■	■

4.6. Função comunicativa dos protótipos

Buchenu e Suri (2000) descreve protótipo como uma forma de habilitar o time de design, usuários e clientes à ganhar em primeira mão a apreciação das condições existentes e futuras do produto. Nessa interação estaria o conceito de “*experience prototype*”, ou seja, a experiência adquirida por intermédio da interação com os protótipos.

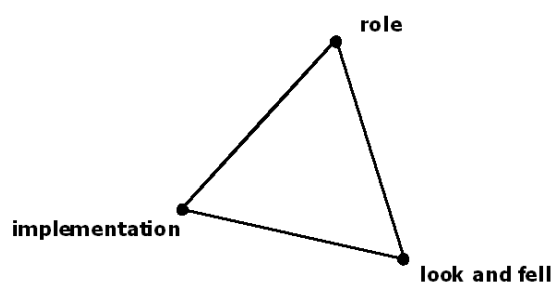
Segundo os autores, os protótipos são representações do design feitas antes do produto final. Esses podem ser realizados através de diversos métodos, podendo variar desde um desenho até modelos. Eles são desenvolvidos com três finalidades: (1) estabelecer uma compreensão da experiência do usuário ou do contexto, (2) explorar e Avaliar as ideias de design e (3) comunicar essas ideias a uma audiência, e em 3 níveis: “*look like*”(visual), “*Behaves Like*”(comportamento) e “*Work Likes*” (funcionamento).

Gráfico 38 -: finalidades dos protótipos (fonte: Buchenu e Suri, 2000)



Houde e Hill (2004) definem 3 classes de questões relativas ao design no momento de interação: *Role* (questões referentes ao uso e a utilidade para usuários) , *implementation* (questões referentes às funções técnicas do produto ou sistema) e *look and feel* (questões “experienciais”, estético-formais e simbólicas).

Gráfico 39 - modelo do que o protótipo comunica (fonte: Hould and Hill, 2004).



Para Lida (2005), embora existam vários critérios técnicos para avaliação dos produtos, geralmente eles são agrupados em três aspectos: técnico (Características físicas e funcionais), usabilidade (interface homem x máquina x tarefa) e estético (sensoriais, emocionais e sócio-culturais).

Gráfico 40 - Funções dos produtos industriais (fonte: Lobach, 2001).

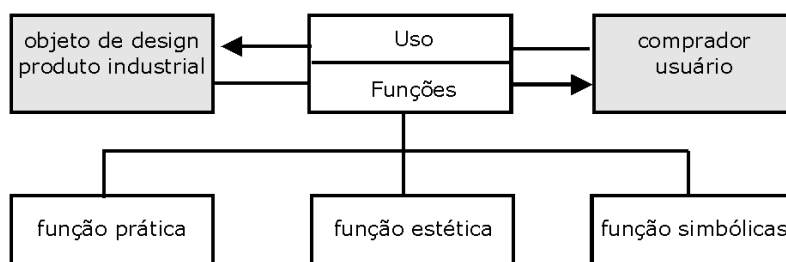
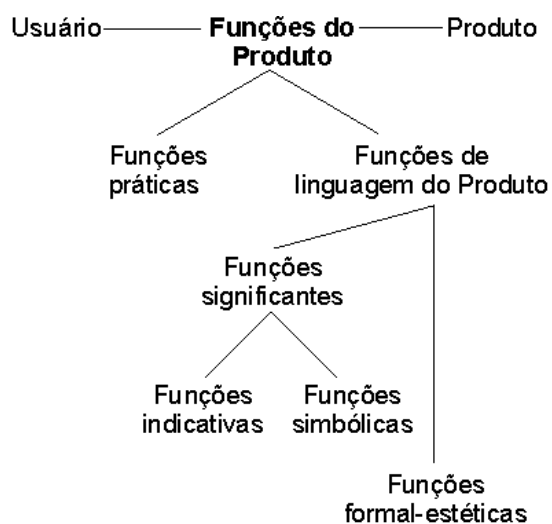


Gráfico 41 - Funções dos produtos (fonte: Gross, 1983).



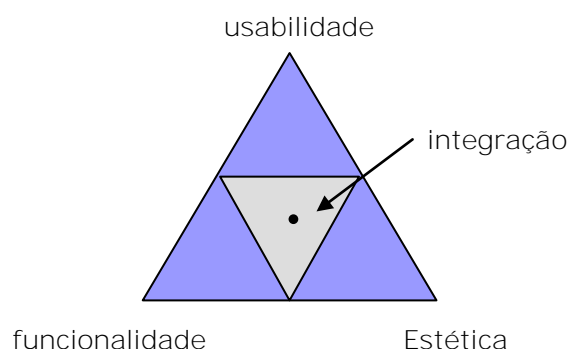
Nos Gráficos 40 e 41, também podemos observar as 3 funções presentes, ora com maior ênfase as questões prática ora com maior ênfase as questões estéticas e simbólicas, para Gross, referentes a linguagem do produto. Sendo assim trataremos a análise dos protótipos durante o processo de desenvolvimento de design a partir dos seguintes canais de comunicações:

Questões de usabilidade > É a interface entre o produto e usuário sobre o aspecto do uso, dando o senso de usabilidade, proporções,.. Possui relação direta com o contexto de uso e com os procedimentos realizados por usuários na execução de uma tarefa.

Questões funcionais > habilita o design a operar com mecanismos, elementos funcionais e a avaliar as novas tecnologias dos produtos. Tem relação direta com o sistema e suas características técnicas, tecnológicas e funcionais.

Questões estéticas > Permite comunicar a aparência do design. A imagem concreta de como será o produto. Com ele desejamos verificar as sensações referentes ao olhar e ao sentir, aspectos relacionados ao emocional da interação.

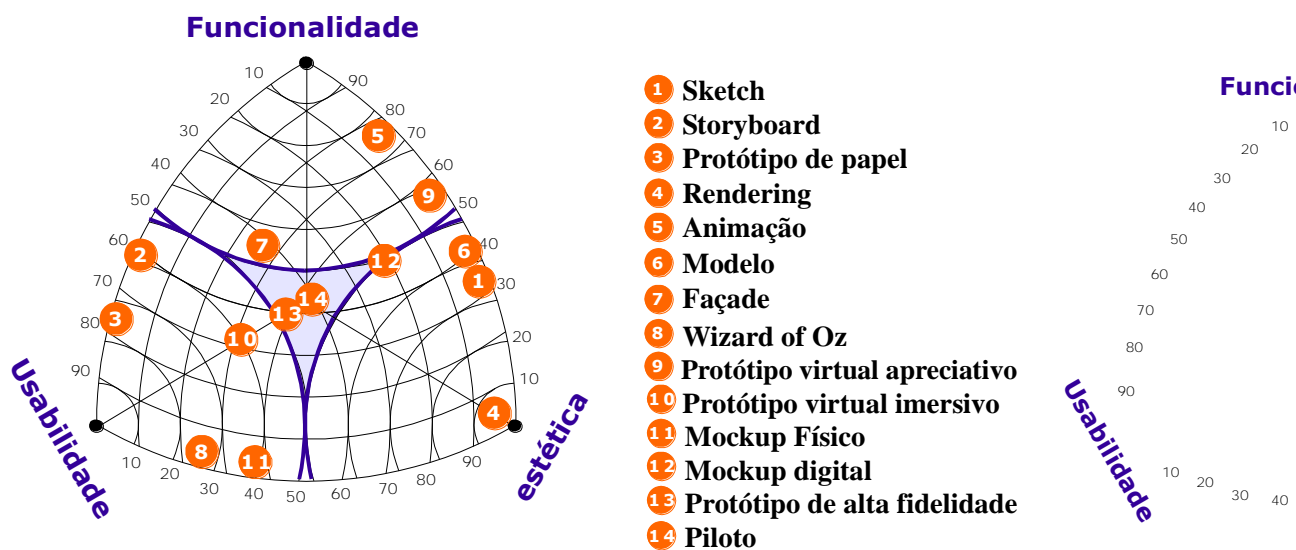
Gráfico 42 : Níveis de comunicação dos protótipos



A partir dos gráficos gerados nos níveis de comunicação de cada protótipo, podemos criar um novo gráfico que permita visualizar e compreender o posicionamento de cada tipo de protótipo em relação aos três níveis de comunicação apresentados.

No gráfico a maior proximidade dos polos indica também um maior atendimento do protótipo a um determinado nível de comunicação. Uma maior proximidade do ponto médio da curva que liga os dois polos representa uma maior integração entre os níveis de comunicação conectados e uma maior aproximação do centro (região colorida em azul) uma maior integração com todos os polos, ou seja, protótipos que permitem avaliar os três níveis de comunicação: funcionalidade, usabilidade e estética.

Gráfico 43 - Classificação dos protótipos de acordo com peso de cada nível de comunicação (fonte: Alcoforado, 2007)



A partir desse gráfico, onde os polos funcionam como pesos, podemos visualizar o posicionamento de cada protótipo em relação aos três níveis de comunicação estudados. O conhecimento desse aspecto comunicativo dos protótipos contribuirá com o nosso “modelo de auxílio”, pois permitirá classificar os protótipos que tenham a capacidade de atender a cada um dos níveis comunicativos que desejamos compreender, avaliar, explorar ou comunicar.

4.7. Nível de fidelidade dos protótipos

Através dos capítulos anteriores e fontes consultadas foram vistos e apresentadas diversas propostas classificatórias para os tipos de prototipagem: (Snyder, 2003), (Ullman, 2010), (Hold e Hill, 2004), (Rudd, Stern e Isensee, 1996), (Rogers, Sharp e Preece, 2002), citam os protótipos de baixa e alta fidelidade ou low and hi-fidelity. (Hold e Hill, 2004) cita protótipos para diferentes audiências. (Snyder, 2003) protótipos interativos e não interativos, (Buchenau e Suri, 2000) protótipos passivos e ativos, (Landay e Myers, 1995) (Wilson e Rosenberg, 1988) (Righetti, 2005) protótipos top down e botton up.

(1) Protótipos de baixa fidelidade

Para Rudd, Stern e Isensee (1996) Protótipos de baixa fidelidade(1) são protótipos com limitações de funções e interação, construídos para descrever conceitos, alternativas de design ou layouts de tela. Assim, não seria um modelo ideal para realização de interação entre usuários e sistema, como: treinamento e testes, pois possuem pouca ou nenhuma funcionalidade. Nele existe pouco detalhe da operacionalidade do sistema, sendo naturalmente indicado para as fases iniciais de design pelo seu baixo custo e grande facilidade de produção. Através deles podemos analisar aspectos referentes ao olhar e ao sentimento (*look and feel*) como: comunicar, informar e educar. Adéquam-se a essa classificação os: *storyboards*, *sketches*, protótipos de papel e os demais protótipos de prova, compatíveis com a sua definição.

Para Tullis (1990), a fidelidade do protótipo (2) é julgada pela aparência que ele é visto pelas pessoas e não pela similaridade com a atual aplicação. Em outras palavras não seriam os códigos ou funções inerentes ao sistema e sim os aspectos tangíveis como aparência e interação.

Para Rogers, Sharp e Preece (1992), a prototipagem de baixa fidelidade não faz um vistoso representante do produto final, pois utiliza materiais muito diferentes do que será a versão final, mas que conseguem ser simples, rápidos e baratos de se produzir e de se modificar. Como exemplo, podemos citar o caso de Jeff Hawkin, que para apresentar a sua ideia de um Palmtop desenvolveu um protótipo em madeira, com o mesmo tamanho e forma do que imaginava como produto final e ainda o caso de Ehn e Kyng (1991) que reporta o uso de um protótipo 3D feito em cartão, para apresentar a sua ideia de “*Desktop Laser Print*” a usuários, tipógrafos e jornalistas.

(2) Protótipos de Média fidelidade

Righetti (2005) acrescenta uma classificação de protótipos de média fidelidade (*mid-Fidelity*). Para o autor, os protótipos que se adequariam a essa classificação, seriam aqueles usados após a fase inicial de design, com o propósito de detalhar o design e validar a sua usabilidade. Esse protótipo já

deve conter aspectos de funcionalidade que possibilitaram a definição ampla das especificações finais de funcionalidade do produto.

Rouse (1991) também acredita na necessidade de se criar uma classificação intermediária de fidelidade ao qual chamou de Fidelidade Moderada. Para ele, nessa fase se compreende as relações das funcionalidades de um sistema com os sistemas similares, suas características e princípios gerais.

Para o propósito de nosso estudo, acrescentar essa classificação de média fidelidade (*mid-fidelity*) entre os polos de baixa e alta fidelidade (*low and Hi-fidelity*), facilitará a compreensão da classificação dos protótipos, pois criará um limite importante para relacionar de forma mais eficiente: os tipos de protótipos, os níveis de comunicação atendidos por cada protótipo e as 3 fases da classificação proposta para o processo de design.

(3) Protótipos de Alta fidelidade

Possui um compromisso maior com a precisão da representação do produto final que será implementado, do que com a facilidade, custo ou tempo bastante considerados nos protótipos de baixa fidelidade. A intenção é fazer com que usuários não percebam diferença entre o protótipo e o produto final. Produtos mais complexos, podem ser decompostos em subsistemas que podem ser prototipados individualmente, com alta fidelidade, para que esse possa ser avaliada funcionalidade separadamente. Dessa forma, podemos definir o protótipo de alta fidelidade como sendo a representação fiel do produto ou de algumas funções dos produtos, passíveis de serem utilizadas para testes e avaliação funcional com uma audiência, sem a dependência de um intermediador (1).

Para Rogers, Shape e Preece (2002) esse tipo de protótipo deverá usar materiais e acabamento semelhantes ao do produto final. No caso de software usará ferramentas que permitam o sistema atingir a funcionalidade aproximada do sistema final.

Tabela 79 – Classificação dos protótipos por fidelidade (fonte: autor)

Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	Modelo	Façade (não evolucionário)	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup digital	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade								Alta Fidelidade			

4.8. Área do Design

Para o nosso estudo consideramos as atividades de prototipagem em três área do design: produto, gráfico e digital.

Design de Produto - É a área design que envolve o desenvolvimento de produtos tridimensionais como: design de mobiliário, design de joias, produtos de moda, design de equipamentos eletro-eletrônico, design automotivo, design de interiores...

Design Gráfico – É a área do design que envolve produtos gráficos, design editorial, design corporativo, identidade visual, design tipográfico, design de embalagens, design de superfícies,...

Design Digital – É a área do design responsável pela elaboração de artefatos digitais como: design de interfaces, web design, game design, software design.

A partir da pesquisa sobre os tipos, métodos e técnicas de prototipagem, pudemos definimos às áreas onde sua utilização está prevista (Tabela 80)

Tabela 80 - Relação entre as áreas de design e os tipos de protótipos.

DIGITAL															
GRÁFICO															
PRODUTO															
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	Modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade								Alta Fidelidade			

4.9. Finalidade dos protótipos

Em nossa concepção os protótipos podem ser definidos de acordo com a sua finalidade. Analisamos as atividades envolvidas com os protótipos no processo de design e organizamos sequencialmente elas em quatro grupos de finalidade: Contextualização e Conceitualização, Representação, Desenvolvimento e Produção, definidos da seguinte forma:

- **Contextualização e Conceitualização** – Permite contextualizar o problema, o cenário, o mercado, o cliente ou produto, ou ainda, definir conceitos preliminares do artefato que será proposto para eles.
- **Representação** – É uma atividade que tem por objetivo apresentar uma proposta de projeto para os demais atores do processo de design, com objetivo de visualização da proposta de projeto.
- **Desenvolvimento** – Tem por objetivo desenvolver um conceito gerado, podendo evoluir até a proposta final.
- **Produção** – Tem por objetivo testar os aspectos produtivos da proposta final, avaliando a relação da proposta final com as tecnologias produtivas, qualidade, sustentabilidade, viabilidade econômica, seriabilidade,...

Tabela 81 - Relação entre a finalidade e os tipos de protótipos.

Contextualização e Conceitualização															
				Representação											
								Desenvolvimento							
												Produção			
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	Modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade								Alta Fidelidade			

4.10. Propósitos dos protótipos

Com base no estudo em Ullman (2010, p.117), que propõe e descreve quatro classes de protótipos: protótipo de conceito, de produto, de processo e de fabricação, baseados na função e estágio de desenvolvimento do produto. Acrescentaremos a essa classificação um novo item classificatório, o protótipo de mercado. Esse expandiria a fase de avaliação para além do processo de fabricação. Acreditamos que uma pequena tiragem de um produto que é levada ao mercado para uma avaliação, deve ser considerada como uma fase de prototipagem, nesse caso através de um protótipo de mercado. Abaixo descreveremos os conceitos e empregos de cada um deles no processo de design:

(a) Protótipo de conceito

Para Bylund (2002), um conceito é uma representação inicial de um produto, incorporando os de detalhes que permitam apenas apresentar as suas características principais. Nesse sentido, um protótipo de conceito seria uma forma inicial do modelo do produto onde as suas características principais são representadas.

Shouqiam e Zongkai (2003) define através de autores que o processo de design se divide em 3 fases: (1) especificação do design de produto (2)

design conceitual e (3) design detalhado. Para eles o design conceitual e a ponte entre o estágio anterior, de requerimentos, e posterior, de detalhamento. Sendo assim, ela é uma fase ainda imprecisa, aproximada e incompleta, pois além dos requerimentos informados pelo cliente outros devem ser incorporados como o de design e de fabricação, o que faz com que essa fase requeira quase sempre cooperação multidisciplinar entre grupos. Dessa forma, para essa fase são esperadas ferramentas que possam facilitar a comunicação e as interações e cooperações entre pessoas e equipes.

Sendo assim, um protótipo de conceito deve ser utilizado no estágio inicial de design. Nesse estágio, está previsto a correta identificação do problema e a transformação deles em requerimentos que identifiquem de forma fiel às necessidades dos usuários. Esses requerimentos e necessidades irão ser transformados em um modelo conceitual, através de métodos de avaliação centrados no usuário. Alguns desses métodos permitem utilizar protótipos de forma combinada com a técnica de cenário (descrição das narrativas informais dos usuários durante o processo iterativo com a finalidade de obter informações sobre suas regras, pensamentos, objetivos, dificuldades,...)

Para essa fase, precisamos estar com a cabeça aberta para novas ideias que podem surgir a partir das primeiras interações, porém não devemos esquecer alguns pontos: (1) nunca esquecer do contexto e dos usuários (2) discutir as ideias coletadas dentro da equipe e com os demais atores do processo (3) usar métodos de prototipagem fáceis que possibilitem um rápido *feedback* (4) interagir o máximo possível, pois, pegar uma boa ideia pode depender da quantidade de ideias coletadas.

Baxter (1998) recomenda que nessa fase os protótipos devem possuir baixo grau de complexidade e sofisticação, o necessário apenas para que possamos obter respostas as nossas perguntas ou quando desejamos apenas a ideia geral do produto e como ele irá se diferenciar de seus concorrentes. Nesses casos, podemos entender que deva ser usado um dos tipos de protótipos de baixa fidelidade descritos na classificação apresentada no item 3.3.1.

Após a geração de inúmeras alternativas ou conceitos, será necessário utilizar métodos que possam identificar o que melhor se adéqua aos requerimentos estabelecidos.

(b) Protótipo de Produto

Permite esclarecimento de características físicas através da materialização do produto e possibilidades de produção.

Para Bylund (2002) protótipo de produto seria a representação do produto em um nível alto de detalhamento, de uma ou mais dimensões, de acordo com o nosso interesse de avaliação. Cada dimensão representa uma característica do produto, que pode ser explorada conjuntamente ou separadamente através da construção de um protótipo físico ou virtual.

Para essa fase, protótipos são entendidos a terem suas funcionalidades implementadas para que possam ter o seu comportamento físico-químico e mecânico, por exemplo, avaliados, através de diversos testes: de resistência, estruturais, químicos, funcionais,...

(c) Protótipo de processo

Permite demonstrar que os materiais e métodos produtivos escolhidos terão sucesso através do produto desejado. Para esse propósito podem ser desenvolvidos protótipos de montagem.

(d) Protótipo de produção

o protótipo tem por objetivo mostrar a completa eficiência do processo de fabricação. Através deles testamos a eficiência do produto final durante o processo produtivo.

Essa fase é descrita por alguns autores como “*design-for-manufacturing*” (DFM). Segundo Rosen et al. (2003) o DFM, ao mesmo tempo que exige um conhecimento de produção para ajustar partes do design visando facilitar o processo de fabricação, diminuir tempo e custo e exige também a compreensão por parte do fabricante das propriedades previstas para o design e seus requerimentos funcionais, para que o aprimoramento do

processo produtivo não traga danos funcionalidade do produto. Dessa forma, entendemos que ela deve ser acompanhada pelo designer para que o produto possa manter as suas características e quem sabe soluções de melhoramento de produção possam ser discutidas e desenvolvidas de forma interdisciplinar.

(e) Protótipo de mercado

O protótipo tem por objetivo avaliar a receptividade e desempenho do produto no mercado antes da fabricação em larga escala, onde problemas gerariam grandes custos, pois exigiriam “recall” ou indenização a usuários.

Para Jones e Marsden (2006) companhias podem lançar produtos, em pequeno número, para poder compreender as venda e os usuários, procurar pessoas que comprem esses protótipos disponíveis para venda pode ajudar a refinar o produto para uma venda mais ampla.

Para Baxter (1998) para esse propósito devem ser utilizados protótipos de produção.

Tabela 82 - Relação entre o propósito e os tipos de protótipos.

CONCEITO		PRODUTO										PROCESSO			
												PRODUÇÃO	MERCADO		
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	Modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade								Alta Fidelidade			

4.11. Estágios dos protótipos

Budde et al. (1992) define que protótipos podem ser caracterizados através de estágios de desenvolvimento. Cada estágio auxilia o designer a esclarecer os requerimentos definidos do projeto. Ele define três estágios dos protótipos: Experimental, exploratório e evolucionário.

(a) Protótipo exploratório

Deve ser usado quando o problema não está claro suficiente para definirmos caminhos para o desenvolvimento de soluções projetuais, requerimentos do futuro produto e sistema ou até mesmo para reconhecer o verdadeiro problema projetual. O uso desse tipo de protótipo é importante para que opções de design não sejam eliminadas antecipadamente, sem a correta avaliação, e para não restringir ideias prematuramente. Nessa fase, o uso de protótipo permite que desenvolvedores tenham novas ideias, a partir da observação e avaliação das interações dos usuários em tarefas de trabalho. Para desenvolvedores de diferentes empresas, o protótipo nessa fase assume a função de prospecto ou proposta, que permite visualizar como o futuro produto deverá trabalhar.

(b) Protótipo experimental

Essa forma de protótipo é destinado à implementação técnica como centro de desenvolvimento do produto. O processo usado é de caráter experimental e deve permitir que as ideias dos usuários possam ser traduzidas em características do produto ou sistema. Através daí, desenvolvedores devem ser capaz de traduzir essas características de uma forma a integrá-las de forma prática as suas funções particulares do sistema. Com essa visão, o desenvolvimento de protótipos, assume a função de comunicação entre usuários e desenvolvedores para tratar de questões de ordem técnica ou ergonômica do produto.

(c) Protótipo evolucionário

Nessa etapa, os protótipos deixam de ser instrumentos de desenvolvimento de características isoladas do projeto, para se tornar um processo contínuo

que deverá ser capaz de adaptar produtos ou sistemas rapidamente a limitações do processo. A ideia principal é a de continuidade e acompanhamento do desenvolvimento do produto ou sistema. Dessa forma, os protótipos evolucionários estão intimamente ligados aos princípios de sistema de desenvolvimento evolucionário, onde desenvolvedores deixam de ter o papel de protagonistas de seus projetos e passam a dividir experiências de forma cooperativa com usuários. Nesse modo as experiências de somam de forma evolutiva através de ciclos iterativos contínuos controlados e avaliados até o produto alcançar o nível de evolução adequada.

Rogers, Sharp e Preece (2002) descrevem duas filosofias de desenvolvimento de protótipos: (1) Evolucionário (*evolutionary*), que coincide com a definição de protótipo evolucionário (descrito por Budde et al. anteriormente), onde os protótipos evoluem continuamente até o produto final e (2) Descartável (*throwaway*), que se adéqua parcialmente com as definições de protótipos experimentais e exploratórios (descritos também por Budde et al.), onde os protótipos são usados apenas o ponto de partida do design final, ou seja, para gerar requerimentos, avaliar conceitos, contextualizar problemas,... podendo ser descartado ao final de cada fase.

Tabela 83 - Relação entre os estágios e os tipos de protótipos

EXPLORATÓRIO															
EXPERIMENTAL										EVOLUCIONÁRIO					
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	Modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade							Alta Fidelidade				

5. GESTÃO DO PROCESSO DE DESIGN

5.1. Modelos de gestão

Essa sessão foi criada para que pudéssemos realizar uma pesquisa nos modelos de gestão de desenvolvimento de produto, de forma a observar aspectos que se relacionassem com a proposta da metodologia de design mediada por protótipos.

A referida metodologia propõe, entre outros: um melhor acompanhamento do PDP, uma maior integração entre as fases de design, um melhor gerenciamento de informações, um processo de tomada de decisões mais consistente e uma maior utilização dos protótipos. Aspectos esses que possuem uma estreita afinidade com as pesquisas e os modelos construídos, principalmente pela engenharia, para gestão do desenvolvimento de produto e da produção.

A seguir apresentaremos algumas abordagens para gestão do processo de desenvolvimento de produtos:

5.1.1. Modelo sequencial (*partial design*)

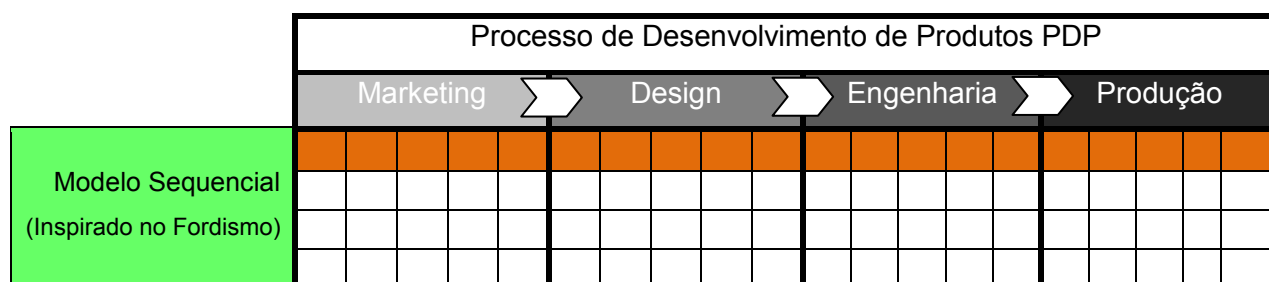
O modelo sequencial surge com a criação da linha de produção por Henry Ford (1913) para produção em massa do seu famoso Modelo T, sendo atribuído a ele a montagem em série como forma de produzir mais em menos tempo e a um menor custo. Os princípios básicos eram: movimentos mecânicos, equipamento de precisão, Componentes e processos padronizados.

Segundo Rozenfeld (2006), a partir da revolução industrial houve uma transição ou quebra entre a produção artesanal para industrial, seguindo um modelo hoje chamado de engenharia tradicional ou desenvolvimento de produtos sequenciais, inspirados no modelo criado por Henry Ford (Fordismo), com divisão de tarefas, múltiplos setores altamente especializados com padrões e culturas próprias, muitas vezes isoladas.

Esse modelo se caracteriza então por:

- P&D isolado do restante da empresa;
- Barreiras comunicacionais;
- A alta administração participa pouco do P&D e do DP;
- Linearidade de fluxo de interações e atividades;
- Fornecedores são envolvidos apenas nas fases finais do processo;
- Resistência a controle de custos e investimentos;
- Mobilidade funcional apenas vertical;
- Dificuldade de compreensão do todo e embates durante o surgimento de problemas;
- Necessidade de grande quantidade de funcionários, pouca visão de parcerias;
- Falta de Visão compartilhada do ciclo de vida dos produtos e da importância de cada operação para a formação do todo;

Gráfico 44 – Modelo Sequencial (linear) de desenvolvimento de produtos. (fonte: Autor)



5.1.2. Modelo de Engenharia Simultânea (total design)

O modelo de engenharia simultânea está diretamente associado ao Engenheiro Designer e Manager, o inglês Stuart Pugh. Com a publicação “*Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*” (1990), o seu modelo de produção se difunde e passa a influenciar toda produção industrial da época.

O modelo “total design” propõe uma sistematização da atividade a partir da identificação das necessidades de uso, sendo as vendas a prova da

satisfação dessas necessidades, ou seja, tudo deve iniciar a partir da necessidade que terá que ser satisfeita.

Segundo Rozenfeld (2006), ela surge a partir:

- Surge pela maior diversidade de produtos/ menor ciclo de vida,...
- Aumento da competitividade/ globalização
- Redução do tempo e custo
- Regulamentação de qualidade e socioambientais
- Aceleração da inovação tecnológica

As Principais mudanças São:

- Estruturação organizacional;
- Times multifuncionais de projeto (com gerentes funcionais e um gerente superior de projetos)
- Difusão de conhecimentos através de processos interativos entre equipes e profissionais.
- Diminuição do tempo/ aumento da qualidade dos projetos
- Sistematização do processo do projeto, através de métodos e técnicas como: Desdobramento da Função Qualidade (QFD - *quality functions deployment*); (Matriz de seleção PUGH); Análise de modos de falhas e seus efeitos (FMEA: *Failure modes and effects analysis*) e Análise de Valor.

O princípio de gestão do PDP proposto por Stuart se baseia no controle da convergência através de uma matriz de seleção de alternativas para escolher as melhores sínteses criadas pela atividade de divergência do processo criativo, ou seja, um processo controlado de redução de conceitos através do uso de um processo racional, com uso de critérios de avaliação e escolha baseada no *score* das melhores alternativas, através de um processo iterativo.

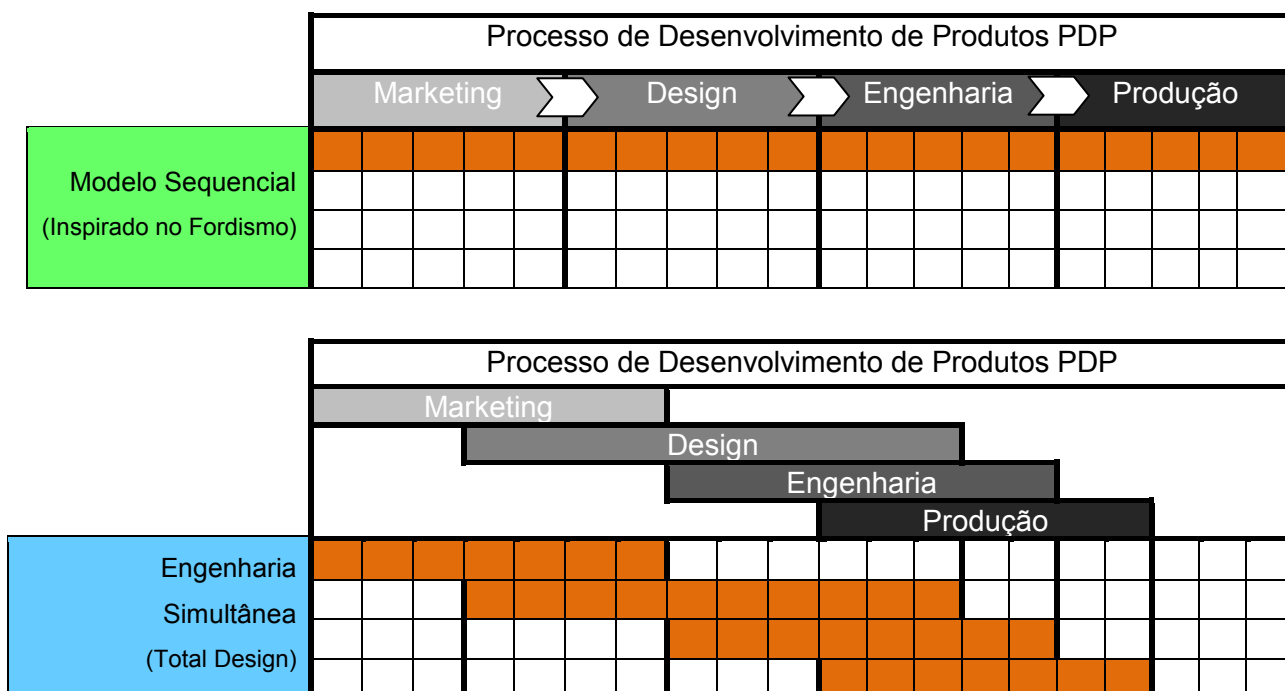
Ullman (2010, p.9) apresenta outros termos além de simultânea, como: concorrente e integrada. Ela tem sido utilizada para designar entrelaçamento entre as fases e áreas do PDP, proposta surgida como

filosofia em 1980 e incorporada nos anos 90, através da integração de produto e processo de design (IPPD).

Rozenfeld (2006, p.18) apresenta que as abordagens evoluíram desses modelos seqüenciais, onde existiam dentro das indústrias equipes isoladas altamente especializadas (marketing, design, engenharia, produção,...). pouco integrados, de difícil gerenciamento e com fluxo linear de informações, chegando a um modelo denominado Engenharia Simultânea. Esse estava mais adaptado ao cenário atual, complexo e dinâmico, com diversidade de produtos, curtos prazos, competição por qualidade e custos limitados, estruturando o processo em times multifuncionais mais integrados com gerente com poderes ampliados.

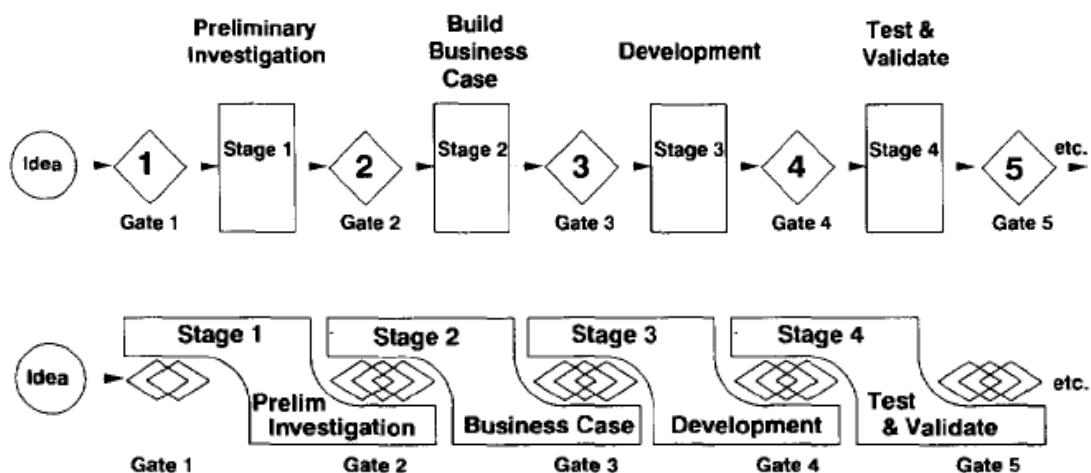
Isso contribuiu para o paralelismo das fases, antes isoladas e sequenciais e conseqüentemente para a redução do tempo de desenvolvimento e para que as alterações sejam feitas no início do desenvolvimento, quando os custos são menores.

Gráfico 45 – Comparativo do processo de desenvolvimento de produtos através do Modelo Sequencial e de Engenharia Simultânea. (fonte: Autor)



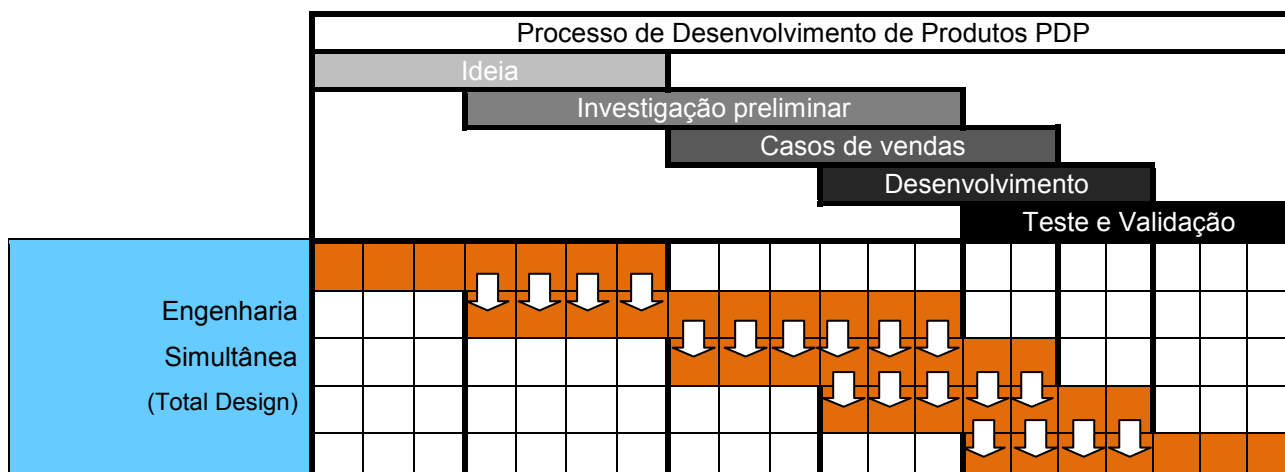
Cooper (1994, p.6). apresenta a ideia que o projeto pode ser paralelo ou concorrente, nesse caso as fases não precisariam ser mais sequenciais. Assim, as fases poderiam ser divididas em minifases que poderiam correr em paralelo com portões que permitiram conduzir a passagem paralela de uma fase a outra (ver Gráfico 46).

Gráfico 46 – Comparativo do processo Stage Gates de Robert Cooper no Modelo atual e no futuro modelo de terceira geração. (fonte: Cooper, 1994, p.5)



Desse conceito podemos compreender caminhos para integração entre as fases, a partir da compreensão das atividades prevista em cada microfase e da necessidade de antecipação de conhecimentos e avaliações para tomadas de decisões planejadas ao final de cada uma delas. Isso permite o intrelaçamento das macrofase e o encurtamento do PDP (Gráfico 47).

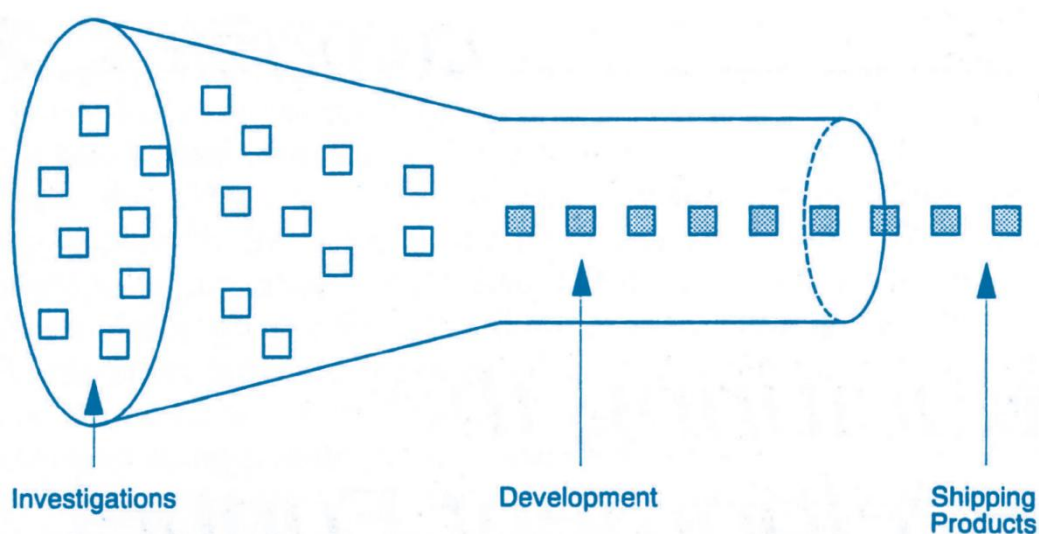
Gráfico 47 – Integração de microfases da engenharia simultânea (fonte: autor)



5.1.3. Modelo do funil de desenvolvimento (Clark e Wheelwright)

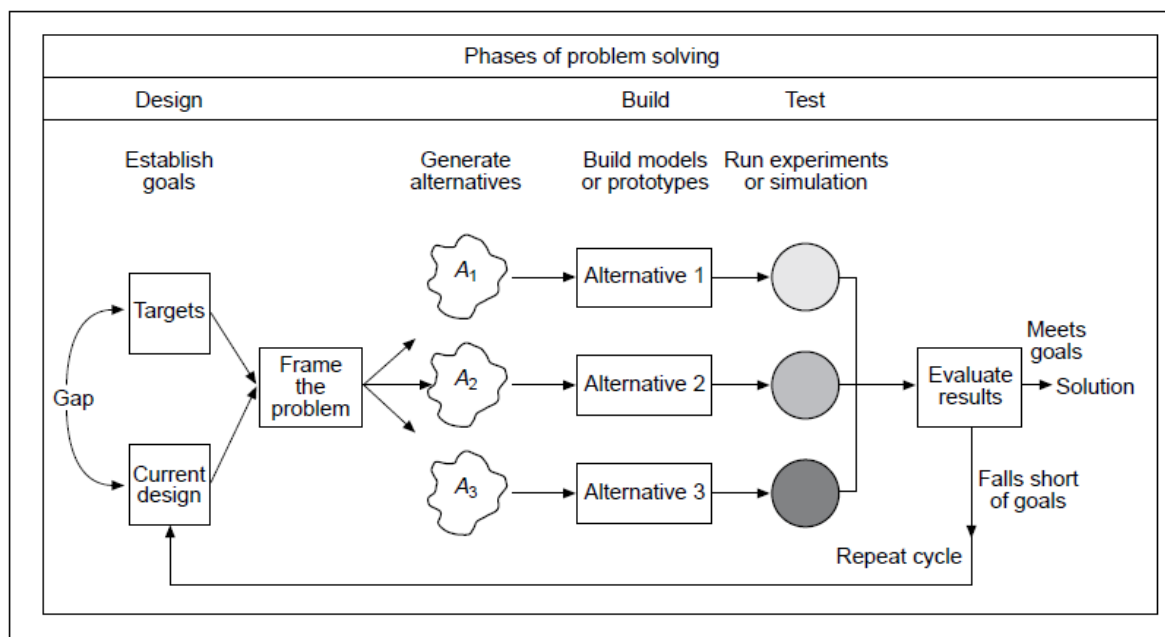
Segundo Katz (2011) o modelo de funil de Cooper, tem sido considerado por décadas como a própria representação do processo de design, uma grande quantidade de ideias difusas e pensamentos distorcidos que se transformam no final no novo produto a ser lançado no mercado.

Gráfico 48 – Ilustração do funil de decisões proposto por Wheelwright & Clark na publicação “Revolutionizing Product Development” (1992). (fonte: Katz, 2011).



Para Wheelwright e Clack (1994) Cada iteração ou ciclo de resolução de problemas é constituído de três fases: (1) Fase de Design, (2) Fase de Construção e (3) fase de avaliação. Na (1) Fase de Design, se define o problema, se estabelece metas a serem atingidas e se projeta alternativas para solução desses problemas. Na (2) fase de construção, os protótipos das alternativas são construídos para possibilitar a realização de testes para verificar se os objetivos foram atendidos e na (3) Fase de teste, os protótipos são avaliados para se comprovar se a alternativa atende as metas estabelecidas (conforme Gráfico 49). Para os autores, os resultados de um ciclo podem gerar insights e informações sobre a conexão entre os parâmetros do design e os atributos dos usuários que podem estimular novos ciclos, até se atingir as metas.

Gráfico 49 – Ciclo de design, construção e teste, para soluções de problemas no desenvolvimento de produtos. (fonte: Wheelwright & Clark, 1994, p.35).



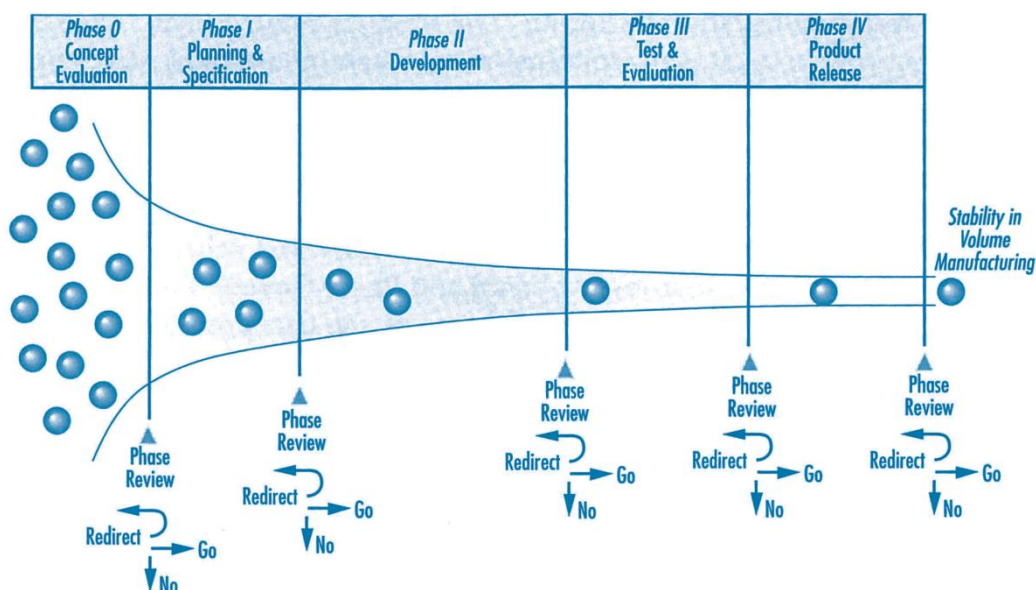
Para Wheelwright e Clack (1994, p 36) O desafio para eficácia na resolução de problemas está, tanto na forma como se executa os elementos individuais do ciclo como, na agilidade de conectar os resultados desses ciclos individuais com uma solução coerente do todo.

Dessa forma, compreendemos que o processo de design ocorre nessa transição dispersão de ideias (divergência) e em um processo de seleção das ideias que atendam o problema, baseado em critérios estabelecidos (convergência) e que esse processo pode tratar de problemas menores, individuais, através de ciclos iterativos, com subsoluções que serão conduzidas e tratadas no todo com o avançar do processo.

5.1.4. Abordagem Phase Review (McGrath)

Segundo Katz (2011) Michael McGrath, da firma de consultoria PRTM, publica um modelo semelhante ao funil de decisões de Clark e Wheelwright no livro “*Setting the PACE in Product Development*”. McGrath, semelhante a Cooper, defende uma gestão periódica de revisão do processo, que ele chama de fase de Revisão.

Gráfico 50 – Ilustração das fases de revisão proposto por Michael McGrath na publicação “Setting the PACE in Product Development” (1992). (fonte: Katz, 2011).



Segundo Katz (2011), o modelo é composto por cinco fases principais: Descoberta, Definição, Design, Desenvolvimento e Lançamento. Para o autor, existe uma falha em um aspecto importante no posicionamento do portão, está posicionado após o início da fase. Para ele, os modelos precisariam propor esse portão no início da fase, para que ele pudesse responder as seguintes questões:

a) Descoberta

- Qual é a oportunidade para que temos para prosseguir?
- Quem é o cliente que desejamos atender?
- Quais são seus principais problemas?

b) Definição:

- Quais necessidades devemos satisfazer?
- Como devemos medir o quão bem estamos satisfazendo essas necessidades?
- Quais as especificações para o design?

c) Projeto

- Como podemos satisfazer essas necessidades?,
- Como podemos chegar a aperfeiçoar as melhores soluções existentes?
- Como podemos descrever essas características e soluções para os nossos clientes de modo que eles a tornar convincente a nossa proposta?

d) Desenvolvimento

- Quais dessas características potenciais ou soluções vale a pena investir?
- O que devemos realmente incluir no produto final?
- Se o fizermos, o quanto as pessoas vão estar dispostas a pagar por eles?

e) Lançamento

- Podemos produzir de forma confiável, vendê-lo, mantê-lo, e ganhar dinheiro fazendo isso?

Assim, podemos compreender que ao mesmo tempo que um portão encerra uma fase, ou seja, deve verificar se os requisitos dela foram atendidos para aprovar, ela precisa servir de planejamento e reflexão das metas para a fase seguinte.

Observamos também um aspecto importante no modelo de McGrath, o de adotarmos o princípio de gestão periódica do processo.

O Gráfico 51, ilustra a concepção de etapas do funil de decisões, selecionando os conceitos que irão gerar alternativas, depois selecionando as alternativas que irão gerar o produto, em um processo contínuo de seleção e tomada de decisão.

Gráfico 51 – Estágios de revisão a partir do modelo Phase Review (McGrath) (fonte: Autor).

Desenvolvimento do Produto					
Preparação		Desenvolvimento		Realização	
Conceito 1					
Conceito 2	Conceito 1				
Conceito 3	Conceito 2	Alternativa 1			
Conceito 4	Conceito 3	Alternativa 2	Alternativa 1	Produto 1	Produto 1
Conceito 5	Conceito 4	Alternativa 3			
Conceito 6	Conceito 5				
Conceito 7					

Gate de Revisão		Gate de Revisão		Gate de Revisão		Gate de Revisão		Gate de Revisão
-----------------	--	-----------------	--	-----------------	--	-----------------	--	-----------------

5.1.5. Abordagem Stage-Gates (Cooper)

Stage Gates é um processo de gestão de desenvolvimento de produtos criados do Robert G. Cooper a partir da publicação do livro “*Winning at New Products*” (vencendo com novos produtos), em 1986. Posteriormente o mesmo junta-se a Scott Edgett considerado o co-fundador do modelo.

O processo trata de uma estrutura de fase/portão, como ferramenta de regenciamento do projeto e do desenvolvimento de novos produtos. Nele, cada fase é dividida por portões (*Gates*). Nessas fases, ocorre um processo de tomada de decisão baseada na avaliação das informações da fase, incluindo análise de riscos, de necessidade de recursos e análise de marketing e negócios.

Segundo Ullman (2010, p.113) o método *Stage-Gate* foi formalizado pela NASA em 1980s, para gerenciamento dos grandes projetos aeroespaciais. Basicamente era um processo de quebra do

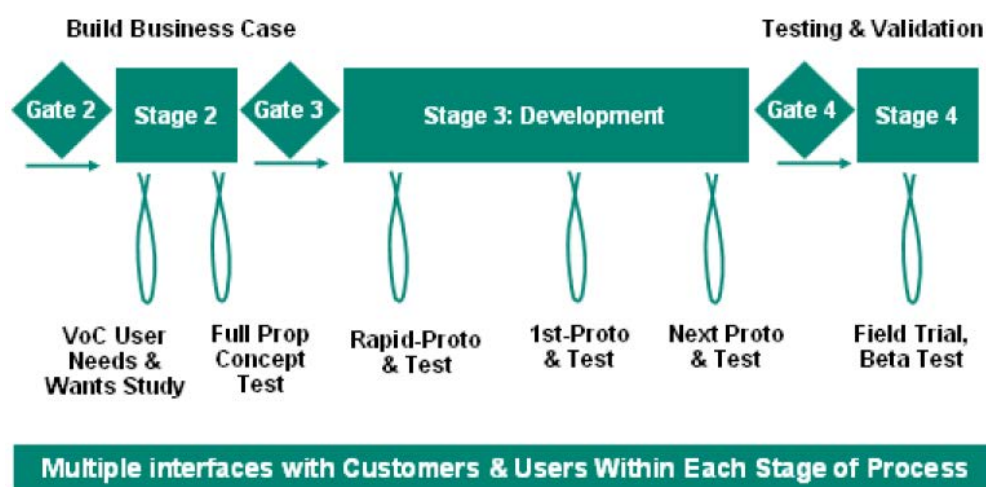
desenvolvimento para um encontro de revisão de fase, baseado em um determinado número de critérios a serem avaliados.

Cooper (2011) avaliando a diferença de produtividade no desenvolvimento de novos produtos (NPD) de companhias de diversas áreas industriais, verifica que em alguns casos a diferença de produtividade chega a mais de 1.200% (como na indústria farmacêutica). O autor aponta os sete principais princípios do modelo que podem responder essa questão:

- (1) **Foco no cliente:** O desenvolvimento de novos produtos diferenciados que atendam os grandes problemas dos usuários e que proponha uma alternativa atraente para esses clientes é o principal ponto chave do sucesso de NPD. Isso só pode ser alcançado se podermos conduzir a voz do usuário/consumidor (VOC) para dentro do PDP, na definição das especificações, no desenvolvimento e validação do novo produto.
- (2) **Começar pelo início (*Front-end loaded FEL*):** Essa metodologia propõe que o projeto só deve iniciar a partir do momento em que existam informações estratégicas suficientes para que os fabricantes possam enfrentar riscos e tomar decisões para alocar recursos a fim de maximizar o potencial de sucesso do novo produto. Isso inclui avaliação de mercado e negócios. Essas informações precisam ser suficientes apenas para tornar a decisão de desenvolvimento do novo produto segura para se prosseguir.
- (3) **Desenvolvimento em espiral:** No PDP linear tradicional, a definição ou especificação do produto chega à fase de desenvolvimento travada, isso faz com que, apenas nos testes posteriores se perceba que o projeto não reflete o que os usuários desejam, fazendo com que o projeto retorne a etapas anteriores. Dessa forma, especificações e escopo do produto superficial geram falhas ou significativo atraso no lançamento do produto.

No modelo espiral proposto, através de ciclos iterativos de construir-testar-avaliar e rever/reconstruir, as equipes removem o retrabalho desnecessário uma vez que conseguem obter um imediato e precoce feedback a partir dos usuários. O projeto pode então evoluir de protótipos iniciais, virtuais até uma versão completa do produto “*protocept*”. (COOPER, 2011).

Gráfico 52 – Modelo do espiral de desenvolvimento de novos produtos proposto por Robert Cooper e seu processo de Stage Gates com ciclos iterativos de “construir, testar, avaliar e revisar”. (fonte: Cooper, 2011, p3)



- (4) **A Abordagem Holística Impulsionada pela eficácia das equipes multifuncionais:** Boa parte das empresas de grande produtividade possuem times multifuncionais com um gerente sênior. Essa cultura organizacional de integrar pessoas de diferentes áreas e competências é uma dos responsáveis pela redução do ciclo do PDP. O sucesso se deve a integração de conhecimentos, comunicação e pela responsabilidade da equipe em se chegar ao sucesso do produto final, e não apenas por uma etapa do processo.
- (5) **Medição, responsabilidade e melhoria contínua:** Segundo (Cooper, 2011, p3) apenas 30% das empresas medem os resultados dos novos produtos lançados. Dessa forma, torna impossível gerenciar ou melhorar algo que não se tem medida. As empresas inovadoras realizam testes pós-lançamento e utilizam esses dados na definição das ideias e especificações dos novos produtos que

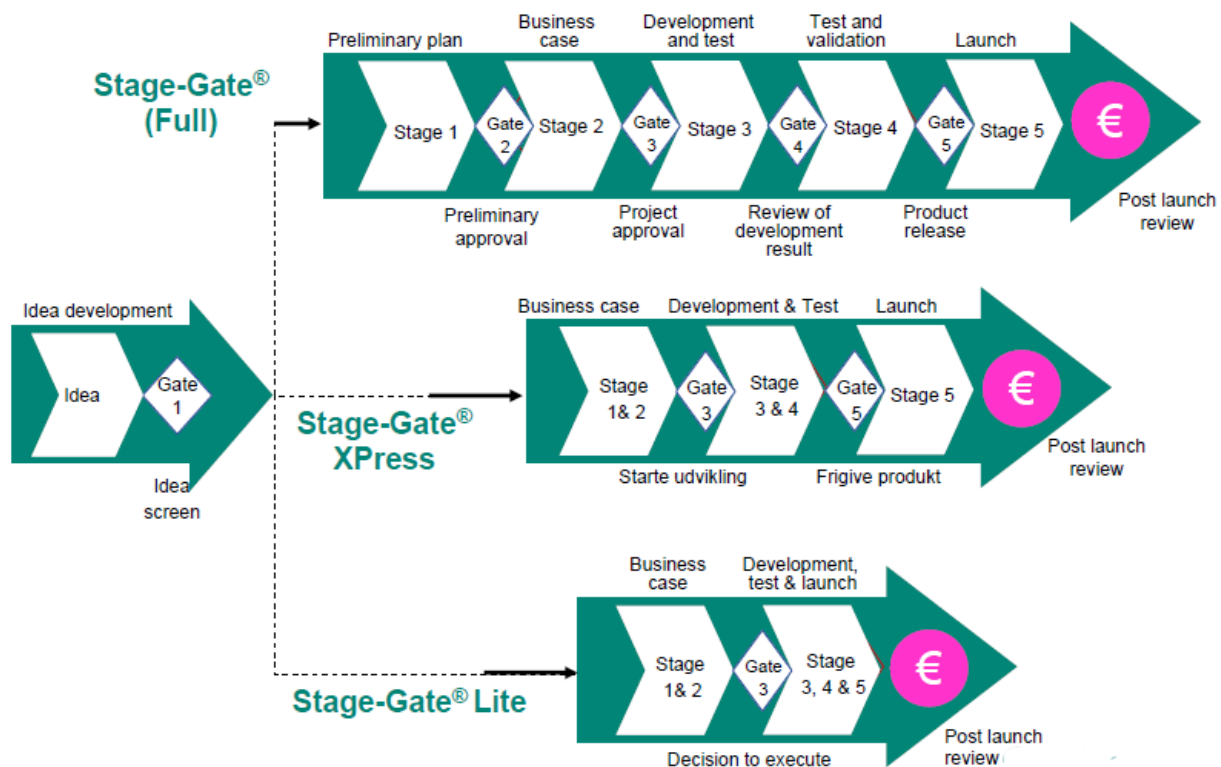
serão produzidos pela empresa. Assim, o processo de aprendizado da equipe responsável por um determinado produto permite realizar uma melhoria contínua nos novos produtos a serem desenvolvidos pela empresa.

(6) **Foco e gerenciamento eficaz do portfólio:** Boa parte das empresas tem dificuldade de definir o seu foco e a lista de produtos que fará parte de seu portfólio e mix de produtos, muitas vezes dispersando recursos que seriam melhor investidos se fossem concentrados nos projetos que poderiam dar o melhor retorno. Dessa forma, uma das estratégias seria o afinamento dos produtos que deveriam seguir adiante (estratégia defendida pelo Modelo do funil de desenvolvimento de Clack e Whelwright (ver item 4.1.3.).

(7) **O processo NexGen Stage-Gate® – um processo flexível, adaptável escalonável, eficiente e aberto de NDP:**

Muitas empresas tornam o processo de desenvolvimento bastante rígido pela demasiada burocracia e pela grande quantidade de formulários, reuniões, comissões,... no sentido oposto, empresas inovadoras e inteligentes, buscam remover do seu processo a ineficiência e os desperdícios de tempo. O modelo de alta produtividade, *Stage Gates*, proposto por Cooper, busca atender empresas de diversos setores, tipos de projetos e tamanho, uma vez que propõe um modelo aberto, dinâmico, flexível e escalonável entre em estágios distribuídos em três versões: *Stage gate full* (cinco estágios), *Stage Gates xpress* (três estágios) e *Stage Gate lite* (dois estágios).

Gráfico 53 – três versões de Stage Gates, Full, Xpress e Lite, proposto por Robert Cooper. Para adequação do modelo a diferentes riscos e níveis de projetos das empresas (fonte: Cooper, 2011, p4)



A partir desse gráfico compreendemos que a metodologia de projeto precisa permitir uma adequação a diferentes necessidades e níveis de complexidade de projeto e que o portão de revisão e aprovação passa a ser uma ferramenta fundamental para o gerenciamento e controle do desempenho do projeto.

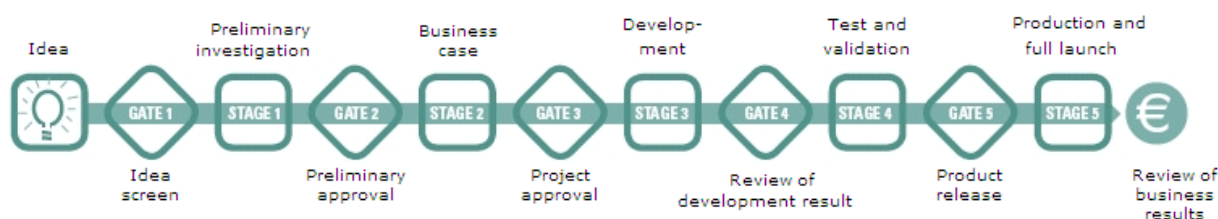
Arleth (2011, p1) apresentando os principais aspectos para o sucesso no processo de desenvolvimento de produtos, lista alguns que revelam a importância da tomada de decisão e da medição do desempenho das propostas. Entre elas podemos citar:

- É importante ter muitas avaliações de projetos e tomadas de decisão ao longo do processo para poder parar os projetos ruins e dar seguimento apenas em poucos e melhores projetos;
- Medir o desempenho do negócio durante e após o processo de desenvolvimento;

- c) A manutenção de um processo de desenvolvimento flexível adaptado para do projeto em questão.

Uma das contribuições citada pelo autor é do uso de um manual amigável na web com uma descrição precisa do processo *Stage-Gate* da empresa e listas de verificação para o que deve acontecer no vários "estágios" e "portas". Como apresenta o Gráfico 54:

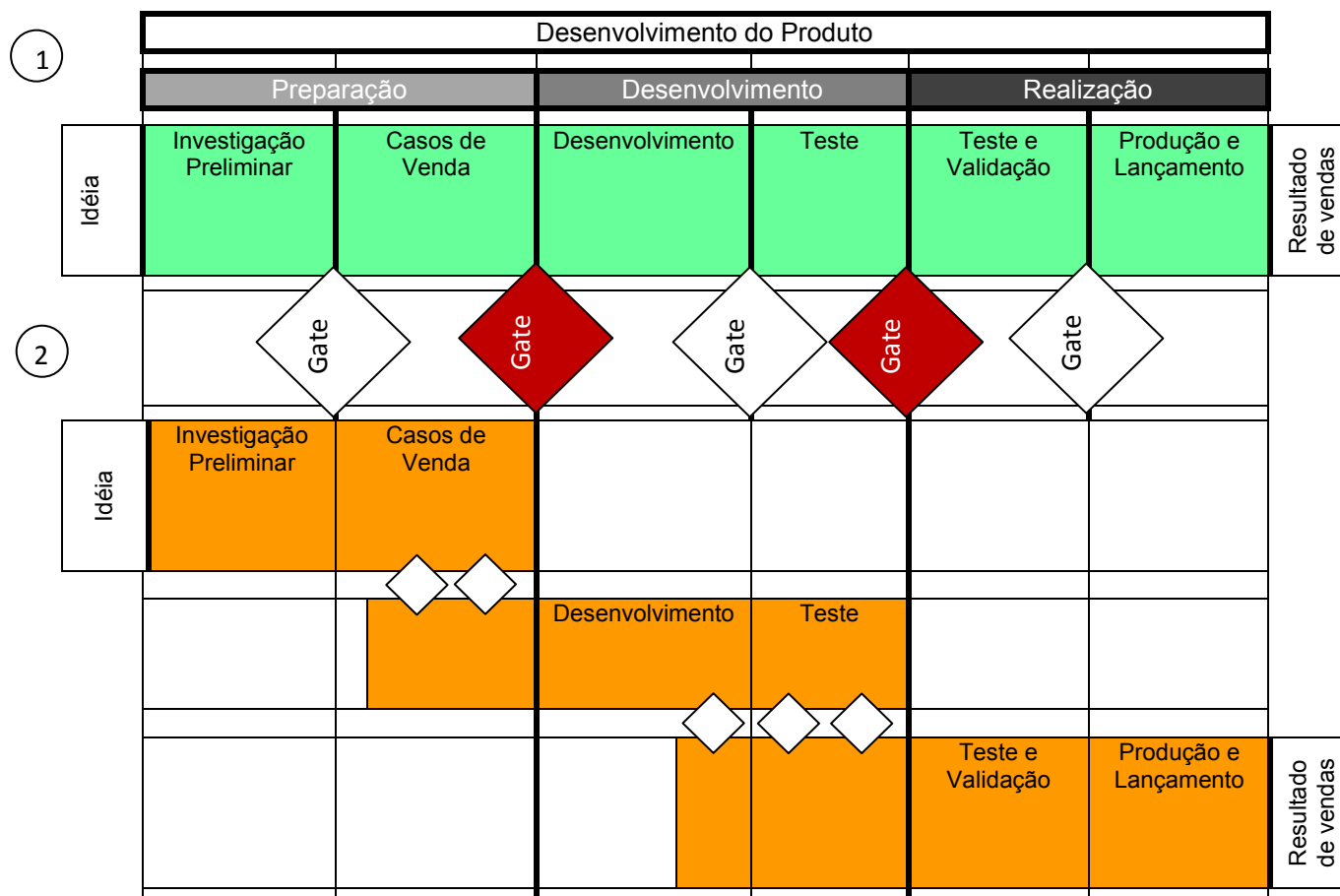
Gráfico 54 – Material de orientação do Stage Gates disponível na WEB (Cooper)



Stage	Submissão da ideia do produto	Stage 1: esborço	Stage 2: Plano de negócios	Stage 3: Desenvolvimento	Stage 4: Teste e validação	Stage 5: Produção completa e lançamento no mercado
Saídas do estágio	Razões pelas quais a ideia é boa	Definição do projeto preliminar	Um projeto bem fundamentado e plano de negócios	Preparação do plano de produto e de produção para o teste	Validade do Planos de produção e lançamento	Um negócio rentável e lições aprendidas
Os modelos de relatórios	Formulário de apresentação da ideias	stage1 - template. doc	Stage2 - template. doc	Stage3 - template. doc	Stage4 - template. doc	Stage5 - template. doc
Critérios para continuar ou parar	Critérios para avaliação de ideias	Critérios para iniciar em uma avaliação detalhada	Critérios para aprovação do plano de negócio	Critérios para avaliação do pós-desenvolvimento	Critérios para liberação do produto	Critérios para avaliação do pós-lançamento
Portão de Decisão	Decisão para fazer uma investigação preliminar	Decisão de construir um plano de negócios	Decisão de iniciar o desenvolvimento	Decisão de teste e validação	Decisão de iniciar a produção completa e lançamento	Conclusão do projeto

Assim, compreendermos que não basta criar uma boa metodologia, é necessário criar ferramentas que facilitem o acesso a informação, a sua compreensão e a sua utilização.

Gráfico 55 – (1) Modelo Stage Gates proposto por Robert Cooper (Cooper, 2011) e (2) Modelo Stage Gates adaptado a partir da terceira geração do modelo proposto por Cooper (fonte: Cooper, 1994, p.5) e da proposta de entrelaçamento das fases proposta por Pugh (fonte: Autor)



Para Rozenfeld (2006) tratando da importância da definição de Macro fases e fases no PDP, afirma que ao termino de uma fase (*gate*) um nível de evolução é atingido e uma análise satisfatória dos resultados permite que o projeto siga a um próximo patamar.

Assim, a definição desses marcos, bem como os resultados a serem atingidos em cada um deles, ajuda a gerenciar o projeto, permitindo inclusive, seguir ou não adiante, de acordo com os resultados alcançados em cada uma das fases de acordo com os critérios definidos anteriormente.

5.1.6. Desenvolvimento de produtos LEAN

Também conhecido como: manufatura enxuta ou como Sistema Toyota de Produção, pode ser descrita como uma filosofia de gestão focada na redução de desperdícios na produção, como: superprodução, tempo de espera, de transporte, excesso de processos e inventários, movimentação e defeitos, com foco na qualidade, tempo e custo de produção.

O modelo foi criado por Sakichi Toyoda (pai), Kiichiro Toyoda (filho) e Eiji Toyoda (sobrinho) ao longo de 25 anos. Apenas em 1972 o sistema foi implantado para a fabricação de motores e na linha de montagem da Toyota Japonesa.

Entre as ferramentas do modelo "Lean", temos: processos contínuos de análise (kaizen), produção "*pull*" (kanban) e processos de controle de falhas (Poka-Yoke).

Qualidade para o modelo Lean é a busca contínua de "defeito zero" e de solução para os problemas que originam esses defeitos, com objetivo de: (a) Minimizar desperdícios, (b) melhorar continuamente, (c) produzir exatamente o que foi encomendado (processo "*pull*"), também conhecido como fabricação Just in time (produção baseada na demanda), (d) ter uma produção flexível à quantidade e a (e) variedade de produtos.

Para Ullman "Em design e fabricação, o termo lean tornou-se sinônimo de minimização do tempo para fazer uma tarefa ou do material para fazer um produto" (ULLMAN, 2010, p.9).

Segundo Rozenfeld (2006) É uma das novas abordagens de desenvolvimento de produtos. Ela possui as seguintes características:

- Visão orgânica do processo, através da máxima simplificação e diminuição do formalismo do processo.
- Valorização dos trabalhos do time
- Foco nas atividades de prototipagem e testes

- Valorização na experimentação e aprendizagem
- Coordenador como motivador e orientador, busca de inovações constantes;
- Aprendizagem organizacional e gestão do conhecimento;
- Detalhes muito específicos (tolerâncias) ficam para o final, foco nos problemas do projeto.

Segundo Sayer e Williams (2007) tratando da metodologia Lean e de caminhos para melhorar o fluxo de valor nas atividades de produção em série, apresenta a filosofia Kaizen. Ela possui o seguinte significado para os japoneses: Kai, "mudança", e zen, "para ver", quando combinados, significam "mudar para melhor" ou "melhoria contínua".

Uma das principais estratégias de implementação dessa filosofia na indústria japonesa, foi trazida ao Japão por W. Edwards Deming, em 1950, e ficou conhecida como ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), ou seja, Planejar, Executar, Checar e Agir/Modificar.

Os autores apresentam os principais aspectos previstos para cada uma dessas fases do ciclo:

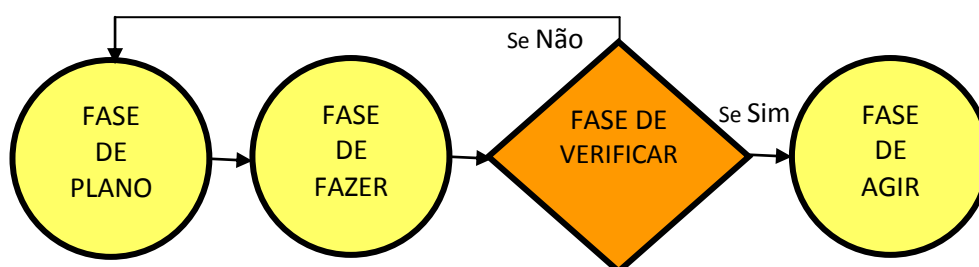
A Fase de Plano – Fase em que devemos descrever de forma objetiva o que e como desejamos fazer resolver o problema identificado, ou seja, o que precisa ser mudado, os passos necessários promover a mudança e os resultados esperados. Para isso, podem ser realizados teste, incluindo protótipos que permitam verificar e dimensionar as mudanças realizadas.

A Fase do fazer – Refere-se à implementação do plano ou a realização de protótipo de simulação em pequena escala e sob condições controladas. Nessa fase é esperado que se escolha um bom teste ou um protótipo adequado, ou seja, simples o suficiente para que se possa realizar um teste rápido e completo suficiente para apresentar resultados significativos e representativos do que se deseja implementar.

A Fase de verificar – Essa fase serve para examinarmos os resultados dos testes ou protótipo com a intenção de quantificar em que grau as alterações realizadas melhoraram o processo ou produto. Essa avaliação usa métodos estatísticos para verificar se as alterações geraram resultados válidos, nesse caso o projeto prossegue para a fase de agir, caso contrário retorna para planejar.

A Fase de Agir – Nessa fase deve-se implementar as mudanças válidas, ou seja, aplicar as modificações no processo ou produto, monitorando para que se mantenham os resultados esperados.

Gráfico 56 – Síntese da metodologia PDCA (fonte: autor)



Ao analisarmos essa estrutura, verificamos que ela está bastante adequada ao que propõe a metodologia mediada por protótipos, uma vez que: (a) na **fase de fazer** buscamos caminhos para realizar as simulações e teste, e o protótipo surge como a ferramenta mais adequada, fazendo com que nosso aplicativo possa contribuir com essa escolha e (b) na **fase de verificar**, se propõe a aplicação de avaliações para verificação e análise dos resultados, de forma a aprovar ou repetir o ciclo iterativo.

Alguns aplicativos permitem gerenciar o fluxo das atividades do LEAN, mapear o processo, simulações e análises, os principais são: iGrafx Flowcharter (www.igrafx.com); eVSM (www.evsm.com) e LeanView (www.osqi.com).

5.1.7. Abordagem do design for SIX Sigma (DFSS)

O DFSS (*Design for Six Sigma*) é uma metodologia focada na qualidade e na redução custos dos projetos de novos agregando valor por meio de inovações e da busca ao atendimento das necessidades dos clientes. Ela foi criada pela Motorola em 1986 e ganhou destaque com o sucesso da estratégia de negócios da General Eletric em 1995.

Segundo Ullman (2010, p.10) o *Six Sigmas* foi desenvolvido na Motorola na década de 1980 e popularizado em década de 1990. Esse busca incorporar práticas no design que os torne cada vez com maior qualidade.

O DFSS faz uso da metodologia DMADV (definição, medição, análise, projetos e verificação), de ferramentas estatísticas e também de algumas ferramentas analíticas para o auxílio na tomada de decisão, entre elas: QFD (*quality function deployment*), VOC (voz do cliente), VA (análise de valor/*trimming*), RE (engenharia robusta – método Taguchi) e TD (projeto de tolerâncias – método Taguchi).

George (2002, p.18) aponta o fator principal de sucesso do SIX SIGMA:

(1) Foco nos clientes: Observar o que o cliente diz e o que ele quer, transformar sua voz em requerimentos mensuráveis, definir quais deles são mais importantes e projetar um produto que atenda os requerimentos definidos.

Segundo George (2002, p. 27) uma das ferramentas usadas para no método SIX SIGMA tem sido aplicada pela Motorola, ela é dividida em cinco fases de resolução de problemas, normalmente referido pela sigla DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar).

(a) **Definir:** Esclarecer os objetivos e o valor do projeto, definindo os requerimentos necessários e um projeto para o processo de resolução de problemas.

(b) **Medir:** Fase em que se recolhem todos os dados que permitam reunir e dimensionar o problema.

- (c) **Analisar:** Nessa fase, deve-se analisar os dados coletados para compreender os problemas, definindo caminhos para solução do problema e ordem de prioridade.
- (d) **Melhorar:** Nessa fase, busca-se implementar mudanças que resolvam os problemas de qualidade e de velocidade de processo.
- (e) **Controle:** Nessa fase, no momento em que se alcança o grau de qualidade desejado, busca-se criar ferramentas de controle que mantenham o estado atual atingido, aferindo e corrigindo problemas.

Segundo Ullman (2010, p.10), tratando do DFSS, aponta as dez melhores práticas de design:

1. Considere o ciclo vida do produto inteiro.
2. Uso e apoio de equipes de projeto
3. Os processos são tão importantes quanto os produtos.
4. Atenção no planejamento às tarefas centradas na informação.
5. Desenvolvimento de requisitos do produto cuidado.
6. Incentivo às múltiplas gerações e avaliação de conceitos.
7. Consciência do processo de tomada de decisão
8. Projeto para qualidade durante todas as fases do processo de Design
9. Desenvolvimento simultâneo de produto e processo de fabricação.
10. Ênfase na comunicação da informação correta para as pessoas certas no momento certo.

Ao analisarmos o DFSS visualizamos alguns aspectos também considerados fundamentais para a nossa metodologia de design, um design centrado no cliente/usuário, definição de requisitos, foco na tomada de decisões e fases que incluem medir e avaliar como etapas fundamentais do processo.

5.1.8. Abordagens do modelo da maturidade (CMMI do SEI) e (OPM3 da PMI)

O CMMI, (*Capability Maturity Model Integration*) ou Modelo de Maturidade em Capacitação Integração, foi construído a partir das melhores práticas de desenvolvimento e manutenção de produtos.

O CMMI foi criado dos estudos de William Edwards Deming, Philip Crosby e Joseph Moses Juran e na década 1980 foram usados como modelo para avaliação de risco na contratação de empresas de software pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos.

O CMMI foi desenvolvido pelo SEI (Software Engineering Institute) da Universidad Carnegie Mellon tem ênfase tanto em engenharia de sistemas quanto em engenharia de software e tem como meta estabelecer um modelo único para o processo de melhoria corporativo, integrando diferentes modelos e disciplinas.

O CMMI tem como origem três outros modelos de maturidade: SW-CMM (SEI Software CMM), EIA SECM (Electronic Industries Alliances's Systems Engineer Capability Model) e IPD-CMM (Integrated Product Development CMM).

Rozenfeld (2006) define as principais finalidades do modelo do CMMI e do *Software Engineering Institute* (SEI):

- Sistematização do desenvolvimento em atividades e fases (por área de conhecimento)
- Medição de níveis de maturidade através de indicadores
- Parte do princípio que nem todas as empresas precisam estar no nível mais alto de excelência (custos altos)
- Definição do nível adequado a ser atingido por cada empresa. Concentração de esforços nos níveis adequados.

Segundo a PMI (2003), um dos métodos usados para o gerenciamento da maturidade nos PDP é o *Organizational Project Management Maturity Model* (OPM3), desenvolvido pelo Project Management Institute

(PMI). Ele abrange uma ampla gama de categorias de gestão do PDP, entre elas:

- Utilize métricas de desempenho
- Controlar e melhorar continuamente os processos
- Desenvolver compromisso com a gestão de projetos
- Priorizar projetos e alinhá-los com a estratégia organizacional
- Utilizar os critérios de sucesso para continuar ou encerrar projetos

Um dos objetivos do método é fornecer os meios para medir o desempenho do projeto e criar metas a serem alcançadas, contribuindo definir o ponto de maturidade do projeto.

Para Rozenfeld (2006, p.483) o controle da maturidade do projeto pode ser feito através da medição, que é praticada no momento em que adotamos o conceito de *Gates*, nesse caso é necessário adotar um sistema de **indicadores de desempenho** até que o mesmo atinja os resultados esperados. Para se chegar aos resultados esperados é claro será necessário periodicamente checar o estágio de maturidade atual, o que pode ser feito através dos ciclos iterativos.

O PMI (2003) tratando desses indicadores de desempenho, afirma que:

O Key Performance Indicator (KPI) é um critério pelo qual uma organização pode determinar, quantitativa ou qualitativamente, se o resultado associado com uma capacidade existe ou o grau para o qual exista. A chave Indicadora de Desempenho pode ser uma medida direta ou uma avaliação de peritos.
(PMI, 2003, p.15)

Rosenfeld et al. (2006, p.484) define cinco níveis de controle de maturidade no PDP:

(1) **Básico** > Realiza apenas algumas funções básicas do PDF. Na fase de desenvolvimento seriam: A definição de requisitos, concepções, uso de CAC, dimensionamento de itens, Uso dos requisitos para

homologação do produto, análise do ciclo de vida, aprovação simples nas fases (*gates*), produção e homologação de lote piloto.

- (2) **Intermediário** > As atividades são padronizadas e os resultados são previsíveis com uso de métodos e ferramentas de desenvolvimento PDP. Na fase de desenvolvimento seriam: Modelagem funcional, princípios de solução, aplicação de DFX, QFD, FMEA, CAPP e PDM, utiliza CAE para inspeção, integra parceiros e detalha fabricação e montagem, usa Gates com critérios predefinidos, monitora e acompanha indicadores do processo continuamente.
- (3) **Mensurável** > Utiliza indicadores para medir o desempenho e a qualidade dos resultados. Possui indicadores de desempenho em todas as todas as atividades do PDP.
- (4) **Controlado** > Trabalha de forma sistemática para corrigir etapas que se desviaram dos valores dos indicadores estabelecidos em todas as fases do PDP.
- (5) **Melhoria contínua** > institucionalização e integralização de processos de Gerenciamento de mudança de engenharia, melhoria incremental e processos de transformação do PDP.

Segundo o PMI (2003) O conceito de estágios e melhoria contínua foi popularizado e se tornou um padrão na indústria a partir do trabalho de W. Edwards Deming na década de 1930. Ele pregava o emprego das seguintes etapas sequenciais de melhoria: 1) Padronizar, 2) Medir; 3) Controlar e 4) Melhorar continuamente.

Segundo Chrissis Et al. (2003) a validação de requisitos é feita no início do desenvolvimento para assegurar que os requisitos são capazes de guiar uma validação final do produto bem sucedido. As organizações para isso normalmente realizam análises, simulações ou protótipos para assegurar que os requisitos irão satisfazer as necessidades e expectativas das partes interessadas.

Nesse sentido os autores recomendam explorar a adequação e integridade dos requisitos de desenvolvimento de produtos representações (por exemplo, protótipos, simulações, modelos, cenários e *storyboards*) e para obter um *feedback* sobre eles a partir de partes interessadas relevantes.

Para Rosenfeld et al. (2006) o processo evolutivo da maturidade não é linear, e sim cíclico, passando pelas etapas de compreender a motivação das melhorias, analisar a situação atual, definir ações para realizar e implantar as transformações planejadas no PDP.

O autor apresenta uma planilha com os níveis de maturidade para cada atividade do PDP. Na planilha os níveis de maturidade usados se referem aos níveis apresentados anteriormente e aos seus subníveis:

	Nível	Sub-nível	Área do conhecimento
1	Básico	1.1	Engenharia de produto
		1.2	Marketing e Qualidade
		1.3	Eng. de processos, produção e suprimentos
		1.4	Gestão de projetos e custos
2	Intermediário	2.1	Engenharia de produto
		2.2	Marketing e Qualidade
		2.3	Eng. de processos, produção e suprimentos
		2.4	Gestão de projetos, custos e meio ambiente
3	Mensurável	3	Todas as atividades de gestão de projetos, realiza Gates de projetos com critérios pré-definidos, monitora continuamente custos, riscos, acompanha indicadores, considera o desenvolvimento sustentável
4	Controlado	4	Todos os indicadores de desempenho para todas as atividades
5	Melhoria Contínua	5	Ciclo de transformação do PDP integrado ao Ciclo de melhoria incremental, ao gerenciamento de mudanças e ao planejamento do projeto

Tabela 84 – Planilha para avaliação dos níveis de maturidade do PDP (fonte: Rozenfeld et al., 2006, p.520)

Macrofases/ Fases / Atividades	Áreas de conhecimento								Níveis de maturidade					versões										
	PROJETO	AMBIENTE	MARKETING	ENG. PROD.	ENG. PROC.	PRODUÇÃO	SUPRIMENTOS	QUALIDADE	CUSTOS	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.5	1	2	3	4		
Macrofase: Desenvolvimento 1/3																								
Fase: Projeto Informacional																								
Atualizar o plano do projeto Informacional																					X	X		
Revisar e atualizar o escopo do produto																					X	P		
Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes																					X	P		
Identificar os requisitos dos clientes do produto																					X	P		
Definir requisitos do produto																					X	P		
Definir Especificações da meta do produto																					X	X		
Monitorar a viabilidade econômica-financeira do produto																					X			
Avaliar fase																					X			
Aprovar fase																					X			
Documentar decisões tomadas e registrar aprendidas																					X			
Fase: Projeto Conceitual																								
Atualizar plano do projeto conceitual																					X			
Modelar funcionalmente o produto																					X	P		
Desenvolver princípios de solução para as funções																					X	P	P	
Desenvolver as alternativas de solução para o produto																					X	P	P	
Definir arquitetura para o produto																					X	P	P	
Analisar sistemas, sub-sistemas e componentes (SSC)																					X	P	P	
Definir ergonomia e Estética																					X	X	P	
Definir fornecedores e parceiros de co-desenvolvimento																					X	X		
Selecionar a concepção do produto																					X	X	P	
Planejar o processo de manufatura macro																					X	P	P	
Atualizar o estudo de viabilidade econômica																					X	X	P	
Monitorar a viabilidade econômica-financeira do produto																					X	X	P	
Avaliar fase																					X	P		
Aprovar fase																					X	X	P	
Documentar decisões tomadas e registrar aprendidas																					X	X	X	

Outros modelos como *usability-maturity-model* (UMM) e *Human-Centredness Scale* (INUSE) procuram dimensionar o nível de maturidade das empresas no uso de parâmetros de usabilidade como qualidade de uso, foco no usuário, envolvimento do usuário, iteração, projeto centrado nos usuários,...

Dessa forma, compreendermos que o conhecimento dos processos de controles de maturidade para seleção de alternativas, aprovação de fase e tomada de decisão, pode se torna uma ferramenta importante também em apoio ao gerenciamento do processo de design. Seja a partir de uso de softwares, seja a partir de uso de planilhas de controle e acompanhamento.

2 O segundo passo foi definir quais seriam as micro fases dessa metodologia, para isso na sessão 3.1 (p.34), estruturamos um gráfico comparativo entre as metodologias de: Loback (2001), Cross (2005), Rozenfeld (2007) e Ullman (2010) e agrupamos todas as micro fases em grupos por semelhança de atividade e definimos categorias para esses blocos.

(a) Microfases de preparação foram criadas as seguintes categorias:

(1) Compreensão do Cenário, Mercado e Competidores, (2) compreensão da empresa e Indústria, (3) Compreensão do produto e (4) Compreensão do usuário.

(b) Microfases de desenvolvimento, utilizamos os princípios pesquisados em nossa fundamentação e que se tornaram a filosofia da metodologia de design mediada por protótipos. A proposta de uma metodologia de design centrada no protótipo, ou seja, desenvolvendo ciclos iterativos contínuos com a utilização dos protótipos. Sendo assim, utilizamos as seguintes fases de um processo de design iterativo: (1) Gerar, (2) Construir e (3) Avaliar e (4) Selecionar/Aprovar, e agrupamos todas as micro fases dos autores pesquisados nessas categorias.

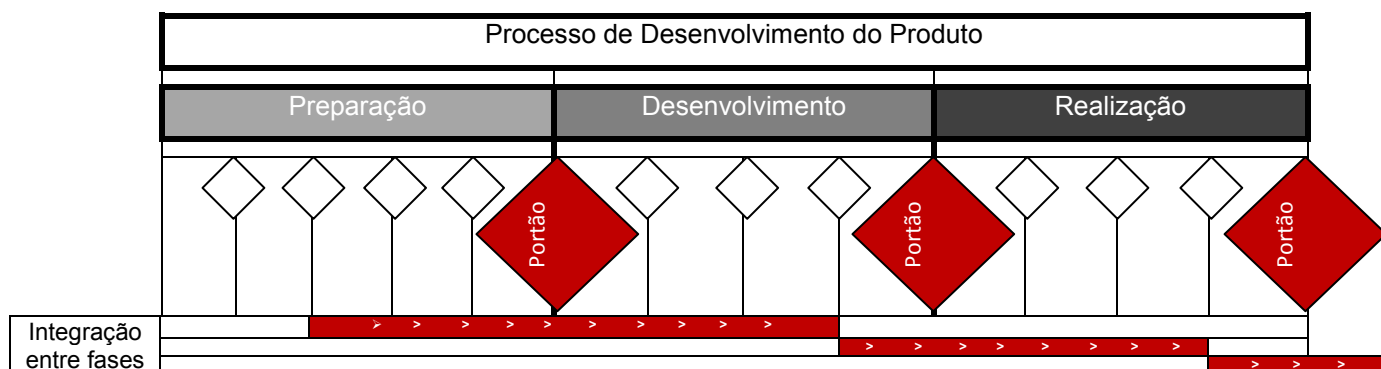
(c) Microfases de realização, Utilizando os mesmos princípios de ciclos iterativos, considerando que esses prosseguem nessa fase, contudo, acrescentando a necessidade de detalhamento da alternativa escolhida e de documentar ao final, sendo assim, temos: (1) Detalhar, (2) Construir, (3) Testar/avaliar e Documentar/Aprovar.

Ao estruturarmos esse gráfico comparativo, definirmos categorias e alocarmos as micro fases dos autores pesquisados nestas, podemos evidenciar que alguns autores não atendiam os preceitos da metodologia de ciclos iterativos.

O que pode ser reforçado com o quadro de utilização de protótipos da sessão 3.1, etapas de design, que constata que poucos autores fazem

uso da atividade de prototipagem em suas metodologias, e nelas quase sempre elas estão previstas para as fases finais do processo de design.

Gráfico 58 – Portões e integração na metodologia mediada por protótipos (fonte: autor)



- 3** O terceiro passo foi aplicar os princípios estudados da sessão 5.1.5, (p.244) abordagem *Stage-Gates* de Cooper, que revelam a importância do processo de tomada de decisão, da necessidade medição e acompanhamento contínuo do processo de design, na definição de micro e macro portões de aprovação entre fases.

Os micro portões estariam na passagem de uma micro fase de design para outra, ou seja, exigiriam uma revisão, avaliação e aprovação para o fechamento da atividade prevista para ela.

Os macros portões ocorreriam nas passagens de uma macro fase para outra e exigiriam a revisão de todos os resultados das micro fases. Por exemplo, na fase de preparação, seria necessário revisar todos os dados das pesquisas, dos testes e avaliações realizadas, para a definição de requisitos projetuais, pesos (para esses requisitos) e metas as serem atingidas durante o processo de design e passagem de fase.

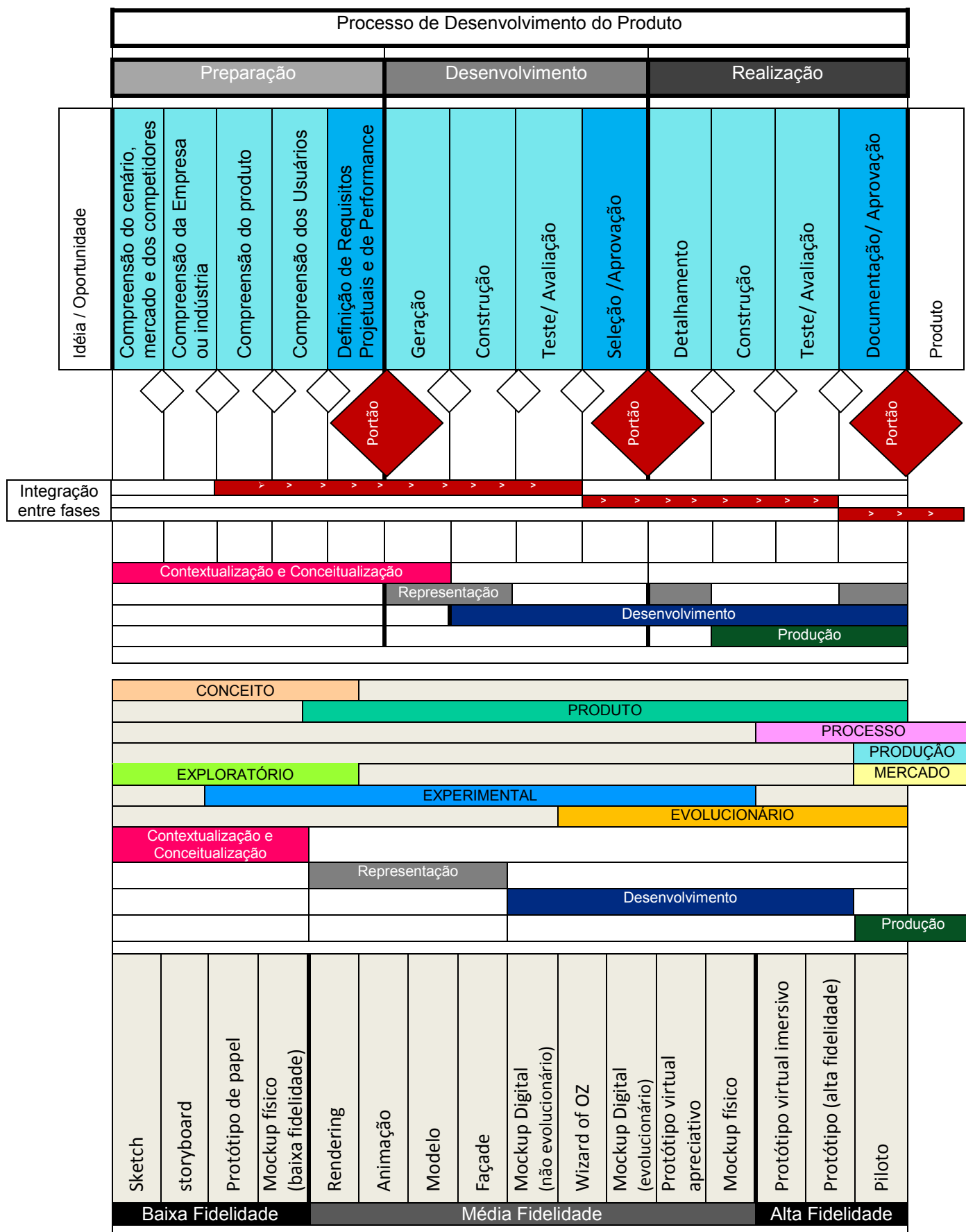
- 4** O quarto passo foi propor na metodologia, caminhos para integração entre as micros e macro fases do processo. Para isso, usamos os conhecimentos pesquisados na sessão 5.1.2 (p.236), Modelos de Engenharia Simultânea (Total Design) e da terceira geração do modelo de Cooper (p.239) que se utiliza da estratégia de entrelaçamento das fases como caminho para reduzir o ciclo de design, reduzir tempo e

custo, integrar equipes, antecipar problemas e conhecimentos entre as fases, necessárias inclusive para aprovação nos portões (*gates*).

Nesse sentido, entre as possibilidades de integração temos:

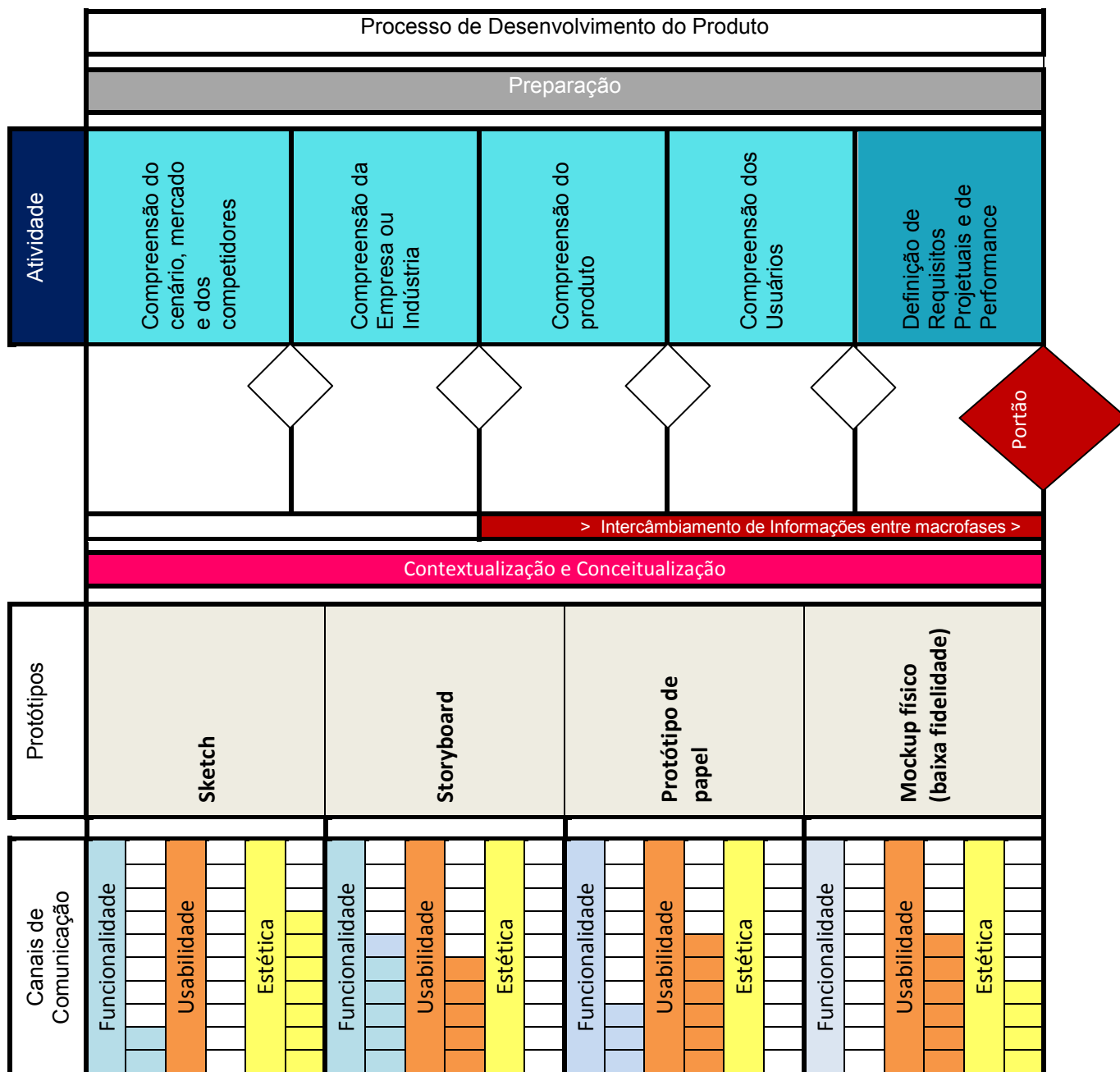
- (1) **Integração na fase de Preparação:** Antecipação de algumas avaliações com usuários para definir pesos e preferências antes de definimos os requisitos e sua hierarquia; antecipação dos primeiros *sketches* para registro de ideias à medida que os requisitos vão sendo definidos; antecipação da produção de protótipos de baixa fidelidade para avaliação e definição de aspectos básicos do projeto.
 - (2) **Integração na fase de desenvolvimento:** Antecipação dos testes volumétricos para verificações estéticas, funcionais e ergonômicas. Esses poderiam auxiliar a escolha da melhor forma, funcionamento e usabilidade para uma tomada de decisão e antecipação da modelagem virtual, análises virtuais e impressões 3D para realização de testes físicos, à medida que as alternativas finais do projeto forem definidas, para antecipação de problemas antes do portão (*gate*) de macro fase e do processo de tomada de decisão final.
 - (3) **Integração na fase de realização:** Antecipação de testes de produção na indústria, realizar manufaturas rápidas para compreender problemas que poderiam ser percebidos apenas na fabricação em série e Antecipação de testes de mercado, com protótipos de mercado, para antecipar problemas de distribuição e de a aceitação do produto pelo usuário e mercado.
- 5** **O quinto passo** foi relacionar toda a fundamentação das sessões 4.10. Função comunicativa dos protótipos, 4.6. Nível de fidelidade dos protótipos; 4.8. Finalidade dos protótipos; 4.9. Propósitos dos protótipos e 4.10. Estágios dos protótipos, com os tipos de protótipos e as micro fases do processo de design. O objetivo é relacionar que protótipos devem ser usados em cada micro fase, necessidade comunicativa, propósito e estágio do processo.

Gráfico 59 – Painel completo da metodologia mediada por protótipos (fonte: autor)



- 6 O sexto passo foi relacionar os nível de comunicação (funcionalidade, usabilidade e estética) aos tipos de protótipo nas 3 macrofases.

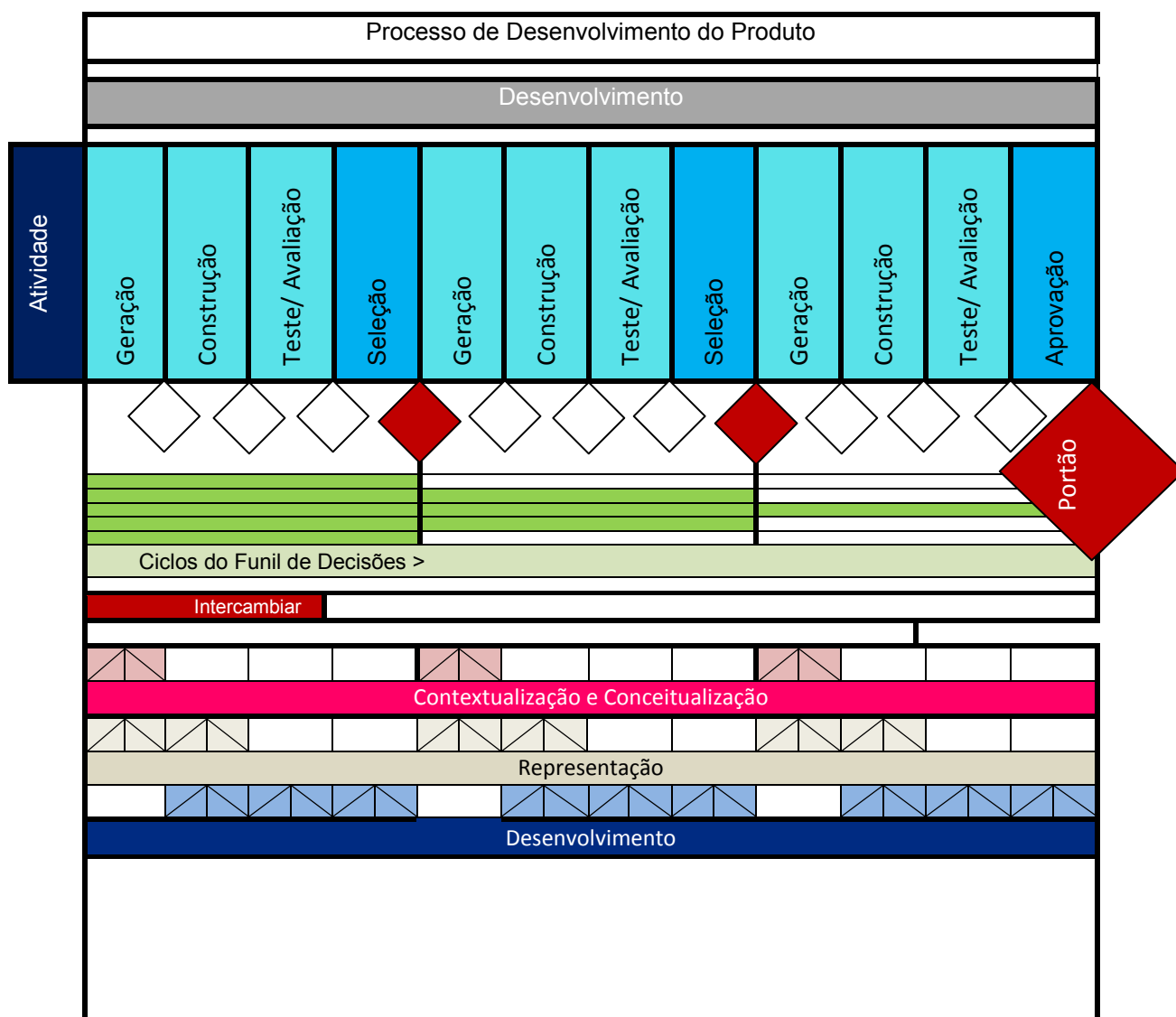
Gráfico 60 – Fase de preparação da metodologia mediada por protótipos (fonte: autor)

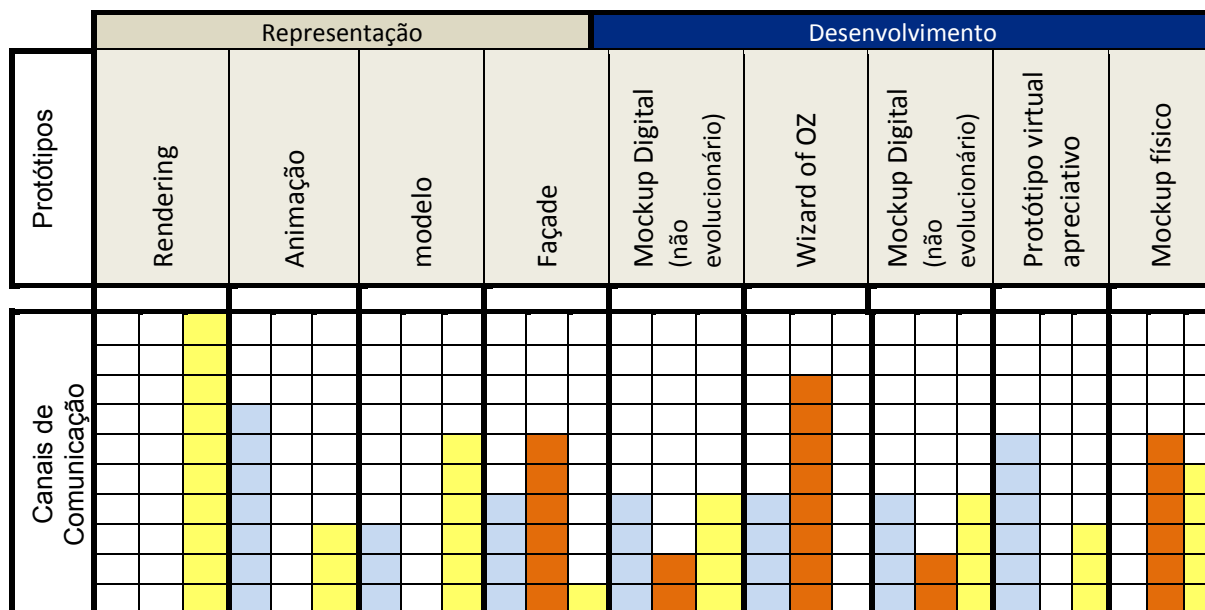


- 7** O sétimo passo relacionamos a pesquisa das sessões 5.1.3. Modelo do funil de desenvolvimento de Clark (p.240). e Wheelwright e 5.1.4. Abordagem *Phase Review* de McGrath (p.241), para definição de ciclos iterativos com funil de decisões para seleção gradativa das alternativas que seguiriam adiante no processo de design.

Usando também os conhecimentos da sessão 3.2.4 Indicador da divisão de problemas em subproblemas (p.59), para dividir os problemas em subproblemas, conhecer os problemas e as soluções individuais para depois chegar às soluções gerais, ou seja, o projeto em subáreas (ex: interface, gráfico e digital), os componentes em subcomponentes (relógio, fone, acessórios),...

Gráfico 61 – Fase de desenvolvimento da metodologia mediada por protótipos (fonte: autor)





Com base nesse conhecimento, também configuramos na fase de desenvolvimento de nossa planilha de acompanhamento do PDP (ver sessão 6.2), uma estrutura que permite trabalhar com os subproblemas para se chegar as subsoluções e adiante conduzir esse conhecimento para as soluções gerais.

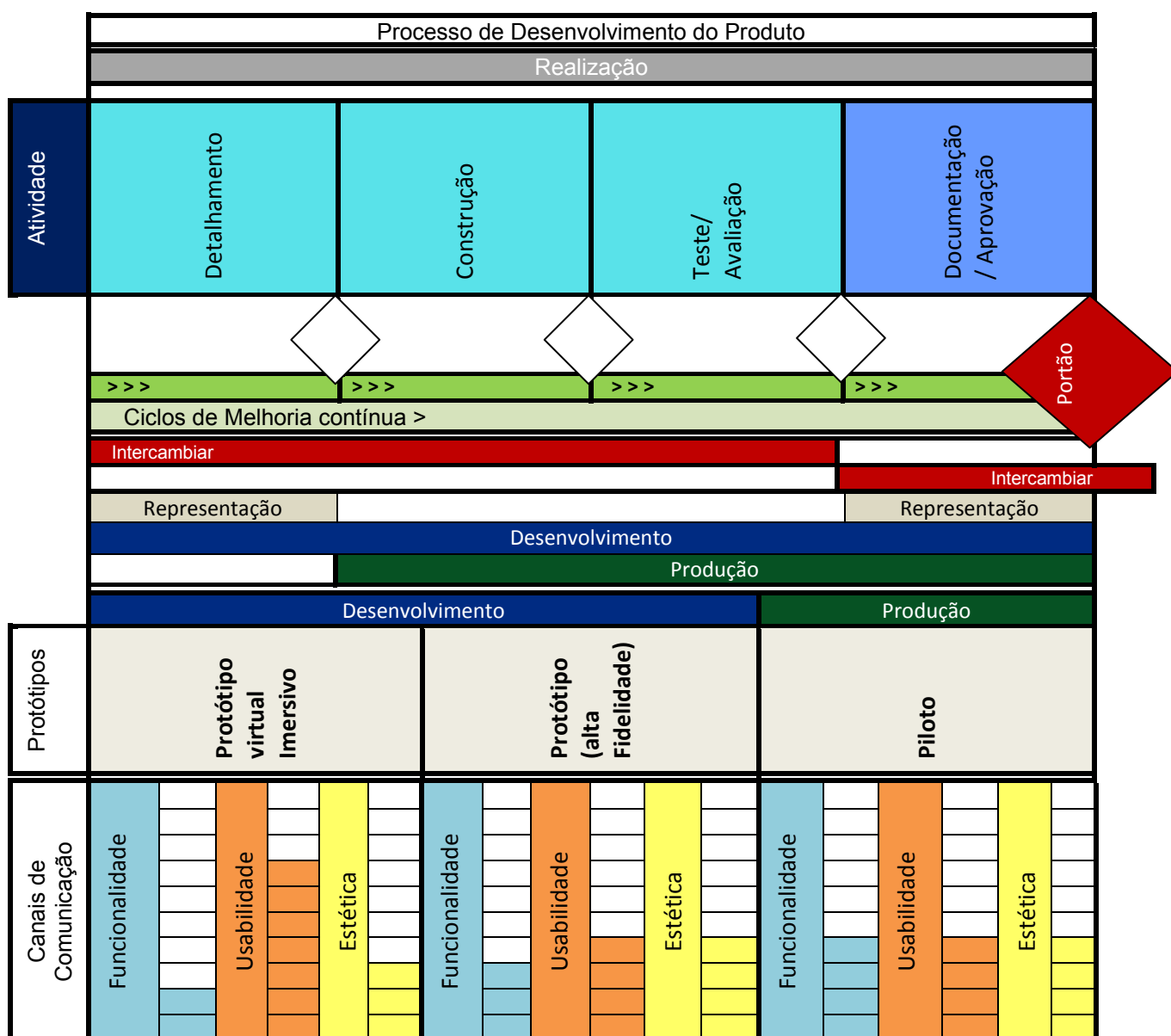
Gráfico 62 – Planilha da metodologia mediada por protótipos (fonte: autor)

Processo de Desenvolvimento de Produtos																				
Construção/ Avaliação												Seleção		Geração		Construção		teste/ Avaliação		
nativas												área	Requisito	Peso	Alternativas					
sub-grupo 4				sub-grupo 5				sub-grupo 6							A	B	C	D	E	F
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D									
												0	requisito 01	0						
												0	requisito 02	0						
												0	requisito 03	0						
												0	requisito 04	0						
												0	requisito 05	0						
												0	requisito 06	0						
												0	requisito 07	0						
												0	requisito 08	0						
												0	requisito 09	0						
												0	requisito 10	0						
												0	requisito 11	0						
												0	requisito 12	0						
												0	requisito 13	0						
												0	requisito 14	0						

Observamos que ao analisar, pontuar cada alternativa do subproblema e eleger as melhores subsoluções, podemos passar para a fase de análise de alternativas completas ou continuar desenvolvendo novos ciclos na fase de subproblema até que todas as subsoluções tenham atingido a maturidade.

Na macro fase final (Gráfico 63), podemos observar a relação da finalidade da prototipagem, ou seja: Contextualização/ Conceitualização, Representação, Desenvolvimento e Produção, com os tipos de protótipos, bem como, a possibilidade de integração (de intercambiar) com produção e com as avaliações de mercado.

Gráfico 63 – Fase de preparação da metodologia mediada por protótipos (fonte: autor)



Além da proposta esquemática, do embasamento e das orientações para utilização da metodologia, acreditamos que sua utilização poderia ser maximizada com a construção de um aplicativo. Com esse intuito, na sessão seguinte apresentaremos a construção do aplicativo, sua estrutura e seu emprego na atividade projetual.

6.2. Construção da Ferramenta Digital

Figura 68 e Figura 69 – proposta da interface do aplicativo e sua utilização no celular (fonte: autor)



Como ferramenta de apoio e acompanhamento da metodologia de design mediada por protótipos, elaboramos um aplicativo para web. O aplicativo auxilia o designer em dois momentos fundamentais da nossa metodologia:

- (1) **Na fase de construção:** momento em que se faz necessário a escolha do protótipo adequado à fase de design, considerando todos os aspectos de nossa pesquisa (canais de comunicação, finalidade, propósito e estágio).

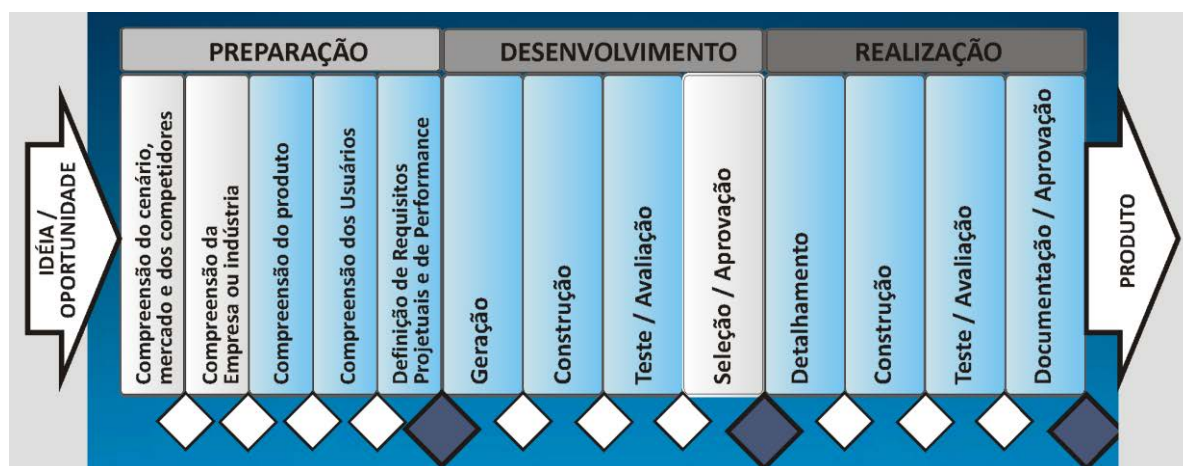
(2) **Na fase de avaliação:** Momento em que precisamos utilizar um método adequado ao que pretendemos avaliar e selecionar, e por isso, se faz necessário uma orientação de como utilizar os protótipos para realização dessas avaliações.

O aplicativo possui a seguinte sequência de interação:

- A** Fase Preliminar: O designer precisa escolher se quer construir protótipos ou se quer realizar uma avaliação com uso de protótipos



- B** Fases do Design: Ao ser apresentada às macro e micro fases da metodologia de projeto, o designer precisa indicar em que fase do design se encontra.



Para cada macro fase e micro fase está previsto a aplicação de um tipo de protótipo mais adequado à finalidade da fase, baseado na atividade, no nível de fidelidade do protótipo, no tempo e no custo para sua execução. Dessa forma, ao selecionarmos uma micro fase da macro fase, estamos ao mesmo tempo filtrando o grupo de protótipos de que poderá ser utilizado.

- C Área do Design: Nessa fase é necessário escolher em área do design estamos trabalhando e pretendemos aplicar o protótipo.



O sistema do aplicativo filtra os protótipos no banco de dados usando os dados da planilha da sessão 4.8 (p.232), área do design e apresenta os selecionados no quadro inferior do aplicativo.

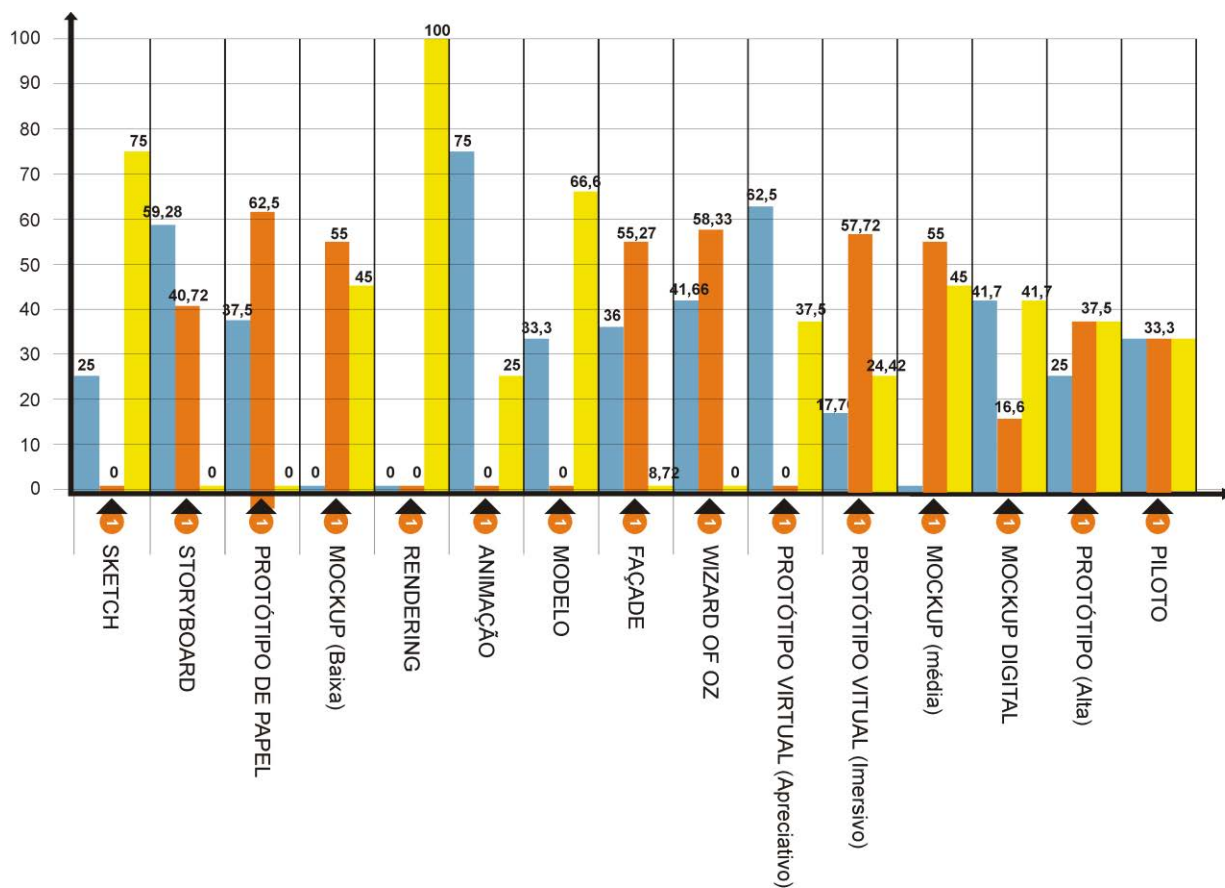
DIGITAL															
GRÁFICO															
PRODUTO															
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade								Alta Fidelidade			



- D** Canal de Comunicação: Deve-se indicamos um ou mais canais de comunicação que se deseja avaliar.



O sistema do aplicativo filtra os protótipos com base no banco de dados usando os dados do gráfico da sessão 4.3 (p.135), classificação dos protótipos e apresenta os protótipos que atendem aos canais selecionando, classificando-os em ordem decedentes (o de maior porcentagem para o menor).



E Finalidade do Protótipo: Ao escolhermos uma micro fase só estará disponível a finalidade de protótipos correspondentes a ela. Caso haja mais de uma, é necessário escolher a finalidade de realização do protótipo.



O sistema do aplicativo filtra os protótipos com base no banco de dados usando os dados do Gráfico 81 da sessão 4.8 (p.233), finalidade dos protótipos e apresenta os protótipos que atendem a finalidade selecionada.

Contextualização e Conceitualização															
		Representação					Desenvolvimento					Produção			
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade								Alta Fidelidade			

- F** Propósito do Protótipo: Novamente o designer deve indicar, dentre os propósitos de prototipar disponíveis, qual o que deseja, para que o aplicativo aplique um novo filtro para indicação do protótipo.



O sistema do aplicativo filtra os protótipos com base no banco de dados usando os dados do Gráfico 82 da sessão 4.09 propósito dos protótipos (p.237) e apresenta os protótipos que atendem ao propósito selecionado.

CONCEITO		PRODUTO											PROCESSO		PRODUÇÃO	MERCADO
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto	
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade									Alta Fidelidade			

- G** Estágio do Protótipo: aqui, deve-se selecionar um estágio de design. A partir deste um novo filtro de protótipos será aplicado.



O sistema do aplicativo filtra os protótipos com base no banco de dados usando os dados do Gráfico 83 da sessão 4.10, estágio dos protótipos (p.239) e apresenta os protótipos que atendem a ao estágio selecionando.

EXPLORATÓRIO															
EXPERIMENTAL										EVOLUCIONÁRIO					
Sketch	storyboard	Protótipo de papel	Mockup físico (baixa fidelidade)	Rendering	Animação	modelo	Façade	Mockup Digital (não evolucionário)	Wizard of OZ	Mockup Digital (evolucionário)	Protótipo virtual apreciativo	Mockup físico	Protótipo virtual imersivo	Protótipo (alta fidelidade)	Piloto
Baixa Fidelidade				Média Fidelidade							Alta Fidelidade				

O aplicativo lista os protótipos na ordem dos que melhor atendem o nosso objetivo. No quadro abaixo, serão listados todos os métodos e técnicas disponíveis para construção do protótipo indicado.

Figura 70 – Apresentação dos resultados do protótipo e métodos selecionados (fonte: autor)

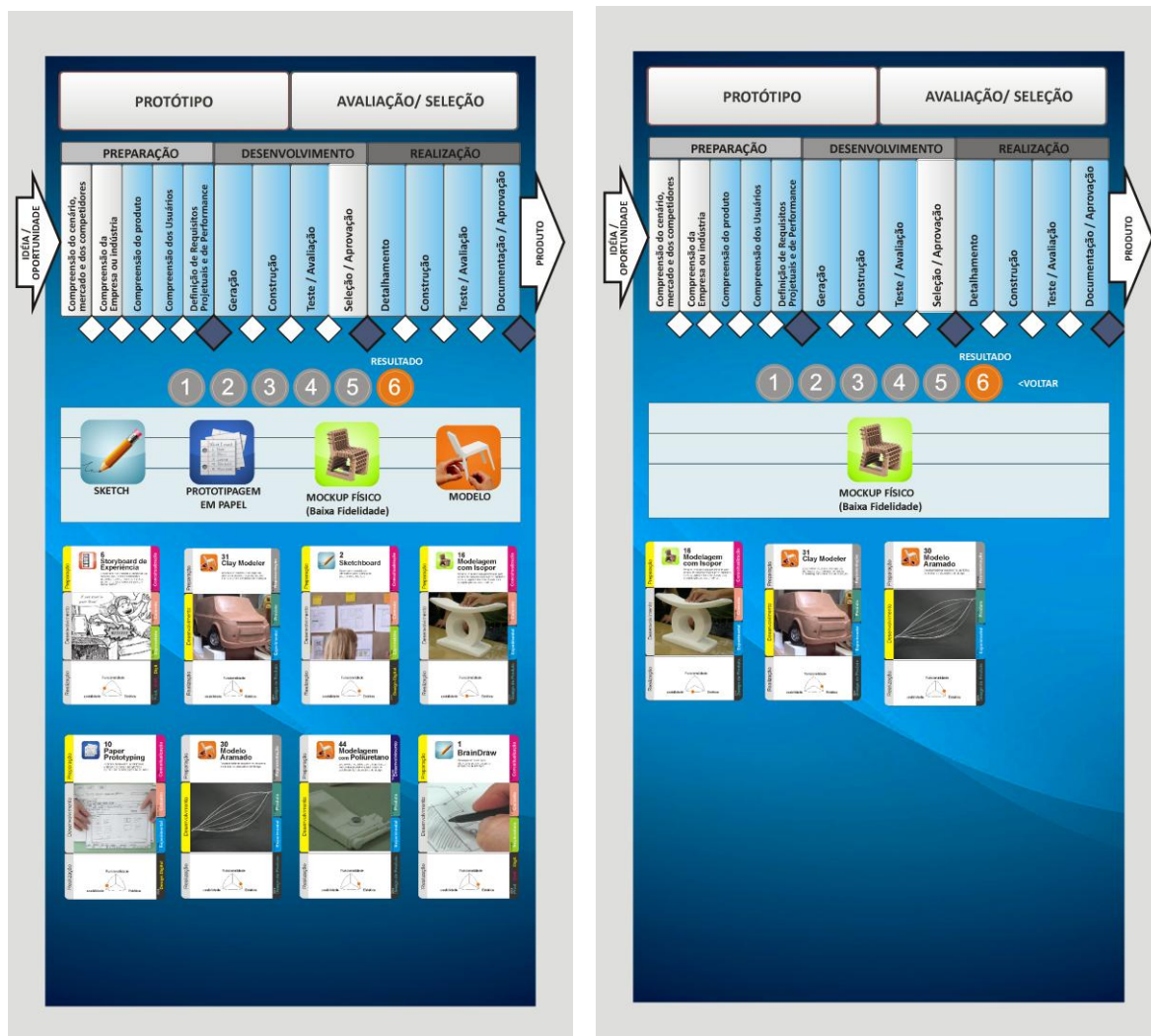


Figura 71 - Apresentamos as telas apresentadas no momento em que um método ou técnica é selecionada (fonte: Autor)



Após o processo de construção do protótipo, o designer pode buscar orientação no aplicativo sobre os métodos de avaliação que poderão ser aplicados em uma determinada micro fase de design.



Assim, ele deve selecionar a opção Avaliar/ Selecionar, clicar em uma micro fase para que seja apresentada uma interface com os métodos de avaliação disponíveis:

Após selecionar um método de avaliação e aplicar, os resultados das avaliações poderão ser registrados na planilha da metodologia (Figura 72).

Figura 72 – Telas do módulo de avaliação da metodologia (fonte: autor)

The image displays two screenshots of a software interface for evaluation methodology. The left screenshot shows a flowchart of the methodology, divided into three main phases: **PREPARAÇÃO**, **DESENVOLVIMENTO**, and **REALIZAÇÃO**. The flowchart starts with **IDEIA / OPORTUNIDADE** and ends with **PRODUTO**. The phases are further divided into sub-phases: **PREPARAÇÃO** (Compreensão do cenário, mercado e dos competidores; Compreensão da Empresa ou Indústria; Compreensão do produto; Compreensão dos Usuários; Definição de Requisitos Profissionais e de Performance), **DESENVOLVIMENTO** (Geração; Construção; Teste / Avaliação; Seleção / Aprovação), and **REALIZAÇÃO** (Detalhamento; Construção; Teste / Avaliação; Documentação / Aprovação). Below the flowchart, there are six evaluation methods (Métodos 1 to 6) and a section for a **Grupo de Foco** (Focus Group) with a description and a list of procedures.

The right screenshot shows a detailed Excel spreadsheet titled **Processo de Desenvolvimento de Produtos**. The spreadsheet is organized into columns for **Ideia/Oportunidade**, **Compreensão do cenário, mercado e dos competidores**, **Compreensão da Empresa ou Indústria**, **Compreensão do produto**, **Compreensão dos Usuários**, and **Definição de Requisitos Gerais**. The rows represent various requirements (requisito 01 to requisito 28) and are categorized into **Requisitos Gerais** and **Requisitos Específicos**. A **Baixar Planilha Excel** button is visible at the bottom right.

A referida planilha poderá ser baixada, através de um botão *download* disponível no aplicativo. Isso facilita a visualização com uso direto na interface do software Microsoft Excel.

A planilha está dividida com a mesma estrutura da metodologia: Preparação, desenvolvimento e realização.

(a) Na preparação, registramos os requisitos, pesos e metas gerados nessa fase.

Figura 75 – Módulo de registro das avaliações finais das alternativas na planilha (fonte: autor)

Processo de Desenvolvimento de Produtos																	
Desenvolvimento																	
Seleção	Geração	Construção	teste/ Avaliação		Seleção	Geração	Construção	teste/ Avaliação		Seleção	Geração	Const	teste/ Avaliação	Seleção/ Aprovação			
área	Requisito	Peso	Alternativas				Requisito	Peso	Alternativas			Requisito	Peso	Alternati		Meta	
			A	B	C	D			A	B	C			A	B		
	requisito 01	0					requisito 01	0					requisito 01	0			0
	requisito 02	0					requisito 02	0					requisito 02	0			0
	requisito 03	0					requisito 03	0					requisito 03	0			0
	requisito 04	0					requisito 04	0					requisito 04	0			0
	requisito 05	0					requisito 05	0					requisito 05	0			0
	requisito 06	0					requisito 06	0					requisito 06	0			0
	requisito 07	0					requisito 07	0					requisito 07	0			0
																	0
	requisito 08	0					requisito 08	0					requisito 08	0			0
	requisito 09	0					requisito 09	0					requisito 09	0			0

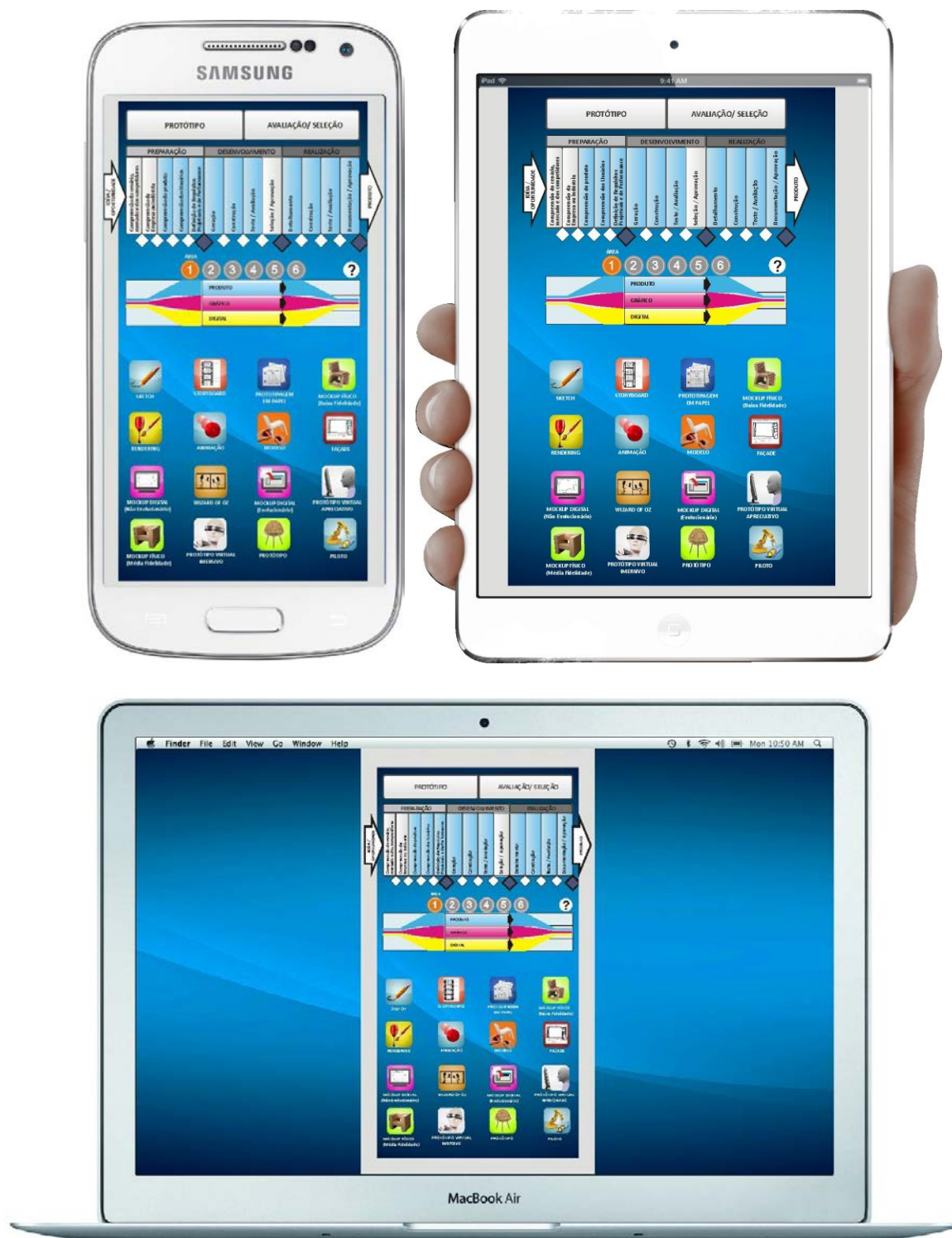
(c) Na fase de realização a planilha continua apresentando campos para registro do desempenho das avaliações com a alternativa final. Contudo, agora ela está preparada para: (a) avaliar se estão sendo atingidos os valores da meta, (b) se devemos continuar ou não prototipando para chegar à meta (baseado em uma formula de previsão que utiliza os dados das últimas avaliações na fase e (c) e se atingimos a maturidade do projeto que permite aprovar a alternativa que será produzida, baseado na quantidade de metas atendidas.

Figura 76 – Módulo de registro das avaliações finais do produto na planilha (fonte: autor)

Processo de Desenvolvimento de Produtos											
Realização											
Detalhamento	Construção		Teste/ Avaliação	Detalhamento	Construção		Teste/ Avaliação	Documentação/ Aprovação			Detalhame
Requisito	Peso	Alter		Requisito	Peso	Alter		Previsão	Meta	Continuar?	Requisito
		A				A					
requisito 01	0			requisito 01	0			0,00	0	SIM	requisito 01
requisito 02	0			requisito 02	0			0,00	0	SIM	requisito 02
requisito 03	0			requisito 03	0			0,00	0	SIM	requisito 03
requisito 04	0			requisito 04	0			0,00	0	SIM	requisito 04
requisito 05	0			requisito 05	0			0,00	0	SIM	requisito 05
requisito 06	0			requisito 06	0			0,00	0	SIM	requisito 06
requisito 07	0			requisito 07	0			0,00	0	SIM	requisito 07
								0,00	0	SIM	requisito 08
requisito 08	0			requisito 08	0			0,00	0	SIM	requisito 09
requisito 09	0			requisito 09	0			0,00	0	SIM	requisito 10

Previsão do layout da Interface gráfica em celulares, *tablets* e desktops.

Figura 77 – Propostas de layout da interface do aplicativo (fonte: autor)



6.3. Construção da Ferramenta *Prototype-Cards*

Os cartões de métodos (*methods card*), pode ser utilizado em paralelo ao aplicativo, facilitando o manuseio durante a atividade projetual. Ele possui as mesmas informações do aplicativo: área, fase, propósito de utilização, e ainda: qual o objetivo, como aplicar, em que auxilia e materiais necessários.

Figura 78 – Modelo do Prototype Cards e 59 cartões gerados (fonte: autor)



7. EXPERIMENTO: Aplicação e Validação da Metodologia

Para Sampiere, Callado e Lúcio (2006), uma acepção mais particular ao termo experimento pode ser definida como:

“um estudo em que se manipulam intencionalmente uma ou mais variáveis independentes (supostas causas-antecedentes), para analisar as consequências da manipulação sobre uma ou mais variáveis dependentes (supostos efeitos consequentes), dentro de uma situação de controle para o pesquisador”. (SAMPIERE, CALLADO e LÚCIO, 2006)

Dessa forma, teríamos os elementos básicos para estruturação de um experimento, uma variável independente, a metodologia experimental de nossa pesquisa e as variáveis dependentes, que poderiam ser afetadas pela variável independente, que seriam os 10 indicadores estabelecidos anteriormente (sessão 3.5.6) como ferramenta de avaliação da eficiência do processo de Design.

7.1. Fundamentação metodológica

Segundo Sampiere, Callado e Lúcio (2006) os estudos monográficos podem ter o enfoque: (1) Quantitativo e (2) Qualitativo ou (3) Misto.

No enfoque (1) quantitativo, usam-se os dados numéricos, estatísticos, de contagem e de frequência, ou seja, quantificáveis, de forma objetiva e precisa, como forma obter uma maior exatidão na estruturação e análise dos dados coletados. No enfoque (2) Qualitativo, se utilizam da observação, descrição, interpretação, vivência e experiência... Quase sempre sem medição numérica, seu objetivo é investigar e reconstruir a realidade de forma subjetiva e compreender o todo de forma holística, e no enfoque (3) Misto eles misturam princípios e métodos de coleta e análise dos dados de forma mista, ou seja, integrando o enfoque quantitativo e qualitativo.

Para Creswell (2010) os procedimentos que usam os métodos mistos de forma concomitante, misturam dados quantitativos e qualitativos para que se possa realizar uma análise abrangente do problema da pesquisa de forma a integrar métodos emergente e predeterminado; análise estatística e interpretação dos dados; dados objetivos e subjetivos e questões abertas e fechadas.

Segundo Baptista e Campos (2007) Eles podem ainda ser agrupados de acordo com as estratégias de investigação ou recursos técnicos, da seguinte forma: (a) Pesquisas experimentais ou de laboratório; (b) Pesquisas observacionais (descritivas ou analíticas) e (c) Pesquisas documentais e bibliográficas ou de levantamento. As pesquisas (a) Experimentais são aquelas cujas variáveis independentes, são de alguma forma manipuladas pelo pesquisador para se compreender o efeito dessa ação nas variáveis dependentes, ao qual se deseja estudar. (b) Observacionais são aqueles que descrevem fenômenos a partir do olhar do pesquisador, elas podem ser descritivas, apenas descrevem os dados coletados ou analíticas, quando se deseja explicar os dados coletados e (c) as documentais são aquelas que usam como referência documentos primários, originais, ainda não utilizados em estudos e pesquisas.

Para os autores os estudos podem ser ainda (a) transversais, quando são coletados em um determinado momento ou (b) longitudinais quando essa coleta ocorre um período mais longo.

Já os autores Sampiere, Callado e Lúcio (2006), definem os seguintes tipos de pesquisa: (a) Descritivas, os estudos descritivos descrevem os dados observados, coletados ou dimensionados sobre um determinado fenômeno, (b) Explicativas, vão além da descrição, buscam explicar os fatos ou causas dos acontecimentos (c) Exploratórias, buscam explorar e reunir informações sobre um tema pouco conhecido como forma de ampliar o conhecimento, e (d) correlacionais, que buscam avaliar um fenômeno através da comparação de dois ou mais conceitos ou variáveis.

Para os autores o tipo de pesquisa correlacional pode ser: (a) quantitativa: quando mede, quantifica e analisa uma relação entre variáveis (b) qualitativa: busca examinar ou descobrir relações entre dois ou mais conceitos ou variáveis, mesmo sem a necessidade de dimensionar ou quantificar.

Pesquisas que envolvem variáveis independentes e dependentes e métodos comparativos entre grupos normalmente apresentam na sua estrutura metodológica um grupo de controle. Segundo Baptista e Campos (2007) um grupo de controle, caracteriza um estudo controlado que tem por objetivo

comparar dois ou mais grupos com e sem o evento de interesse da pesquisa, com intuito de avaliar o efeito desse evento nos resultados do estudo.

Segundo Baptista e Campos (2007) apresentam dois conceitos de delineamento experimental: (1) Grupo experimental e (2) Grupo de controle. Neles segundo os autores o processo experimental ocorre da seguinte forma: *“o pesquisador muda uma condição, chamada de variável independente (VI), variável exploratória ou experimental, para observar e mensurar qual efeito essa mudança tem em uma outra variável, ou seja, na variável dependente (VD)”* (BAPTISTA e CAMPOS, 2007).

Segundo Marczyk, Dematteo e Festinger (2005) as variáveis ainda podem ser classificadas em: (a) variáveis categorizadas, cujo valor alterna entre uma determinada gama de valores, exemplo: sexo: homem/mulher; cor primária: vermelho, azul e amarelo (b) variáveis contínuas, cujo valor pode alternar entre uma gama ilimitada de valores: Altura, peso,...

Para CRESWELL (2010, p 178) “a pesquisa experimental busca determinar se um tratamento específico influencia um resultado”. Isso pode ser verificado aplicando uma variável específica (VI) a um grupo e negando a outro e depois dimensionando como os dois grupos se comportam em relação aos resultados.

Sampiere, Callado e Lúcio (2006) definem a seguinte estrutura para o desenvolvimento de pesquisas: (a) Desenvolvimento de uma ideia; (b) seleção do ambiente ou local de estudo; (c) Escolha de participantes ou indivíduos do estudo; (d) Inspeção do ambiente ou lugar de estudo; (e) Trabalho de campo; (f) Seleção de um projeto de pesquisa (estratégia para escolha do local e dos métodos de coleta); (g) Seleção ou elaboração de um instrumento de coleta de dados; (h) Coleta de dados e registro dos acontecimentos do lugar; (i) Preparação dos dados para análise (j) Análise dos dados (l) Elaboração de um relatório da pesquisa.

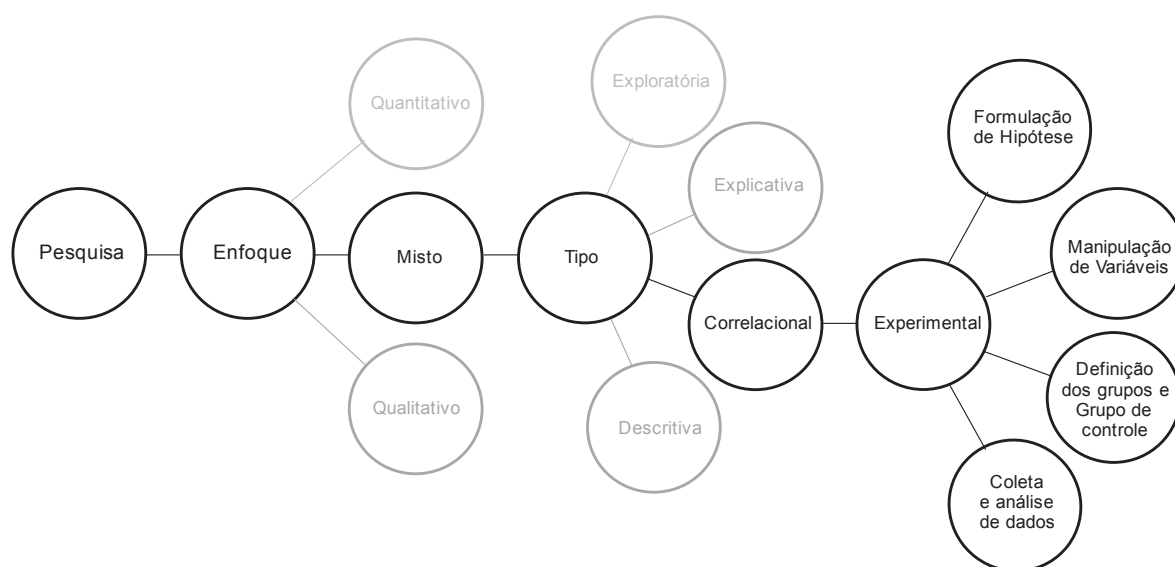
Sobre a construção de hipóteses, Sampiere, Callado e Lúcio (2006) nas pesquisas correlacionais é possível estabelecer hipóteses tanto para o enfoque quantitativo quanto para o enfoque qualitativo, sendo muito provável

a formulação de hipóteses para estudos com enfoque misto. O objetivo é especificar a relação entre duas ou mais variáveis, podendo buscar explicar como essas variáveis se associam, se aproximando de pesquisas do tipo explicativa. Sendo assim, é de se esperar que no enunciado das hipóteses estejam presentes a relação esperada entre as variáveis do experimento.

Os autores apresentam algumas características a serem consideradas na criação das hipóteses: (1) As hipóteses devem referir-se a uma situação social real; (2) Os termos variáveis da hipótese devem ser compreensíveis, precisas e o mais concreto possível; (3) A relação entre as variáveis propostas por uma hipótese deve ser clara e lógica; (4) as hipóteses devem está relacionadas às técnicas disponíveis para comprová-las.

Sendo assim, podemos resumir a pesquisa com sendo de enfoque misto, ou seja, com uma integração do enfoque quantitativo e qualitativo, do tipo correlacional, com formulação de hipóteses e estratégia de investigação através de experimento, mas utilizando princípios descritivos e explicativos para descrever os dados coletados e explicar os resultados das relações entre as variáveis estudadas, aplicando o método comparativo para obter as diversas relações entre as variáveis aplicadas e métodos estatísticos para dimensionar e avaliar os resultados, de acordo com o Gráfico 64:

Gráfico 64 – Esquema gráfico da estrutura científica da pesquisa. (fonte: autor)



7.2. Procedimentos metodológicos

Segundo Sampiere, Callado e Lúcio (2006) os procedimentos metodológicos ou definições operacionais, são atividades que devem ser realizadas para medir uma variável, quando o enfoque for quantitativo ou coletar os dados a seu respeito, quando for de enfoque qualitativo.

Os autores apontam alguns requisitos básicos de um experimento: (1) controle ou validade interna da situação experimental. Em experimentos onde se manipulam as variáveis independentes e medem-se as variáveis dependentes o pesquisador deve garantir que outros elementos não estão influenciando decisivamente nos resultados, ou seja, ter necessário ter o controle da situação experimental. (2) Equivalência dos grupos do experimento: Para que a manipulação da variável independente seja a principal a influenciar nos resultados, é necessário ao pesquisador ter um controle do equilíbrio dos grupos a serem comparados em relação aos demais aspectos da situação experimental.

Marczyk, Dematteo e Festinger (2005) definem os seguintes tipos de experimentos entre dois grupos com variáveis dependentes e independentes: (1) Grupos não equivalentes de pós teste apenas (2) Grupos não equivalentes de pré teste e pós teste e (3) Grupos de séries com intervalos.

No (1) um grupo (grupo experimental) recebe a intervenção enquanto o outro grupo (o controle grupo) não. Segundo os autores essa estrutura de experimento possui uma baixa probabilidade de que os resultados possam ser atribuídos à intervenção.

No (2) a variável dependente é medida antes e após o tratamento ou a intervenção. Segundo os autores, isto oferece duas vantagens sobre o modo pós-teste apenas.

Segundo o autor, isto oferece duas vantagens sobre o modo pós-teste apenas.

- (a) A precedência temporal da variável independente para a variável dependente pode ser estabelecida, o que aumenta a confiança sobre os resultados.
- (b) O pré-teste permite ao investigador medir as diferenças entre os grupos antes da intervenção. Isto reduz o risco da seleção e divisão dos membros ter influenciado na qualidade do grupo.

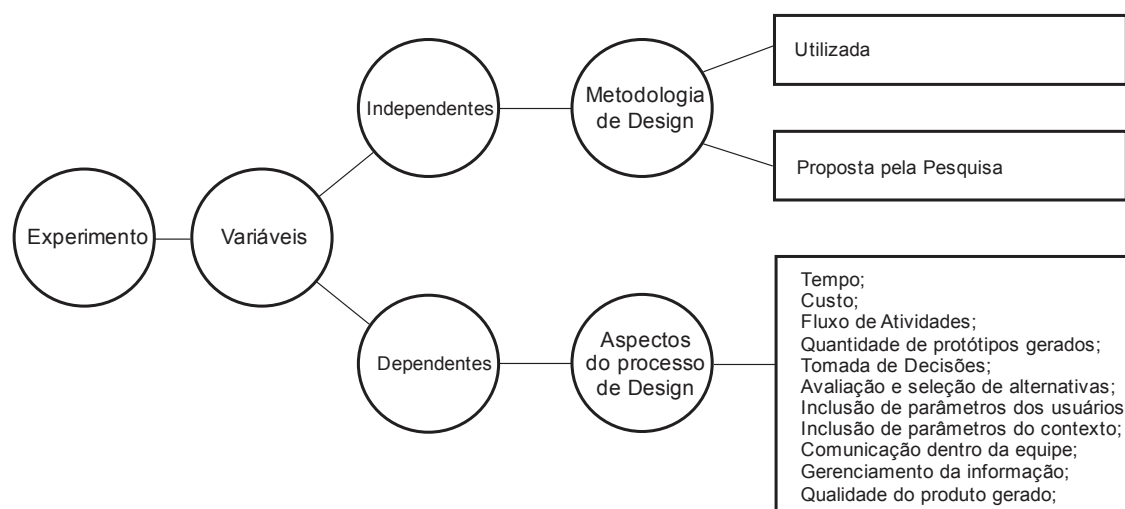
No (3) a variável dependente é medida antes e após o tratamento ou intervenção, da mesma forma que no item (2). Contudo, com múltiplos pré-teste pós-testes.

Para se iniciar a estruturação de um experimento é necessário atender os passos apresentados por Sampiere, Callado e Lúcio (2006), abaixo apresentaremos alguns desses passos de forma agrupada:

- (1) Listar as variáveis que se pretende medir ou observar e revisar sua definição e importância conceitual;

O experimento se propõe a avaliar a influência da metodologia de design mediada por protótipos (variável independente) em aspectos relevantes do processo de design (variáveis dependentes) conforme ilustrado no Gráfico 65:

Gráfico 65 – Esquema gráfico das variáveis envolvidas no experimento. (fonte: autor)



As variáveis foram definidas a partir de estudos nas seguintes bases teóricas: Cross (2005); Ullman (2010); Wheelwright e Clack (1994); Christopher Alexander (1964); Burdek (1996); Rozenfeld et al. (2006); Baxter (2000) e Volpato (1999).

Para a coleta e estruturação dos dados do experimento utilizaremos a metodologia criada por Griffiths (2004) e utilizada por outros autores como Gill (2005).

A metodologia propõe o desenvolvimento de um produto em 24h. Griffiths (2004) baseado em outras experiências acredita que um bom produto pode ser desenvolvido em pouco tempo, com uso das qualificações, metodologias e recursos adequados, mesmo com a limitação do tempo. O autor acredita ser possível realizar uma análise precisa do planejamento do projeto, da sua gestão, do processo de geração de ideias e do desenvolvimento de produtos viáveis comercialmente.

A proposta era promover uma competição em equipes de design equivalentes de diferentes universidades, no caso do Departamento de Design de produtos e mobiliários da *Nottingham Trent University* e a equipe de Design da *University of Wales Institute, Cardiff* (UWIC), trabalhando o mesmo *briefing* projetual com disponibilidade de recursos semelhantes.

Para isso, era disponibilizado as equipes um ambiente, apresentava-se um *briefing* do projeto a ser desenvolvido, proporcioná-los acesso à informação, a equipamentos de arte, projeto e prototipagem com CAD/CAM e prototipagem rápida e impunha as equipes um limite de tempo para o desenvolvimento de suas ideias. Todas as ações das equipes eram então monitoradas e todas as atividades registradas minuto-a-minuto, hora-a-hora, o que permitia uma visão ampla e detalhada do processo de design desenvolvido por ambas as equipes.

O autor destaca em seu estudo alguns riscos, como: (1) o processo de conversão CAD/CAM e impressão dos arquivos em impressoras stereo litográficas (SLA). Nesse sentido foram incluídos no experimento operadores experientes no uso desses equipamentos (2) Darem as condições para que

os grupos pudessem dirigir o processo para as necessidades dos usuários. Para se atender esse ponto foram inseridos quatro pessoas em cada equipe que pudessem atender essa necessidade de levantamento com usuários.

Segundo Griffiths (2004) a atividade foi excelente para se avaliar o planejamento e gestão do processo de design, o gerenciamento e a comunicação entre os membros da equipe, o processo de tomada de decisão e impacto dessas no andamento do trabalho do grupo, a possibilidade de colaboração entre a academia e a indústria.

Já Gill (2005) seguindo a mesma metodologia de experimento proposta por Griffiths (2004), com grupos de designers dos mesmos departamentos e universidades do primeiro experimento, se concentrou em observar a relação entre o processo de design tradicional versus a novas metodologias de prototipagem, ou seja, os pontos fortes da estratégia de design e do uso das metodologias de prototipagem desenvolvidos pela equipe de UWIC em relação as suas fraquezas, se comparadas com a abordagem de design mais tradicional realizado pela equipe de designers da Nottingham Trent University.

Na estrutura do experimento apresentada pelo autor foram incluídos: (1) a divisão da equipe em subequipes: (a) design de produto, (b) design de interface, (c) projeto auxiliado por computador e (c) Modelagem e prototipagem (2) Apresentação do fluxograma detalhado das atividades de (a) pesquisa e desenvolvimento de conceitos (b) Apresentação e detalhamento e (c) Prototipagem, ao longo da divisão de três fases do processo de design: Pesquisa, desenvolvimento e implementação. Conforme Gráfico 66:

Gráfico 66 – Fluxograma de atividades da equipe da Nottingham Trent University (fonte: Gill ,2005, p. 7).

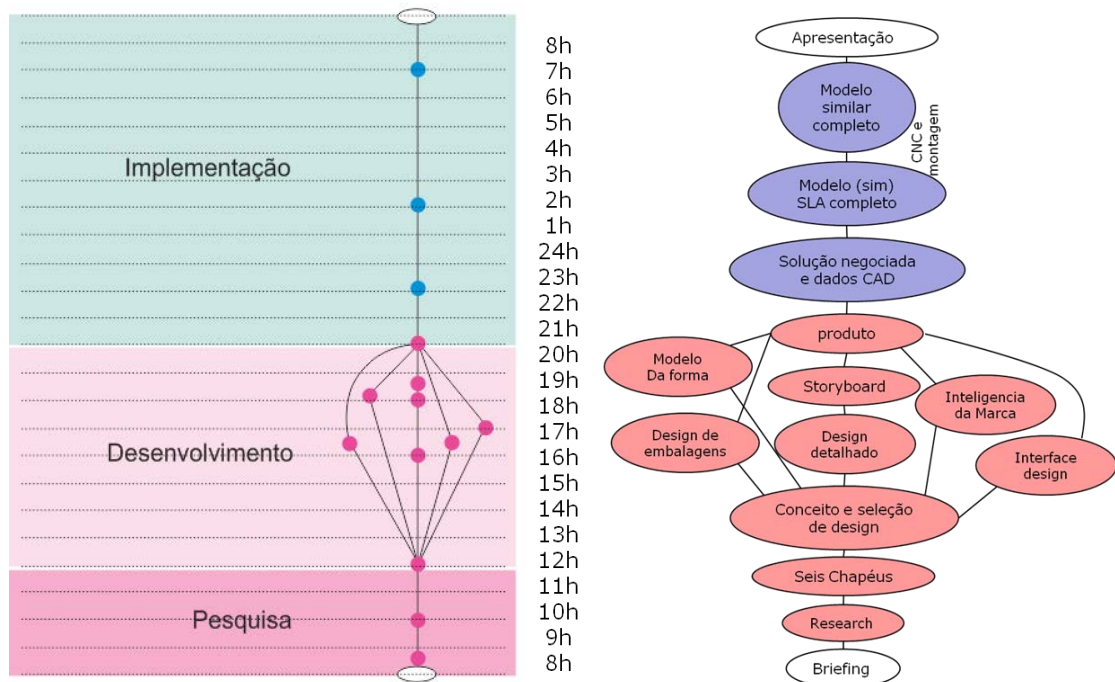
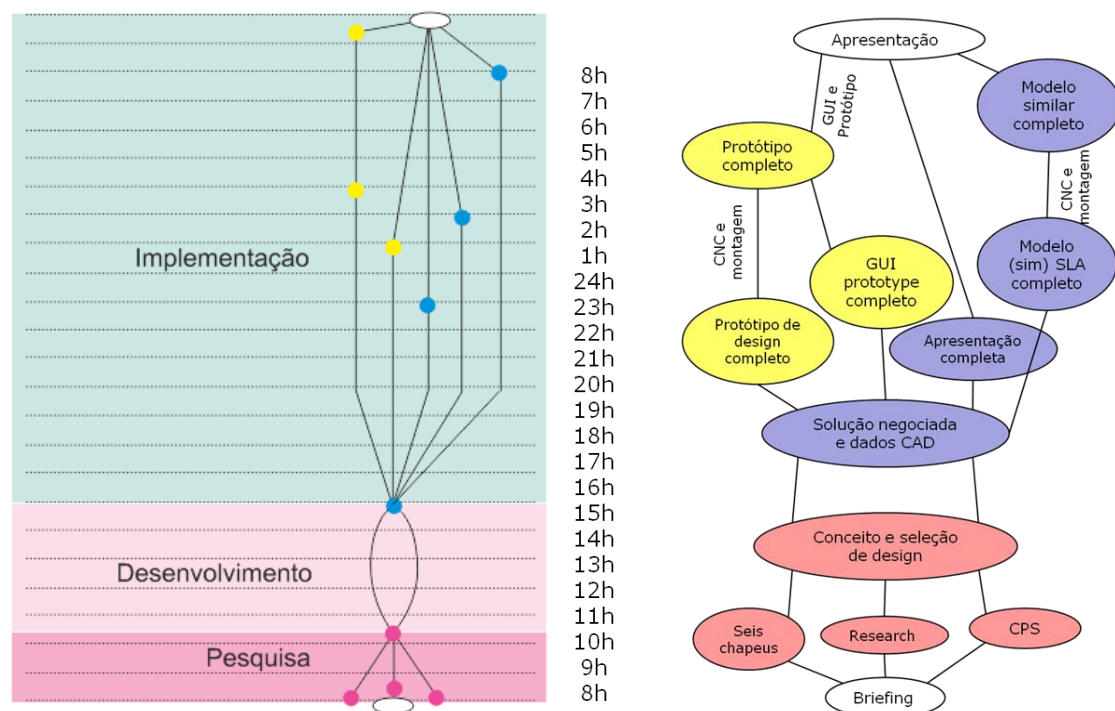


Gráfico 67 – Fluxograma de atividades da equipe da University of Wales Institute, Cardiff (fonte: Gill ,2005, p. 7)



O fluxograma das atividades ao longo do processo de desenvolvimento do produto permite: visualizar, descrever e mensurar diversos aspectos envolvidos no processo de design.

Sendo assim, utilizaremos de forma integrada as metodologias propostas por Griffiths (2004) e Gill (2005), uma vez que o objetivo do experimento proposto se apresenta bastante semelhante: analisar a influência de uma metodologia de design (variável independente (VI)) mais interativa através da mediação de protótipos em todas as fases do processo de design, utilizando dois grupos de designers, sendo um deles de controle, descrevendo, dimensionando e explicando os resultados obtidos por diversos aspectos relevantes à atividade projetual (variáveis dependentes (VD)) ao longo do processo de design, como forma de verificar os pontos de eficiência e deficiência de uma metodologia em relação à outra.

A partir da construção desse gráfico e da estruturação dos dados coletados através da aplicação de métodos de análise quantitativos (análises estatísticas, gráficos e planilhas) integrados aos métodos de análise qualitativos (grupo focal, observação, questionários e entrevistas) será possível realizar uma análise mais detalhada da influência da metodologia proposta (VI) em relação aos diversos aspectos selecionados do processo de design (VD).

Para a realização do experimento estruturamos as seguintes sessões para apresentação dos procedimentos metodológicos, aplicação e avaliação do experimento: (a) estruturação da amostra; (b) Capacitação de uma das equipes com a metodologia proposta; (c) Preparação do experimento; (d) Instrumentos de coleta de dados; (d) realização do experimento; (e) Métodos de estruturação, tratamento e análise dos dados e (f) apresentação dos resultados.

7.2.1. Estruturação da amostra

Sampiere, Callado e Lúcio (2006), apontam alguns aspectos que precisam ser considerados na estruturação dos grupos dos experimentos: (1) número de grupos, normalmente definido com o

objetivo da pesquisa e na quantidade de sessões a serem realizadas e na quantidade de pessoas envolvidas na amostra. (2) Definição do perfil dos participantes, definição do público (jovem, adulto, idoso, estudante, aposentado...), faixa etária, sexo, condição social, condição física,... Aspectos que dependem dos objetivos e público alvo da pesquisa; (3) Captação de pessoas com o perfil desejado; (4) Convite das pessoas para as sessões.

Para a realização do experimento, aplicaremos o princípio do controle na casualização, recomendado quando se deseja dentro de cada grupo experimental estabelecer uma homogeneidade, de forma a reduzir o erro experimental.

A atribuição dos níveis de um fator de tratamento às unidades experimentais para esse fator deve ser determinada por um procedimento de casualização, ou seja, um processo apropriado de sorteio que garanta que todos esses tratamentos tenham a mesma chance de serem atribuídos a qualquer das unidades experimentais. (SILVA, 2007, p 310)

Sendo assim, a estruturação das equipes será realizada através de convite e a distribuição dos membros nas equipes ocorrerá através do equilíbrio das competências e sorteio dos membros entre as equipes, como forma de torná-las o mais homogênea possível.

7.2.2. Estruturação das Equipes

O planejamento foi o de estruturar duas equipes, com um número equilibrado de participantes, formadas por alunos do 5º e 6º Períodos da graduação do curso de design da UNESP campus Bauru, matriculados regularmente nas disciplinas de projeto de produto e ergonomia II (usabilidade) ministradas pelo co-orientador dessa pesquisa, profº Drº Luis Carlos Paschoarelli.

Nesse sentido, montamos um curso de métodos e técnicas de prototipagem com carga horária 28h, que incluía ao final um desafio projetual (de 8h) entre duas equipes onde seriam coletados os dados da

pesquisa. Uma das equipes foi denominada de experimental (que usaria a metodologia proposta pela nossa pesquisa) e outra de controle (que utilizaria a metodologia da prática cotidiana acadêmica do curso de Design da UNESP).

O convite para que os alunos participassem do curso, e conseqüentemente do desafio experimental, se deu através de aulas palestras realizadas dentro de ambas as disciplinas, com tema sobre metodologia e tecnologia de projeto. Ao final os alunos interessados preenchiem uma ficha de inscrição que continha além dos dados pessoais do aluno, um pequeno questionário fechado com informações sobre o nível de experiência em metodologia, gestão de projetos, técnicas de modelagem tradicional, tecnologia de prototipagem rápida, tecnologia digital 2D e 3D. Os dados desse questionário seriam utilizados posteriormente para divisão e equilíbrio das competências entre equipes, necessário para maior confiabilidade dos dados coletados do experimento.

O curso foi destinado para todos os alunos, de ambas as equipes, e tinha como finalidade, além de ampliar os conhecimentos sobre métodos, técnicas e tecnologias de prototipagem, nivelar o grupo e ampliar a visão sobre as possibilidades de aplicação desses métodos no processo de design. Apenas o módulo de capacitação da metodologia experimental (8h adicionais) foi fechado aos alunos do grupo que aplicaria a metodologia no experimento.

Como a estrutura do experimento seria de pós-teste, usamos os seguintes procedimentos para tornar o mais homogêneo possível os dois grupos antes da realização do experimento, de forma a reduzir a margem de erro experimental:

(1) Todos os dados do questionário aplicado aos alunos durante o preenchimento da ficha de inscrição (Anexo I), alimentaram uma planilha de experiência (Anexo II) dividida em:

- a) Experiência com metodologia de Design e Desenvolvimento de projeto (Metodologia de Projeto, Gestão de design e Estágio na indústria);
- b) Experiência com tecnologias de digitalização e impressão 3D (impressoras 3D, fresadoras e routers CNC e Digitalização 3D);
- c) Experiência com aplicativos gráficos e de desenvolvimento de interfaces digitais (softwares gráficos vetoriais, aplicativos de pintura e aplicativos WEB);
- d) Experiência com métodos e técnicas de modelagem tradicionais (modelagem em papel/papelão, Espuma PU/EPS, massa/Clay, fibra de vidro, vacuum forming e MDF/madeira);

Visando o equilíbrio das equipes, a divisão dos alunos nelas decorreu através de criação de pares, com maior competência em cada um dos itens descritos acima, e posterior distribuição aleatória, por sorteio entre as equipes: experimental e de controle. O sorteio foi realizado escrevendo os pares desses nomes em pequenos papéis que foram dobrados e selecionados aleatoriamente por uma criança de dois anos.

Obs: Os dados da planilha e os métodos para distribuição dos alunos nas equipes, não foram revelados aos alunos para evitar possíveis constrangimentos dos participantes.

7.2.3. Capacitação das equipes sobre métodos e técnicas de prototipagem

Como descrevemos antes, o curso teve como objetivo apresentar os diversos métodos de prototipagem física e digital voltados para o design de produto e de artefatos digitais, incluindo os métodos tradicionais, prototipagem em papel e digital e as novas tecnologias de prototipagem, como: a prototipagem virtual, realidade virtual e aumentada, digitalização 3D, prototipagem e manufatura rápida. Como parte do curso, os alunos participariam ao final de um desafio projetual, onde seriam coletados os dados da pesquisa experimental.

O curso teve um total de 32 inscritos, destes, 14 alunos do 6º período e 18 alunos do 5º período e seguiu o seguinte cronograma:

Tabela 84 – Cronograma de atividades do curso de métodos de prototipagem (fonte: autor)

	Dia 22/10	Dia 29/10	Dia 05/11	Dia 12/11	Dia 14/11	Dia 19/11		Dia 28/10	Dia 29/10
14h às 18h	Processo de design	Prototipagem Virtual	Prototipagem Rápida	Metodologia Experimental de Design	Prototipagem tradicional	Metodologia Experimental de Design	8h às 12h 14h às 18h	Desafio Projetual (grupo 01)	Desafio projetual (grupo 02)
	Prototipagem no processo de design	Modelagem Digital 3D	Prototipagem CNC		Prototipagem em papel				
	Novas tecnologias de prototipagem	Rendering Digital	Digitalização 3D						

Figura 79 – imagens do curso de técnicas e métodos de prototipagem. A direita no LEI e a esquerda no Laboratório de Informática de Desenho Industrial. Abaixo o laboratório CADEP com a Impressora 3D Zcorp's ZPrinter 650 e o Scanner 3D ATOS 2M.



As aulas do curso ocorreram no laboratório Didático de Informática de Desenho Industrial, Laboratório de Ergonomia e Interfaces (LEI), Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos (CADEP) e Laboratório Didático de Materiais e Protótipos (LDMP). O Desafio projetual ocorreu exclusivamente no espaço do CADEP e LDMP.

7.2.4. Capacitação de uma das equipes com a metodologia proposta

Uma das equipes foi escolhida por sorteio para ser a experimental e capacitada com uso da metodologia mediada por protótipos, proposta por esse estudo. A capacitação foi realizada em três encontros, dois planejados inicialmente e outro criado posteriormente, totalizando 8h. A outra equipe, denominada nesse estudo como grupo de controle, não passou por qualquer processo de capacitação, para que ela utilizasse os conhecimentos metodológicos empregados nas disciplinas projetuais do curso de design e na sua prática cotidiana de projeto.

7.2.5. Preparação do experimento

O projeto do experimento da pesquisa foi submetido ao Comitê Nacional de Ética em Pesquisa CONEP, em Março de 2013, através da Plataforma Brasil, sob o número de processo 14906713.2.0000.5398, tendo sido aprovado tanto pelo parecer consubstanciado do CEP da Faculdade de Ciências da UNESP em 24/04/2013 (parecer 323.380), quanto pelo CEP do Centro de Ciências da Saúde da UFPE 07/08/2013 (parecer 373.755).

Após aprovação do experimento pelo CONEP, iniciamos a estruturação dos seguintes itens para a realização do experimento:

(1) Estruturação do espaço do experimento

O experimento utilizou a estrutura do Centro de Avançado de Desenvolvimento de Produtos (CADEP) e do Laboratório Didático de Materiais e Protótipos (LDMP) do Departamento de Design do campus da UNESP. Foram disponibilizados aos dois grupos a mesma estrutura física e tecnológica necessária para o desenvolvimento da atividade projetual proposta pelo experimento, ou seja: material de consumo (papel, lápis,...) mesas, bancadas, computadores, equipamentos e materiais de produção de modelos e protótipos, impressoras tradicionais e de impressão 3D, tanto subtrativas (fresadoras), como aditivas (máquinas de prototipagem rápida em resina e gesso).

Segue abaixo o detalhamento da estrutura disponibilizada:

a) Espaços

Na Figura 80, em cinza temos o espaço do Laboratório Didático de Materiais e Protótipos (LDMP) e em azul temos o espaço do Centro de Avançado de Desenvolvimento de Produtos (CADEP).

Figura 80 – planta baixa do local de realização do desafio experimental. Em cinza o Laboratório LDMP e em azul o CADEP.



Tabela 86 – Equipamentos disponibilizados aos alunos no CADEP (fonte: Autor)

Espaços do CADEP e LABMP	
Salas:	Descrição:
SALA 01	Sala de Reunião e de impressão 3D com: Mesa e cadeiras, computador para impressão e Impressora Zprinter 650
Zbuilder	Sala de Impressão 3D com impressora Zbuilder Ultra
SALA 02	Sala de Acesso a Internet e Digitalização 3D com: 3 computadores notebooks e Digitalizador 3D GOM Atos I 2M
SALA 03	Sala de Modelagem 3D e Fresagem : com 1 computador desktop e uma fresadora CNC Roland DX 540
Router	Sala de Roteamento com: Router CNC 3D Transform 2000/2
Injetora PU	Sala com equipamento de injeção de Poliuretano PU.
OFICINA	Laboratório de Materiais e Protótipos com diversos equipamentos de marcenaria: serra de disco, serra de fita, furadeiras, lixadeiras e bancadas

b) Equipamentos de Informática e Aplicativos:

Figura 81 – Equipamentos de digitalização e RP do CADEP (fonte: Autor)



Tabela 85 – Equipamentos disponibilizados aos alunos no CADEP (fonte: Autor)

Equipamentos de Informática		
item	Equipamento	Quan
1	Computador Desktop com os aplicativos: SolidWorks, 3ds max e Rhinoceros	1
2	Computador Notebook HP Core 2 Duo, 250GB, 3Gb ram Windows Vista com aplicativos Rhinoceros, 3ds max, Autocad, pacote Adobe Master Collection, Microsoft Officer e diversos aplicativos como: (Appsketcher, Metaio, Denin, Suede, Axure,...)	1
3	Computador Notebook HP Core 2 Duo, 250GB, 3Gb ram com Windows Vista com aplicativos: 3ds max, Rhinoceros e Coreldraw.	1
4	Computador Notebook Hp Core 2 Duo : 3ds max, Rhinoceros e Coreldraw.	1
5	Impressora 3D Zcorps, Zprinter 650 colorida (Pó)	2
6	Impressora 3D Zcorps, ZBuilder Envision Ultra (Resina Líquida)	1
7	Fresadora CNC Roland DX 540 com 4º eixo rotacional ZCL 540	3
8	Sistema ótico de digitalização 3D móvel GOM Atos I 2M	3
9	Router CNC 3D Transform 2000/2 com mesa de 2.550 x 1.850mm	3
10	Impressora Laser Colorida HPLaserjet CP1215	3

c) Equipamentos da Oficina:

Tabela 86 – Equipamentos disponibilizados aos alunos no LDMP (fonte: Autor)

Equipamentos de Serralharia		
item	Equipamento	Quan
1	Serra de Disco	1
2	Furadeira Vertical	1
3	Furadeira Horizontal estacionária Invicta	1
4	Lixadeira de cinta estacionaria baldan	1

5	Lixadeira de disco estacionária baldan	1
6	Serra de Fita estacionária Baldan	1
7	Bancadas de marceneiro	4
8	Aquecedor	1
9	Desempenadeira Acerbi	2
10	Desemgrossadeira Invicta	1
11	Óculos de proteção	10
12	Máscaras de proteção	10
13	Soprador térmico Steinel	2
14	Tupia Estacionária Emco e Invicta	2
15	Vaccun Forming Flock Color	1
16	Serra tico-tico estacionária Acerbi	1
17	Serra circular estacionária Emco	1
18	Moto Esmeril Elétrico Jowa, Somar e Motomil	3
19	Máquina policorte	1
20	Serra de circular esquadrejadeira Altendorf	

d) Materiais de Desenho:

Tabela 87 – Materiais disponibilizados aos alunos para o desafio (fonte: Autor)

Material de Escritório		
item	produto	quant
1	Bloco de Folha A3 (50fls) Tracing PAD Spiral	2
2	Massa cerâmica fria DAS 500g Licyn	2
3	Lápis Técnico preto Regent 6B 9000 Faber Castell (caixa com 12	1
4	Lapis de cor 48cores inteiro 120148g Faber Castell	1
5	Cola Branca 1kg Cascorez Extra 1406741 Henkel	2
6	Fita Adesiva Transp. Polip 48x50 Qualitape Adelbras (rolo com 5	1
7	Caneta Esferográfica Ponta de Aço BPGP 10R Grip 1.0 Preta	3
8	Caneta Esferográfica Ponta de Aço BPGP 10R Grip 1.0 Vermelha	3
9	Caneta Esferográfica Ponta de Aço BPGP 10R Grip 1.0 Azul	3
10	Regua em poliestireno 30cm Cristal New Line 310 Waleu	3
11	Borracha Plástica Branca SM/107024 Faber Castel (com 2 unid)	2
12	Papel Cartão fosco 50x70 240g preto Spince (10unid)	1
13	Papel Paraná Natural 80x100cm capele (5unid) nº120 417g	2
14	Papel Paraná Natural 80x100cm capele (5unid) nº60 834g	2
15	Estilete Largo Metal x67 Easy Officer	2
16	Caneta Hidrográfica 12 cores Jumbo San 150212 Faber Castell	1
17	Cola bastão 10g Pritt 1574714 Henkel	4
18	Massa para modelar 500g Soft Azul 109 Acrilex	2

e) Materiais de pintura e modelagem:

Tabela 88 – Materiais de modelagem disponibilizados para o desafio (fonte: Autor)

Material de Modelagem e Pintura		
item	produto	quant
1	Primer PU cor Bege marca Maxi Rubber com catalisador 800ml	2
2	diluyente para o primer PU. - Maxi Rubber	1
3	massa plástica marca Maxi Rubber (lata)	7
4	Lixas D'água nº 80, 100, 220 e 320 3M (4 de cada)	16
5	pacotes pequenos de fibra de vidro - 320g. (marca Maxi Rubber) =	3
6	200g Cola de contato (marca Brascola)	1
7	Spray de Tinta Automotiva (cores variadas)	8
8	CATALISADOR PARA P.U. FLEET COLOR - 450ML	1
9	1/4 THINNER PARA P.U. FLEET COLOR	1
10	Clay Automotivo Chavant	10
11	Borracha de Silicone RT 402 Balde de 1kg + catalisador	2
12	Blocos de Poliuretano Expandido (PU) 10x10x25	4
13	01 placa de PU MB 0720 medindo 1500 x 500 x 50mm	1
14	folhas grandes de papelão ondulado	4
15	Arame galvanizado (rolo)	1

Figura 82 – Materiais de desenho, modelagem e pintura disponibilizados no experimento (fonte: autor).



(2) Instrumentos de coleta de dados

Como se trata de uma pesquisa mista, ou seja, qualitativa e quantitativa, durante o experimento foram utilizados os seguintes instrumentos e métodos de coleta de dados:

- (a) Sistema de Gravação de áudio e vídeo com 5 câmeras IP de segurança sem fio, VGA 640x480 conectados ao Aplicativo D-link DviewCam, distribuídos no ambiente segunda planta abaixo:

Figura 83 – Captura das câmeras de segurança em sequencia (C01 à C05), captura de tela do aplicativo DviewCam e planta baixa do local de realização do desafio experimental. Em cinza o Laboratório LDMP e em azul o CADEP.



- (b) Registro fotográfico com timer sincronizado utilizando 01 Câmera Sony Cyber shot H1 5.1Mp;
- (c) Planilhas, para de registro escrito das informações relevantes sobre a atividade projetual e sobre os diálogos e discussões dentro das

equipes, com intervalos de 5 em 5 minutos, realizado por até 5 avaliadores.

- (d) Registro dos dados dos computadores, através da coleta dos arquivos e captura de telas.

7.2.6. Realização do experimento

O experimento propôs o desenvolvimento de um produto de design no formato de competição entre duas equipes. O tempo de duração máxima para realização do projeto será de 8h, divididas em dois períodos de 4 horas com intervalo de 2h (monitorado).

O experimento foi realizado no período diurno, entre 8h00 e 12h00 e 14h00 e 18h00. As equipes recebiam um *briefing* detalhado do produto a ser desenvolvido, algumas informações básicas do regulamento do desafio e eram apresentadas as salas, aos materiais, equipamentos e recursos disponíveis.

Os *briefings* (Anexo III e IV), tanto do desafio piloto quanto do desafio final, propunha o desenvolvimento de um artefato físico com uma interface digital. No experimento piloto, foi um equipamento para acompanhamento das atividades esportivas e lazer para atletas para empresa Oregon Scientific e no experimento final, um relógio celular para empresa Swatch. O objetivo era que as equipes necessitassem integrar os conhecimentos e métodos de design de produto, gráfico e digital durante o desenvolvimento do projeto. Além da pesquisa de mercado, empresa e concorrentes.

As equipes realizaram o desenvolvimento do projeto em dois dias. No primeiro dia a equipe 1 e no segundo dia a equipe 2, a partir da ordem de sorteio. A divisão da atividade em dois dias foi necessária uma vez que a UNESP não dispusera de estrutura suficiente de equipamentos e espaços para a realização simultânea de projetos por duas equipes e para evitar que o trabalho de uma equipe influencie as ações da outra.

A complexidade do tema projetual que foi desenvolvido levou em consideração o tempo máximo do experimento e o nível de qualificação dos alunos participantes, de forma a que eles pudessem desenvolver e concluir o projeto no tempo previsto.

7.2.7. Métodos de estruturação, tratamento e análise dos dados

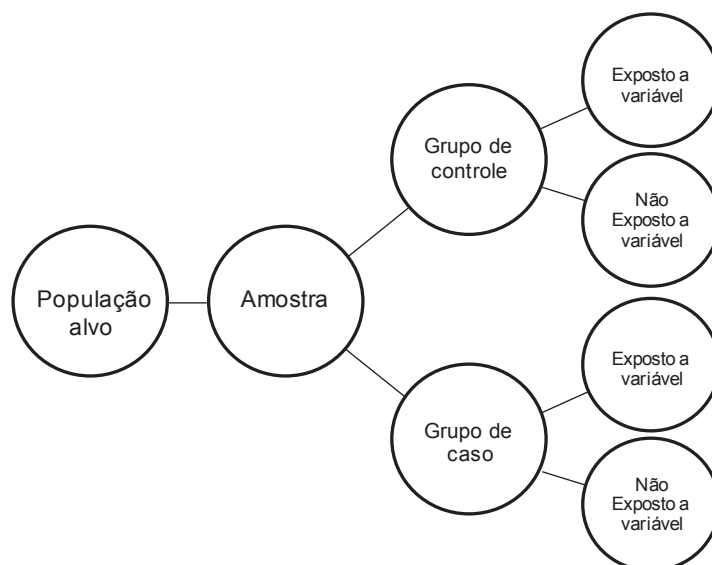
Segundo Baptista e Campos (2007) Entre os métodos qualitativos temos: entrevistas, questionários, formulários, observação,...

Segundo Baptista e Campos (2007) entre os métodos quantitativos temos: (a) Estudos Caso-Controle (ECC)

Os (a) Estudos Caso-Controle (ECC) fazem uso de dois grupos, um grupo que contenham os aspectos de interesse (casos) e outro grupo sem as condições de interesse (controle), para que se possa aplicar as variáveis independente e realizar uma análise comparativa dos seus efeitos nos dois grupos.

Para a análise dos dados do ECC tem se usado diversos métodos estatísticos, dos mais simples como *odds ratio* (OR) até os mais sofisticados. O *odds ratio*, ou razão de possibilidades ou de chances, permite analisar a associação entre as variáveis através da proporção dos expostos e não expostos a uma determinada variável independente tanto nos grupos casos quanto nos grupos de controles, utilizando a seguinte fórmula: $O = [(g1 \times g4) / (g2 \times g3)]$ onde g1 são os grupo de casos exposto, g2 os casos não expostos, g3 os controle expostos e g4 os controles não expostos, de acordo com a estrutura do experimento apresentada no Gráfico 68:

Gráfico 68 – Delineamento de um experimento ECC. (fonte: autor com base no Gráfico apresentado por Baptista e Campos (2007) p, 104).



Outro método utilizado para tratamento quantitativo dos dados do ECC é o método de Coorte. Segundo Baptista e Campos (2007) ele é utilizado para definir pessoas que apresentam característica comum e por isso são agrupadas e observadas durante um determinado tempo, podendo ser comparado com outro grupo que contenha outra característica comum entre os seus integrantes e ao qual tenha sido exposto a um determinado fator (variável independente). O resultado desse processo pode responder a hipóteses específicas. A Tabela 89 apresenta a estrutura dos grupos e variáveis no experimento.

Tabela 89 – Representação de estudos longitudinais com grupos (fonte: autor com base na tabela apresentada por Sackett (2000) apud Baptista e Campos (2007)).

		Efeitos Adversos	Efeitos Adversos	
Exposição a variável Independente	Sim	a	b	a + b
Exposição a variável Independente	Não	c	d	c + d
	Totais	a + c = casos	b + d = controles	a+b+c+d = amostra total

Como se trata de uma pesquisa mista, ou seja, qualitativa e quantitativa, após o experimento foram aplicados:

(a) Métodos qualitativos como: Entrevistas, Questionários, Grupo Focal para Esclarecimento com os participantes das equipes de trechos dos registros de áudio e vídeo da coleta de dados;

As entrevistas e questionários foram compostos por 10 perguntas cada.

O objetivo da entrevista e questionário era de compreender aspectos relacionados com as variáveis dependentes (VD).

(b) Métodos quantitativos como: Análise de dados coletados através de planilhas, gráficos da distribuição das atividades na linha do tempo conforme proposto por Griffiths (2004) e Gill et al. (2005) e métodos de tratamento estatístico das variáveis dependentes da pesquisa (porcentagem, média e teste de normalidade).

O objetivo era dimensionar as variáveis dependentes de forma comparativa entre o grupo experimental (com aplicação metodologia proposta) e grupo de controle. As variáveis dependentes a serem dimensionadas foram: (1) Acompanhamento periódico do PDP; (2) Inclusão e avaliação de parâmetros do usuário e do cenário; (3) Uso e adequação dos protótipos as fases do PDP; (4) Divisão de problemas em Subproblemas; (5) Continuidade do fluxo de atividade do PDP; (6) Indicador dos Custos do PDP; (7) Qualidade de Comunicação, gestão de informação e tomada de decisão no PDP; (8) tempo nas fases do PDP; (9) Qualidade e viabilidade do produto final e (10) integração entre as fases do PDP.

Para estruturação e análise dos dados quantitativos utilizamos os gráficos, fluxogramas e planilha comparativa.

Metodologia de Análise dos dados:

(a) Revisão do conteúdo registrado (áudio, vídeo e fotografias) e das informações das planilhas dos avaliadores (Anexo V);

- (b) Geração de uma síntese gráfica do fluxo das atividades durante execução do projeto verificando a ocorrência dos 10 indicadores propostos pelo estudo e as relações entre eles;
- (c) Avaliação dos projetos desenvolvidos por uma banca de professores e profissionais da área do design;
- (d) Avaliação comparativa do processo de design das duas equipes, a partir dos parâmetros anteriormente apresentados, através da construção do gráfico de análise proposto por Griffiths (2004) e Gill et al. (2005), formado pela linha do tempo e distribuição das atividades e tomada de decisões desenvolvidas pelas duas equipes ao longo das fases projetuais do experimento.
- (e) Criação de gráficos estatísticos comparativos dos dados quantitativos obtidos no experimento e uso de análise estatística para verificação da existência de diferenças expressivas entre os indicadores das equipes.

7.2.8. Apresentação dos resultados do experimento piloto

O primeiro desafio projetual, utilizado para coleta de dados do experimento, ocorreu nos dias 28 e 29/11/2013 nos espaços do CADEP e LDMP, reservados para essa finalidade. Por sorteio, o dia 28/11 ficou agendado a equipe de controle e no dia 29/11 a equipe experimental. Toda estrutura foi montada para que o experimento fosse o definitivo da pesquisa. Optamos por transformá-lo em piloto, e aplicar posteriormente outro desafio experimental, no momento em que constatamos no final das atividades do segundo dia, a equipe experimental havia abandonado o uso do aplicativo e da estrutura da metodologia, o que impediria uma análise mais completa de dados.

Nesse desafio piloto, participaram: 18 alunos, 9 alunos em cada equipe; 5 avaliadores para registro dos dados das atividades e diálogos de cada equipe e 5 usuários potenciais, adequados ao perfil do briefing do produto, para caso houvesse a necessidade de coleta de dados pelas equipes. Estavam a disposição dos alunos ainda: 2 técnicos na oficina de materiais e protótipos e até 3 técnicos no laboratório avançado de produtos CADEP. Eles estavam

disponíveis para auxiliar nas atividades de uso de máquinas que oferecem risco, uso de equipamento de proteção e manipulação direta com os equipamentos de impressão e digitalização 3D. Esse corpo de técnicos, bem como os avaliadores, era orientado a não exercer qualquer influência nas atividades ou no projeto, evitando qualquer comunicação nesse sentido.

Todos os alunos submetidos ao experimento assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo VI) conforme orienta a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde CNS-MS e em acordo aos procedimentos descritos no projeto do experimento submetido e aprovado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Foram oferecidas à ambas as equipes o mesmo *briefing*, as mesmas informações, o mesmo tempo e a mesma estrutura de materiais, equipamentos e espaços.

Após a realização do experimento, todos os dados foram estruturados de forma a facilitar a análise. Os dados das planilhas dos avaliadores foram transcritos para uma planilha do Excel, colocados lado a lado de forma sincronizada de tempo, data e equipe. Os vídeos foram levados para um computador desktop e poderiam ser consultados com ferramentas de auxílio de data, tempo e visualização do aplicativo D-view Cam da D-link. Por fim, todas as fotos foram sequenciadas em uma pasta e poderiam ser consultados com auxílio da data e horário registrado na foto e sincronizados com os demais registros.

A partir da estruturação dos dados, configuramos infográficos para análise dos indicadores anteriormente definidos. Nele, mapeamos também o desenvolvimento das atividades das equipes experimental e de controle ao longo de todo o processo de desenvolvimento do projeto, ou seja, durante as 8h do desafio, seguindo a estrutura proposta por Gill (2005) e Griffiths (2004).

Os indicadores avaliados foram:

- 1 Indicador do acompanhamento periódico do PDP
- 2 Indicador de Inclusão e Avaliação de Parâmetros do Usuário e do Cenário
- 3 Indicador do Uso e Adequação dos Protótipos às Fases do PDP
- 4 Indicador da Divisão de Problemas em Sub-problemas
- 5 Indicador da Continuidade do Fluxo de Atividade no PDP
- 6 Indicador dos custos no PDP
- 7 Indicador da Qualidade de comunicação, da Gestão de informação e Tomada de Decisão no PDP
- 8 Indicador do Tempo nas Fases do PDP
- 9 Indicador da Qualidade e Viabilidade do Produto
- 10 Indicador de integração entre as fases do PDP

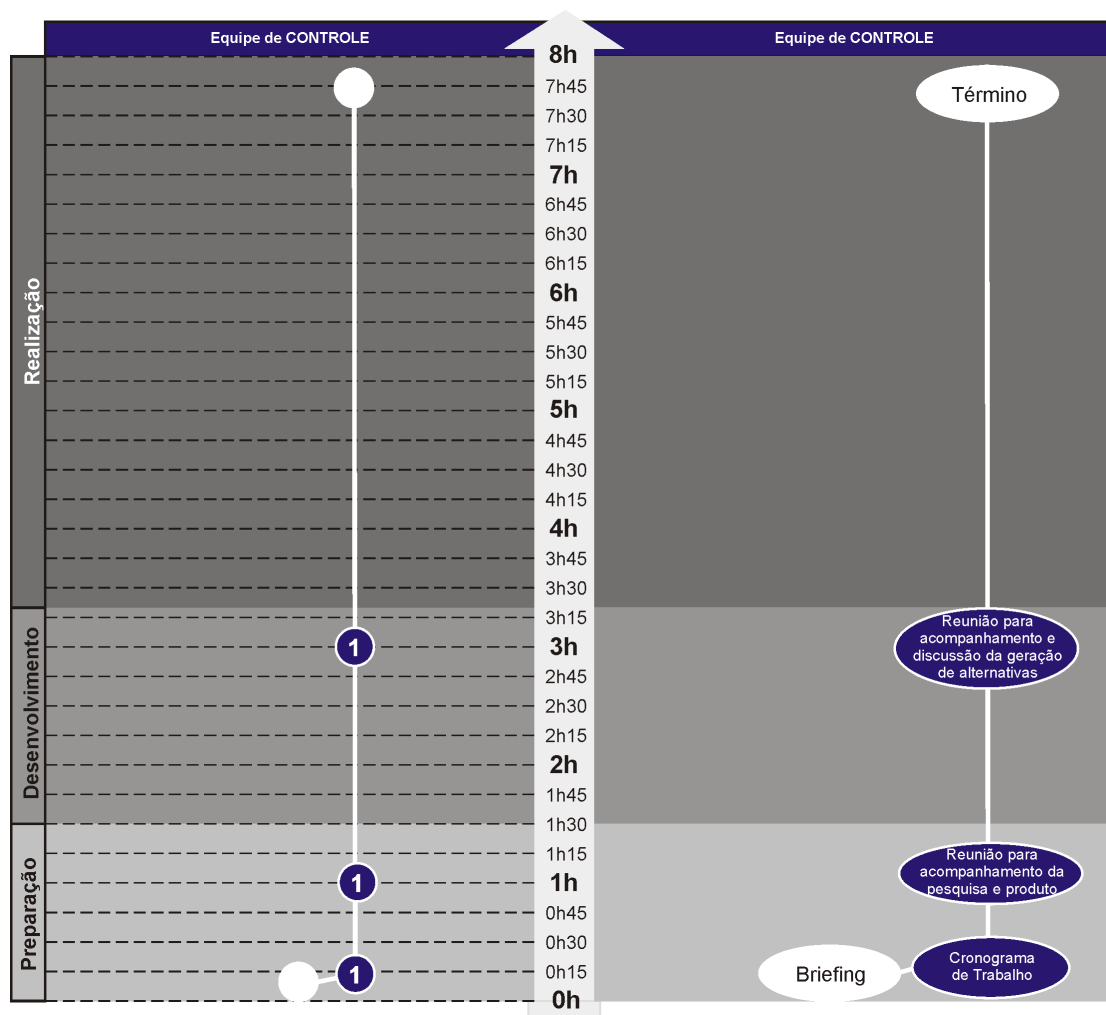
Na sequência, apresentaremos os gráficos gerados desses indicadores (por equipe), os gráficos comparativos (entre equipes), um gráfico estatístico, com a extração dos dados quantitativos de cada indicador e ao final um quadro geral do fluxograma das atividades desenvolvidas durante o processo de design e um quadro geral quantitativo de todos os indicadores.

1 Indicador do acompanhamento periódico do PDP

Esse indicador visa verificar o uso de estratégias e ferramentas de acompanhamento periódico do processo de design, de forma sistematizada. A importância desse aspecto se dá na necessidade de gestão do processo como um todo, avaliando a cada estágio o atendimento aos objetivos e metas estabelecidos, analisando se existe maturidade suficiente para a conclusão de etapas e passagem de uma fase para outra do processo.

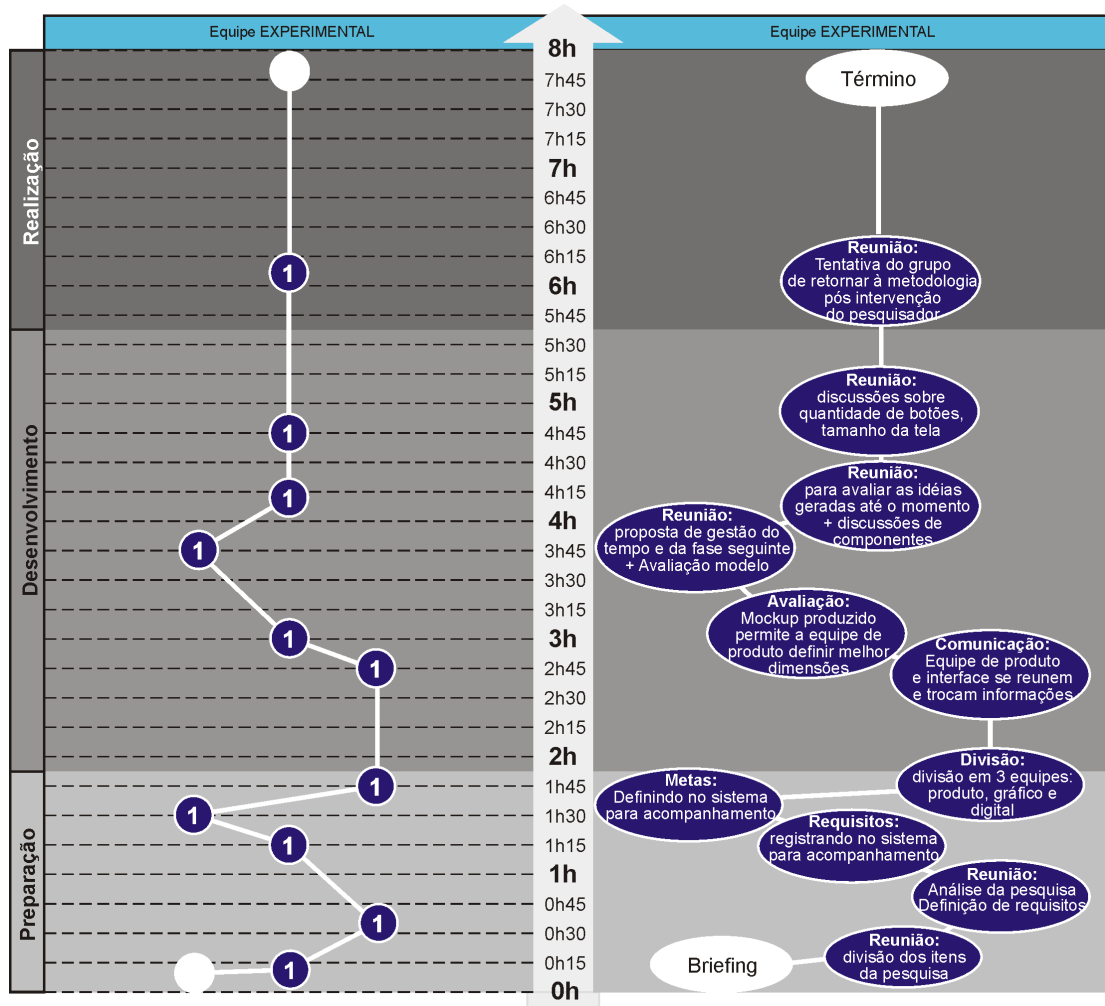
Ao analisarmos comparativamente os gráficos das equipes de controle e experimental, visualizamos o que foi perceptivo durante o experimento. A equipe de controle pouco utilizou métodos e ferramentas para o acompanhamento do projeto, apenas algumas anotações em papel. Isso pode ser verificado pela baixa incidência de atividades com essa finalidade (Gráfico 69).

Gráfico 69 – Fluxograma de acompanhamento do PDP da equipe de controle (fonte: autor)



Em contrapartida, a equipe experimental, ao utilizar a ferramenta proposta pela metodologia, conseguiu: (a) registrar os requisitos definidos, (b) hierarquizar a importância desses requisitos a partir da aplicação de uma pesquisa de diferencial semântico (DS) realizar um teste hierárquico das características do produto (THCP) com a participação dos usuários e (c) definir metas para o projeto, o que motivou a equipe a um acompanhando periódico do PDP, pelo menos na primeira metade do desafio (Gráfico 70).

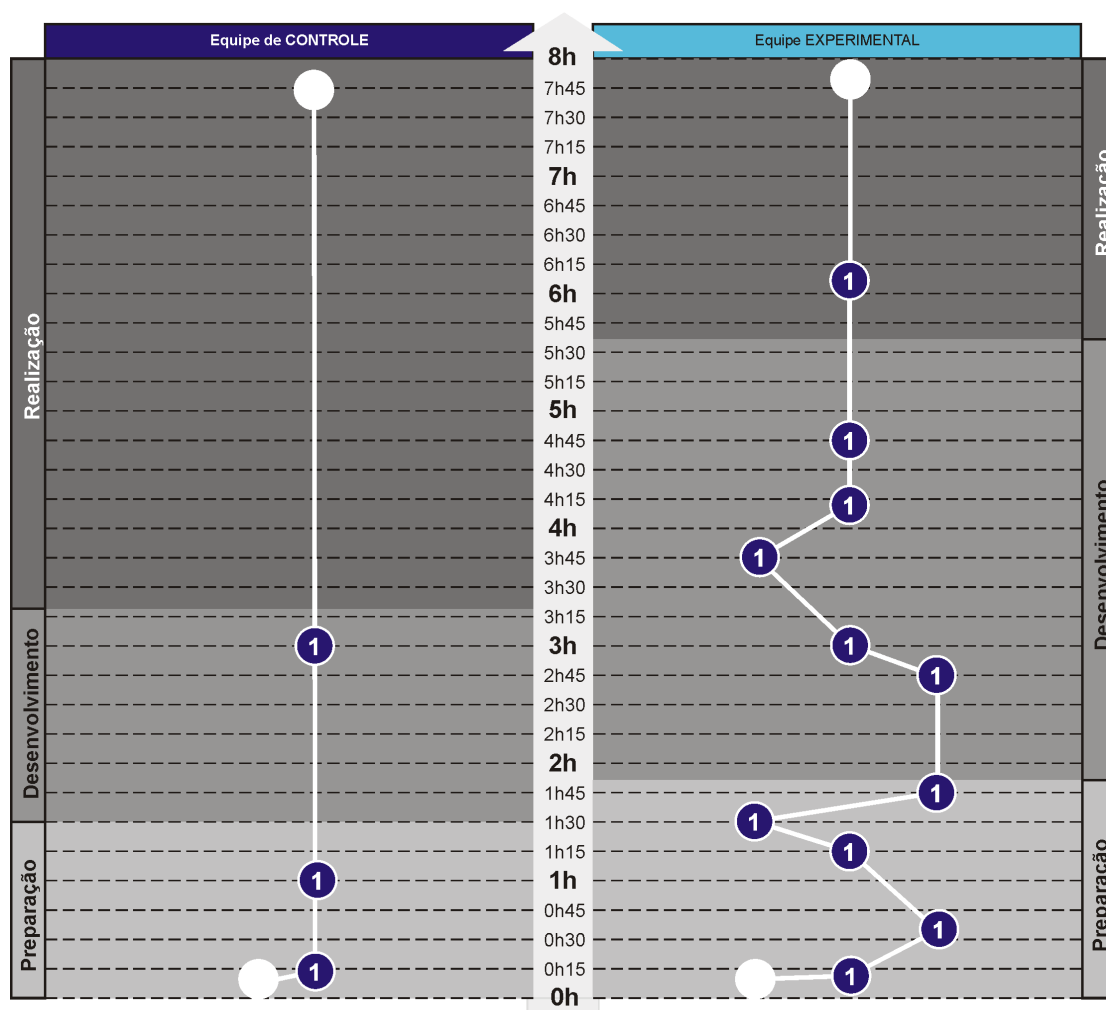
Gráfico 70 – Fluxograma de acompanhamento do PDP da equipe experimental (fonte: autor)



Observamos também que a produção e avaliação das alternativas, materializadas nos protótipos, estimulou a realização de alguns encontros da equipe experimental e serviu de suporte para a realização deste acompanhamento (Gráfico 70). O mesmo não pode ser observado na equipe de controle, uma vez que a mesma não desenvolveu protótipos com essa finalidade (Gráfico 71).

Na segunda metade do desafio, outro aspecto pode ser observado. A equipe de controle deixa de realizar o acompanhamento do projeto e do tempo, fazendo com que a preparação de um único *mockup* final se estendesse por toda tarde, levando vários componentes a ficarem sem atividade durante um longo período.

Gráfico 71– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.

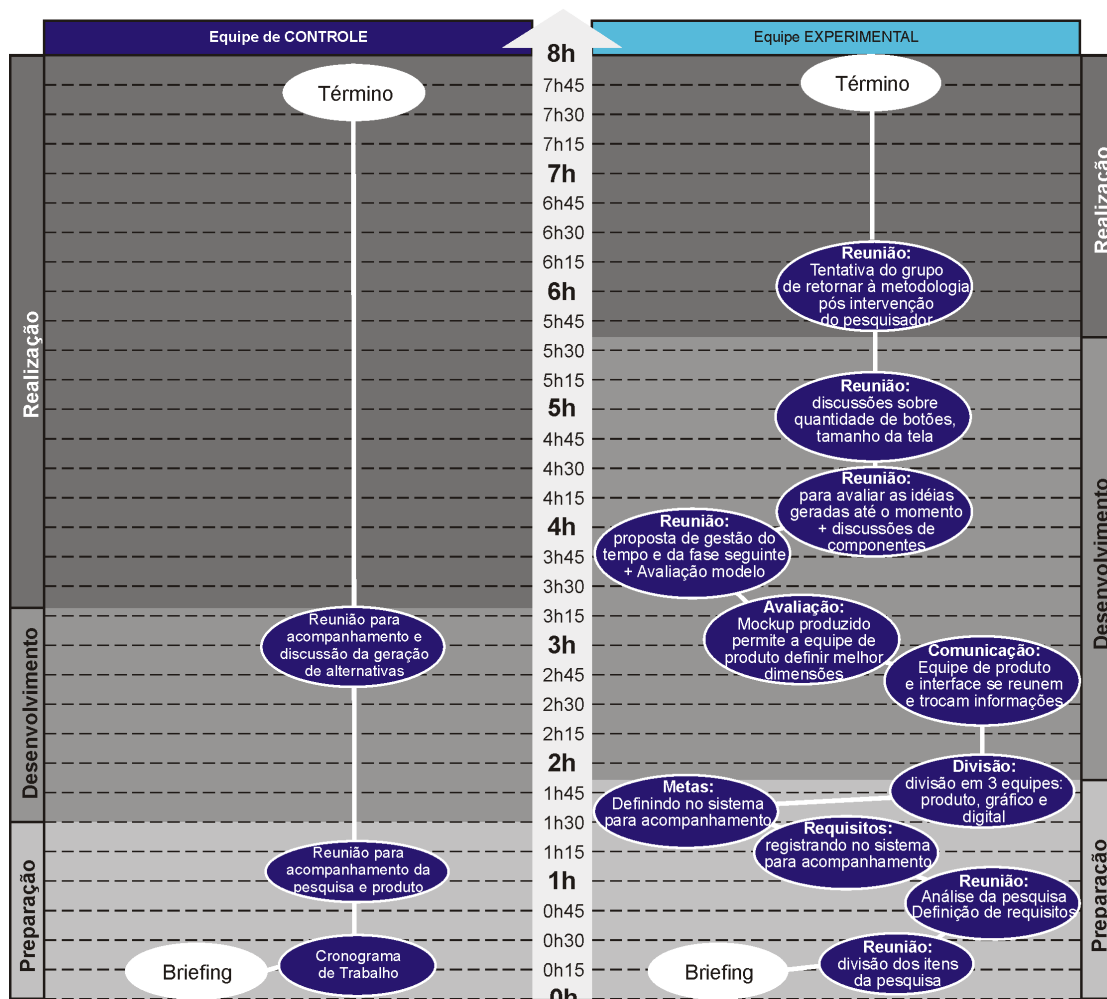


Contudo, verificamos também na segunda metade do desafio, que a equipe experimental, segundo próprio depoimento dos membros após o experimento, se sentindo confiante do andamento do projeto e dos resultados alcançados até então, se afastam por completo da ferramenta de gerenciamento proposto pela metodologia, acreditando terem incorporado os seus princípios.

Isso trás os seguintes impactos no andamento do projeto: a) Pelo fato de não realizarem as avaliações das alternativas dos componentes do projeto, acabam ficando sem dados suficientes para realizar uma tomada de decisão; b) A escolha da alternativa final é feita sem verificação dos requisitos e metas definidos no início do projeto c) as atividades de avaliação são realizadas de forma inadequada, sem uso de métodos e d) As atividades de modelagem são realizadas como um protótipo inadequado à fase e estágio do projeto.

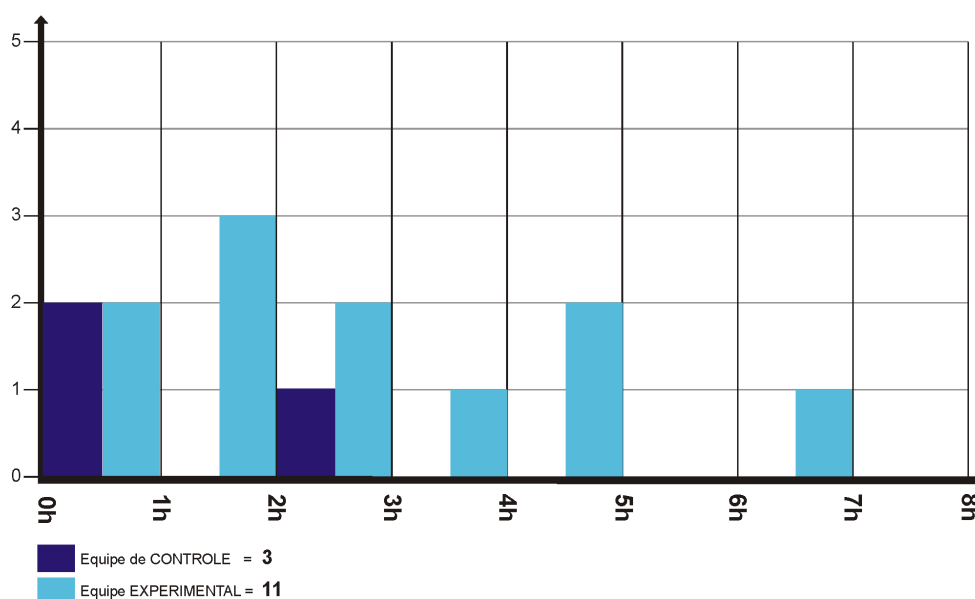
Sendo assim, na própria equipe experimental podemos observar claramente dois momentos: (1) com a aplicação da metodologia (1ª metade), onde foram definidos requisitos e metas; realizadas avaliações e registros dos resultados. Nesse período, a equipe tinha uma ferramenta para orientar a geração de novas alternativas e realizar tomadas de decisões. (2) Sem a aplicação da metodologia, que levou a equipe a deixar de avaliar as alternativas, de registrar os dados e de utilizar a ferramenta da metodologia que orientava as próximas etapas e a escolha das alternativas com melhor desempenho.

Gráfico 72– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: de controle e experimental.



Mas, de uma forma geral, mesmo sem a aplicação adequada da metodologia e das ferramentas por ela proposta pela equipe experimental (na segunda metade do desafio), constatamos na comparação dos dados quantitativos (Gráfico 73), uma diferença expressiva no número de atividades de acompanhamento do projeto entre as equipes. O que evidencia uma eficiência da metodologia nesse indicativo.

Gráfico 73 – Estatística das atividades de acompanhamento do PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



Esses dados nos permitem afirmar a importância, não apenas do uso de uma metodologia de projeto, mais a necessidade de uso de ferramentas que auxiliem o acompanhamento do desenvolvimento do projeto. Como proposto pela nossa metodologia. É importante observar que equipe experimental passa a desenvolver o projeto de forma desestruturada ao se afastar da metodologia, o que atesta a importância da sua utilização.

2 Indicador de inclusão e avaliação de parâmetros do usuário e do cenário.

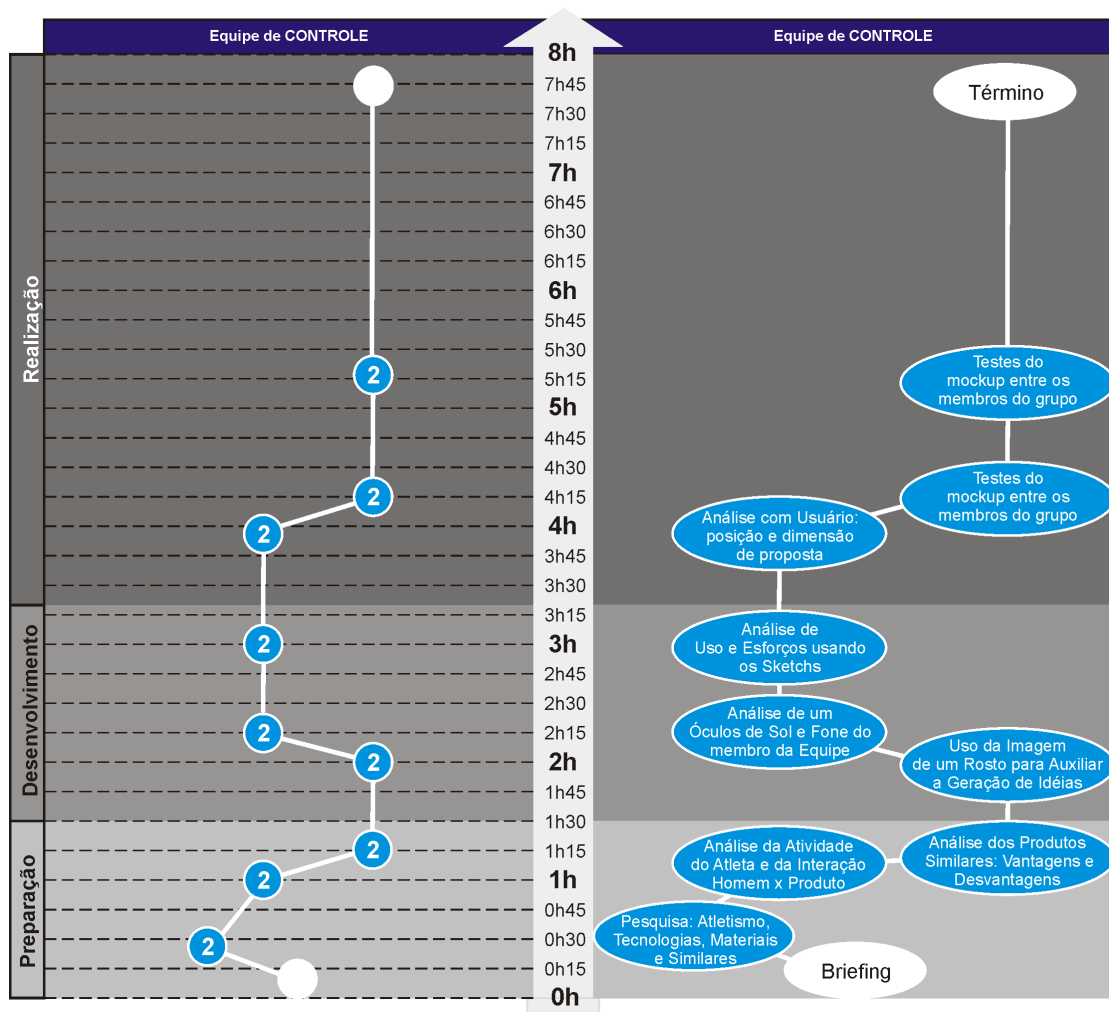
Esse indicador busca verificar a quantidade de informações obtidas do cenário e dos usuários, a sua transformação em requisitos ou em critérios de avaliação e a sua aplicação no projeto.

Como descrevemos no início dessa sessão, durante a leitura do *briefing* eram apresentados as equipe, pessoas com o mesmo perfil do usuário do produto, e que poderiam ser usadas durante o experimento pelas equipes, caso necessário.

A equipe de controle, só fez uso desses usuários uma única vez, para uma avaliação dimensional rápida de uma proposta final de *mockup* que estava sendo produzida na oficina. As demais coletas e avaliações realizadas pelo

grupo foram feitas entre membros da própria equipe, com perfil diferente do indicado no *briefing* ou foram descartadas por alguns membros por acharem desnecessários ou acreditar que tomaria muito tempo (Gráfico 74).

Gráfico 74 – Fluxograma de inclusão de usuários no PDP da equipe de controle (fonte: autor)



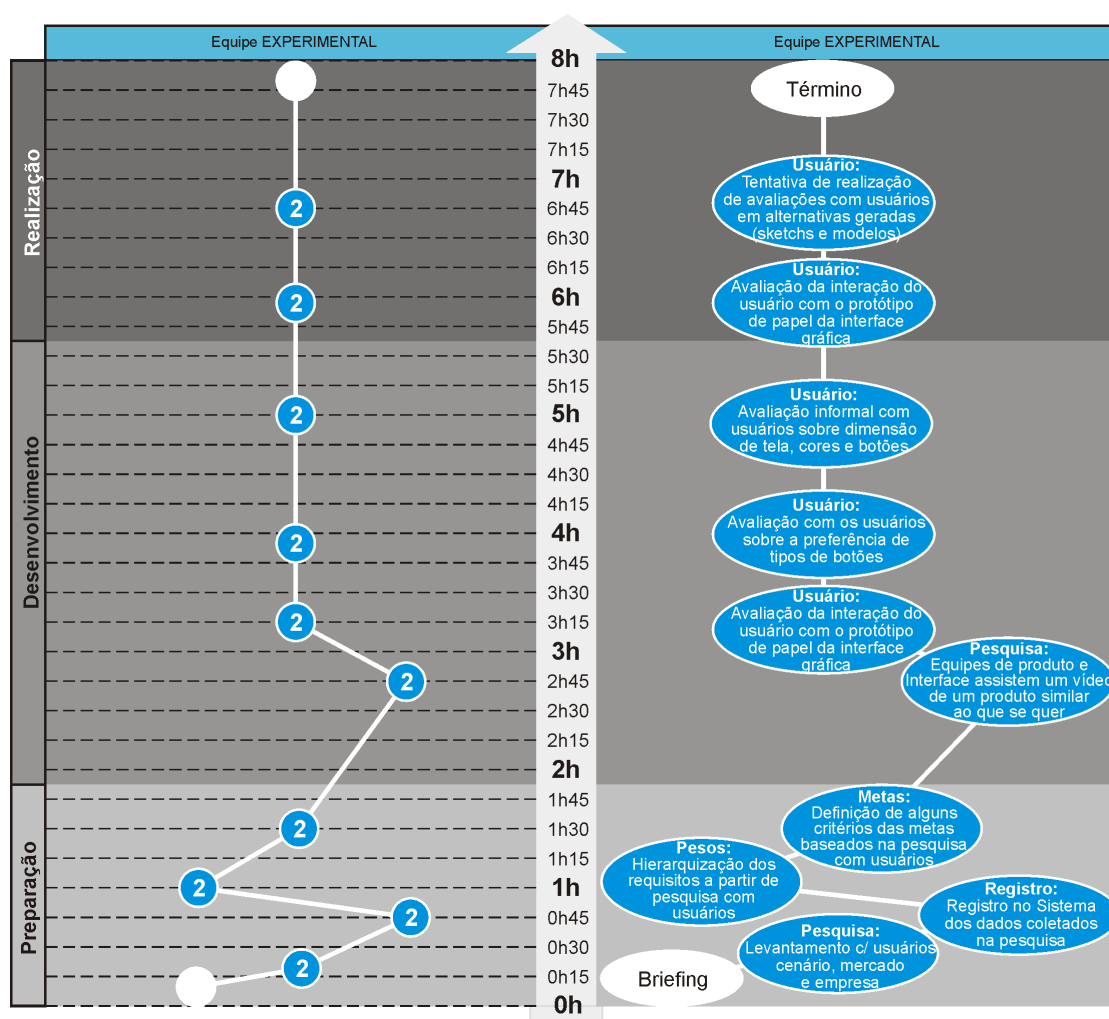
Elas estão pontuadas no gráfico, por acreditarmos que houve pelo menos a iniciativa de dimensionamento humano. Contudo, elas serão desconsideradas para a estatística final da equipe (reduzindo de 9 para 6, Gráfico 78).

Observando o gráfico (Gráfico 74), identificamos uma análise e considerações de usabilidade, realizadas pela equipe de controle utilizando apenas os *sketches* desenhados. Durante a nossa fundamentação e construção da metodologia, construímos argumentos suficientes para demonstrar que não é possível realizar avaliações de usabilidade de produtos a partir de *sketches* ou *renderings* dos mesmos. Isso amplia a importância do

uso da metodologia, por ela orientar a utilização do protótipo adequado a cada canal de comunicação (usabilidade, funcionalidade e estética)

Diferentemente da equipe de controle, a experimental utilizou os usuário disponíveis desde o início do projeto, na fase de preparação, durante a definição de pesos para hierarquização dos requisitos definidos na pesquisa inicial. Isso pode ser realizado através da aplicação de escala de diferencial semântico (DS) e teste de hierarquia das características do produto (THCP).

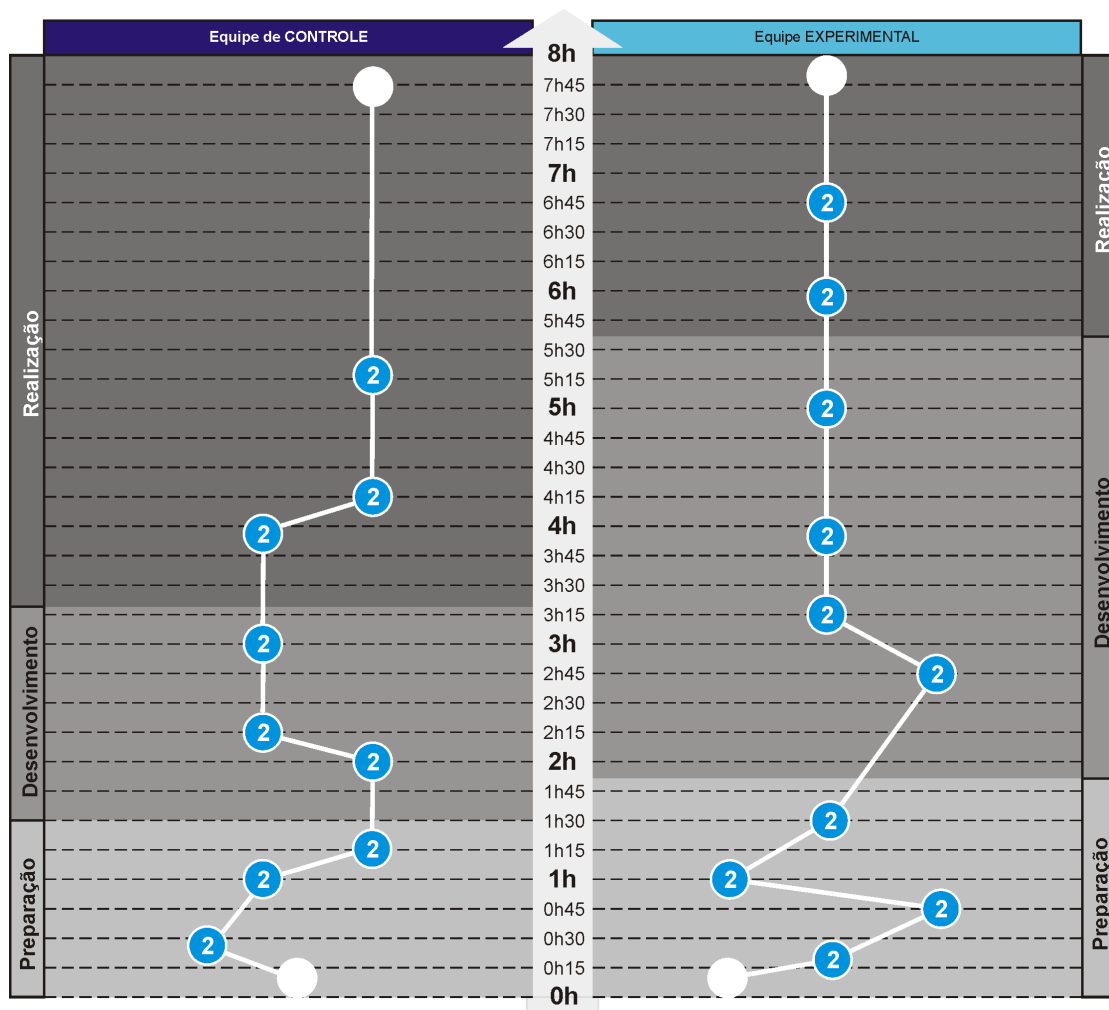
Gráfico 75 – Fluxograma de inclusão de usuários pela equipe experimental (fonte: autor)



Ao longo de todo o projeto (Gráfico 75) é possível identificar pela equipe experimental a aplicação de métodos e técnicas para coleta de dados e avaliação com participação de usuários, bem como, a inclusão de parâmetros do cenário (mercado, competidores, similares,...).

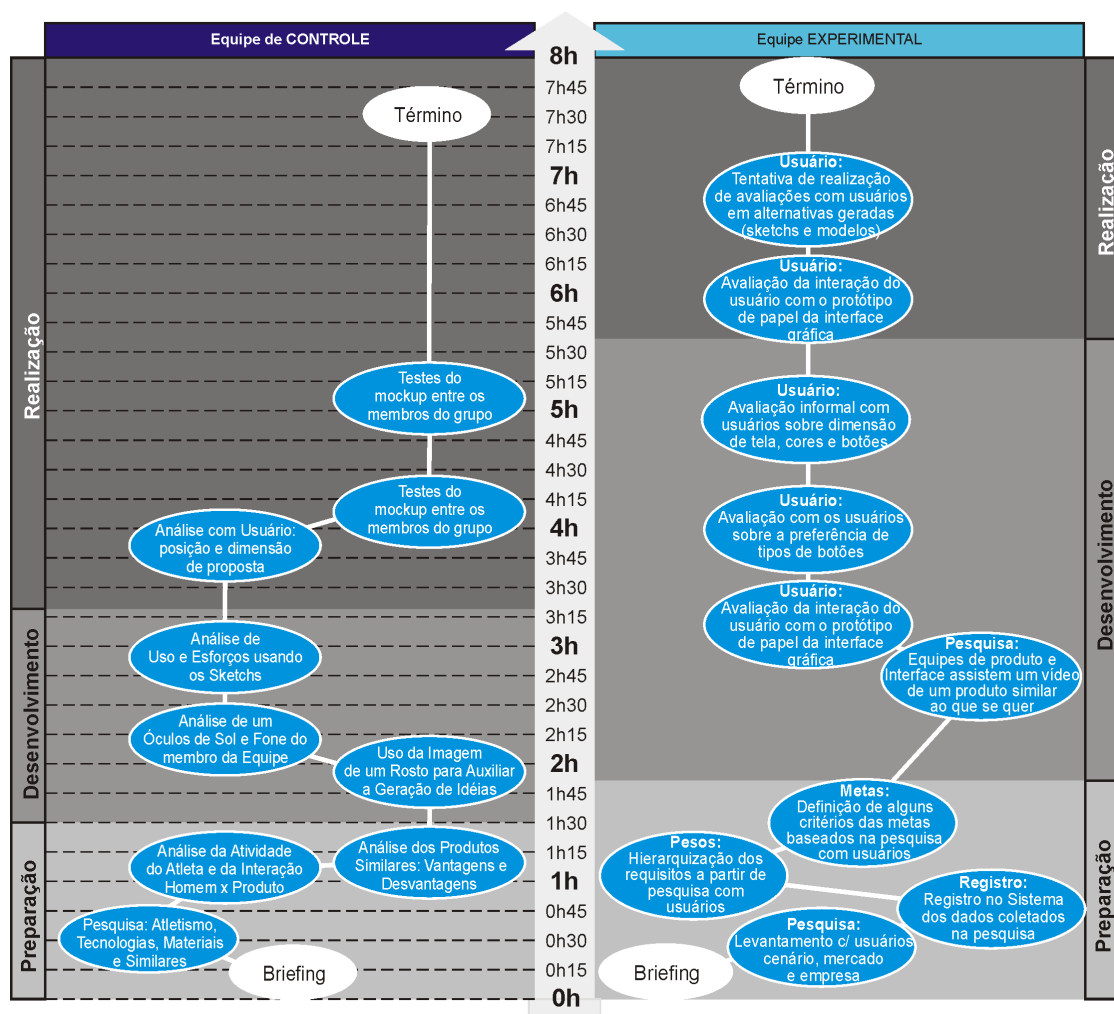
Isso se deve a orientação da metodologia para a produção de protótipos de diversos níveis de fidelidade, visando à realização de testes interativos com usuários. Também pelo uso do aplicativo, que orientam entre outros aspectos, os métodos de avaliação que devem ser utilizados em cada fase do projeto.

Gráfico 76– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



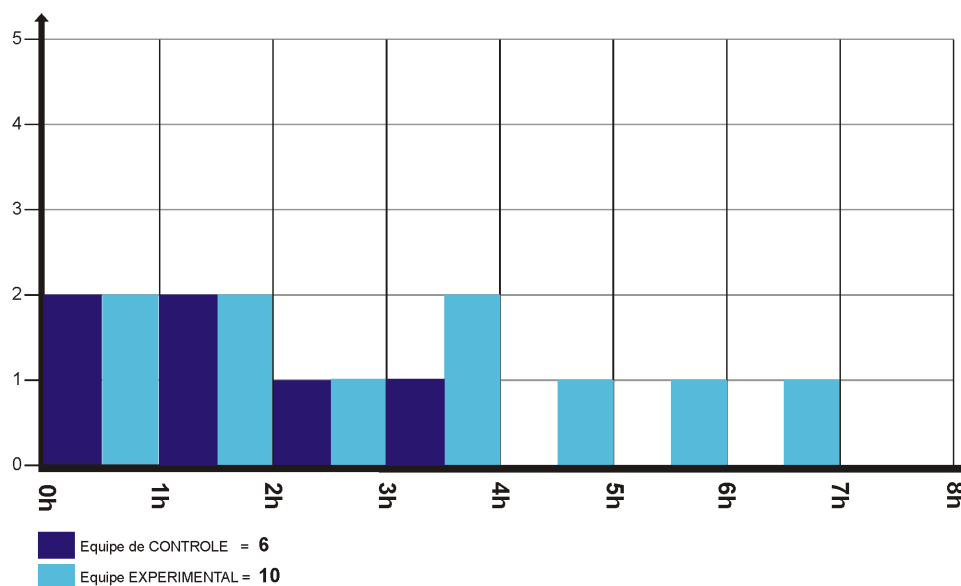
Se formos analisar comparativamente a partir dos gráficos, desconsiderados a inclusão de parâmetros dos usuários, feitas por avaliações em membros da mesma equipe, teríamos o gráfico estatístico conforme o Gráfico 78. Neste gráfico, percebemos que o resultado da inclusão de parâmetros de cenário e usuário seria favorável à equipe experimental (10 a 6). Ele também seria favorável se isolássemos apenas as avaliações com usuários (5 a 1)

Gráfico 77 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Isso nos permite afirmar que a metodologia mediada por protótipos, ao orientar, estimular e gerenciar a utilização de protótipos amplia também a quantidade de dados coletados, principalmente dos usuários (Gráfico 76 e 77).

Gráfico 78 – Estatística das atividades de inclusão de usuários desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



3 Indicador do uso e adequação dos protótipos às fases do PDP.

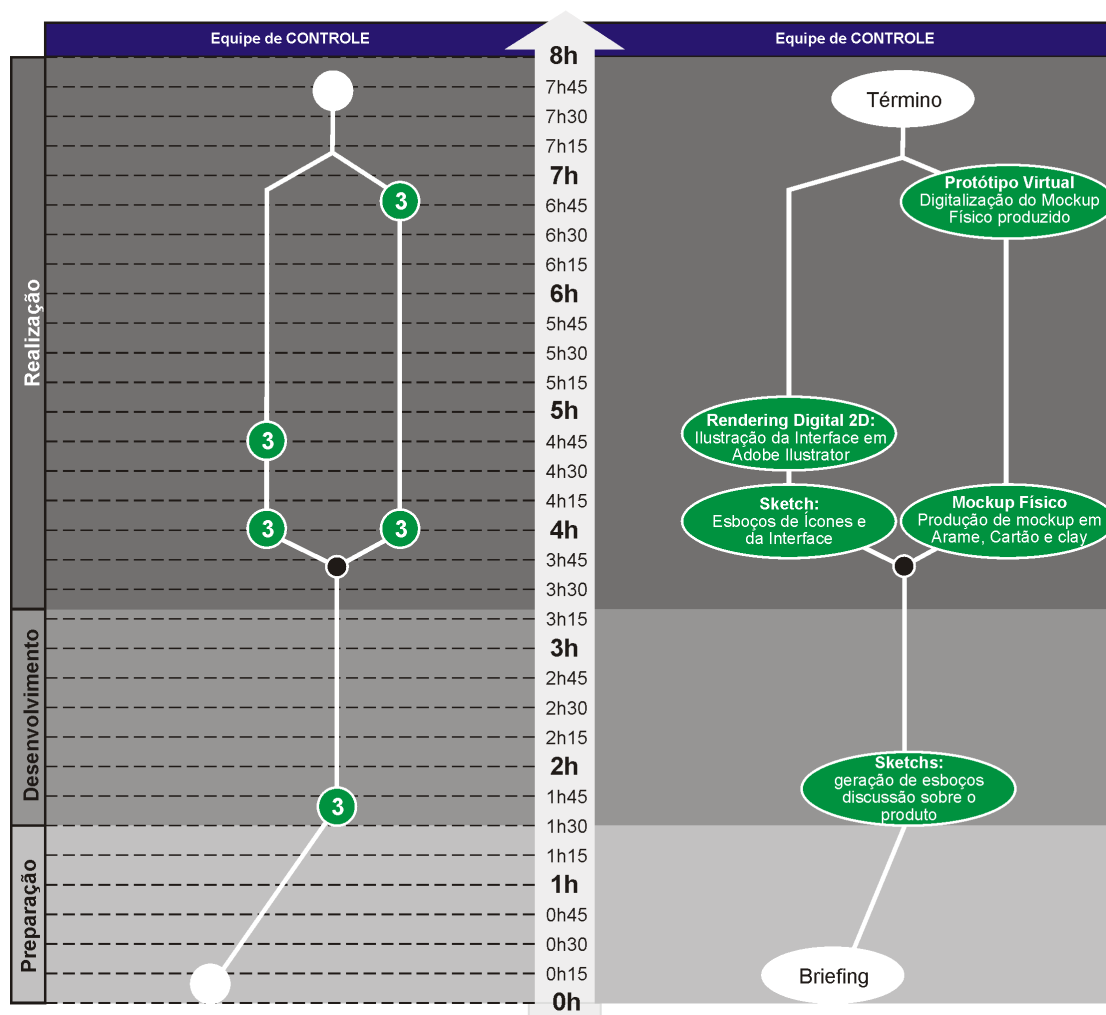
Esse indicador avalia as estratégias das equipes para utilização de protótipos, os tipos utilizados e a sua adequação a cada fase e estágio de design. Considerando o protótipo como um caminho para interação das nossas ideias com o mundo, buscamos compreender a percepção das equipes em relação a sua utilização e forma como esses são utilizados para recolher dados e realizar avaliações.

Esse foi um dos aspectos onde ficou mais evidente a influência da metodologia sobre a prática das equipes durante o desafio. Embora fosse a nossa expectativa o aumento do uso de protótipos, uma vez que a metodologia denominada “mediada por protótipo” deveria estimular e orientar uma maior utilização desses, não acreditávamos que a diferença seria tão evidente, uma vez que ambas as equipes tiveram acesso a uma capacitação anterior sobre prototipagem.

A equipe de controle visualizou o protótipo sempre como artefato de apresentação final de suas ideias, não de avaliação e redesign. Isso pode ser percebido pelo planejamento e tempo dedicado para execução de um único

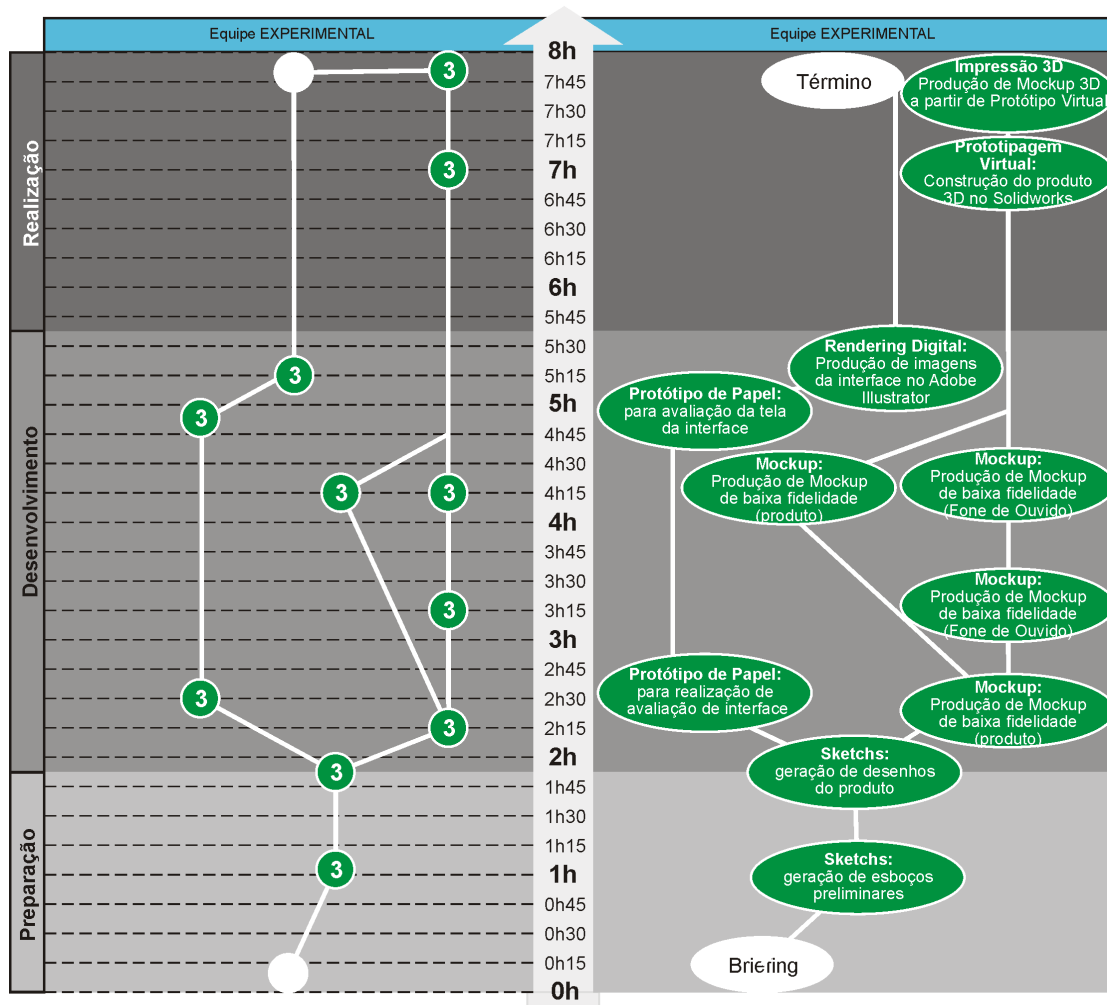
mockup final, que geraria o protótipo virtual para impressão 3D e só poderia ser avaliado ao final do tempo do desafio (Gráfico 79).

Gráfico 79 – Fluxograma do uso dos protótipos no PDP da equipe de controle (fonte: autor)



Em oposição, observamos que a metodologia incorporou na equipe experimental uma filosofia diferente de utilização dos protótipos, a de facilitador de comunicação e mediador de informação. O protótipo estimulou o diálogo entre os membros da equipe, ampliou a percepção da interação do produto com o mundo e incorporou ao processo valiosas informações sobre a usabilidade, funcionalidade e estética de suas ideias. Por isso a sua utilização se fez constante durante todo o processo (Gráfico 80)

Gráfico 80 – Fluxograma do uso dos protótipos no PDP da equipe experimental (fonte: autor)



Outro aspecto importante, é que, ao utilizar o aplicativo da metodologia, que orientava o uso do protótipo adequado para cada fase e estágio de design, a equipe conseguia obter informações importantes do tipo de protótipo a ser construído. O aplicativo ao considerar o tempo e a necessidade de avaliação, retornava o nível de fidelidade adequado do protótipo para o propósito da equipe. Isso auxiliava o rápido desenvolvimento e avaliação do design, logo também uma maior utilização de protótipos.

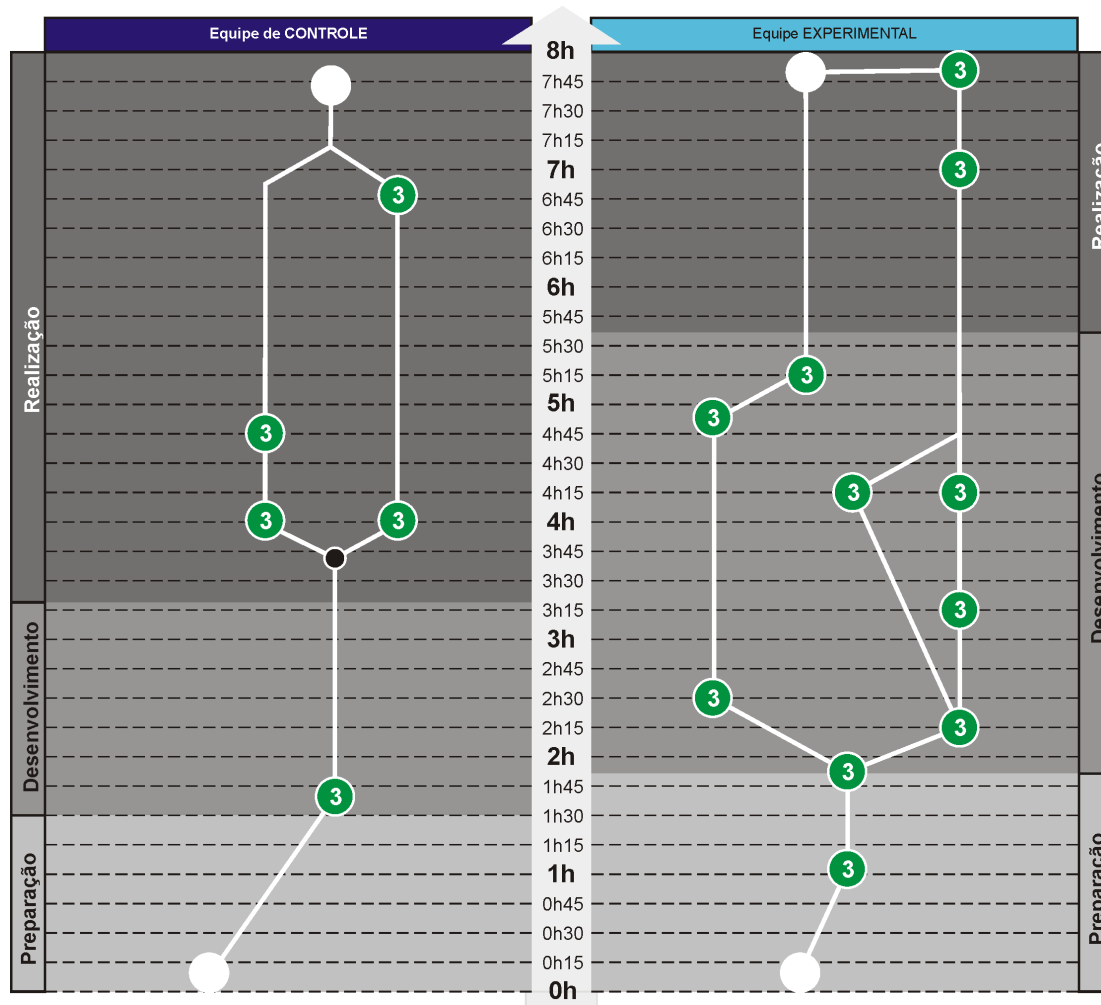
Já a equipe de controle, seleciona uma única alternativa entre os *sketches* e passa a desenvolver como solução final, utilizando o *mockup* apenas para apresentação dessa solução (Gráfico 79 e 82).

Dessa forma, a equipe de controle realiza a seleção de alternativa apenas com o uso de *Sketches*, quando em nossa fundamentação verificamos que o

mesmo não fornece informações suficientes para uma avaliação precisa sobre a usabilidade e funcionalidade de nossas ideias.

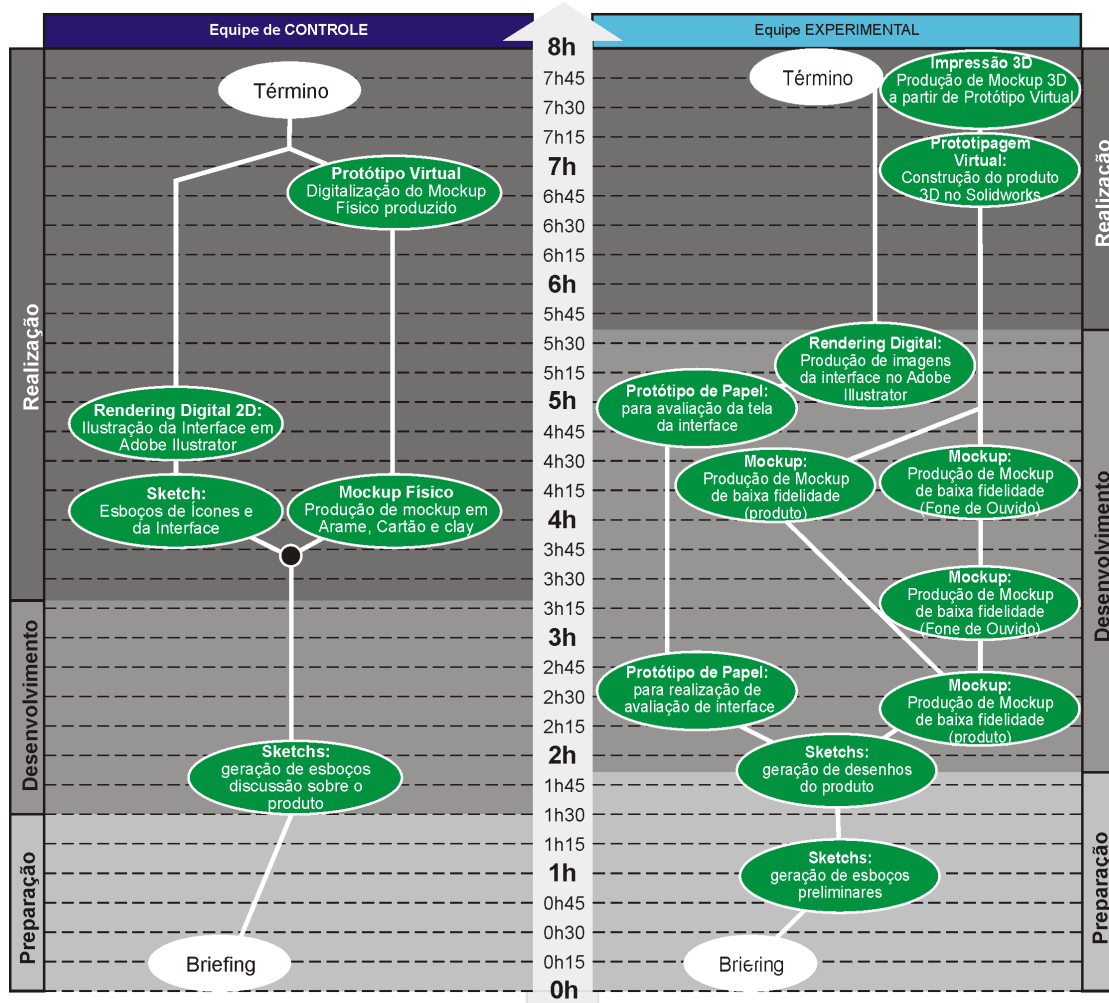
Gráfico 81 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.

3 Indicador do uso e adequação dos protótipos às fases do PDP



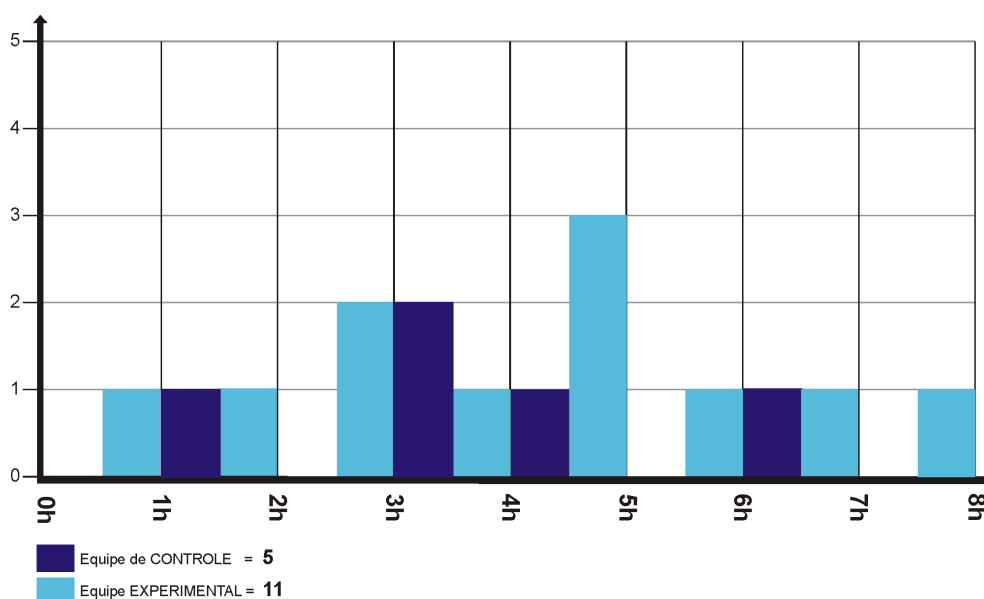
Em contrapartida, a equipe experimental, confecciona *mockups* de baixa fidelidade para avaliação e definição da forma, não utilizando apenas o *sketch* para a tomada de decisão. O uso de um conjunto de protocolos de avaliação com usuários, quantificáveis e qualificáveis, auxiliam a equipe durante boa parte do desafio nessa tomada de decisão (Gráfico 80 e 82).

Gráfico 82– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Ao analisarmos o Gráfico 82 e 83, constatamos que a metodologia exerceu uma influência expressiva nas incidências do uso de protótipos no PDP (11 a 5) e que durante o período que a equipe utilizou a aplicativo, todos estavam adequados a fase e estágio de design.

Gráfico 83 – Estatística das atividades de uso dos protótipos no PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: Autor)



Nesse sentido, a partir dos dados coletados, podemos inferir que a metodologia tem influência expressiva no uso de protótipos durante o processo de design e que isso pode trazer contribuições expressivas para o gerenciamento do projeto, inclusão de parâmetros do usuário e adequação do produto as demandas projetuais.

4 Indicador da divisão de problemas em subproblemas.

Esse indicador examina os caminhos encontrados pelas equipes para superar a complexidade projetual e a pressão do tempo no desafio. Ele verifica as estratégias utilizadas para divisão de problemas em subproblemas como forma de superar as dificuldades para produzir mais, melhor e menos tempo.

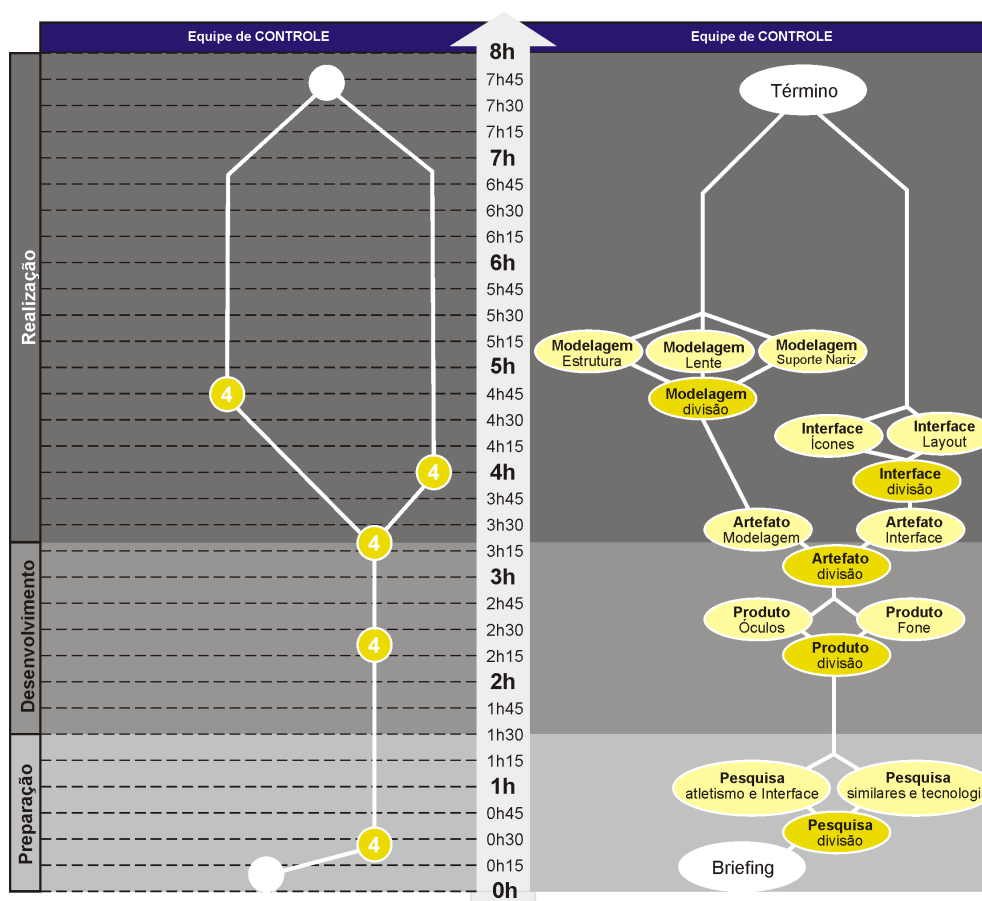
Ao analisarmos esse indicador, constatamos que ambas as equipes sobre a pressão do fator tempo, ou seja, 8h para o desenvolvimento de um produto, compreendem a necessidade de divisão de problemas em subproblemas. Para isso, as equipes optam por criação de pequenos grupos e divisão de tarefas projetuais.

A equipe de controle, durante a preparação do projeto, cria dois grupos (Gráfico 84) e divide a pesquisa em: (a) compreensão da atividade alvo, atletismo e busca de informações de interfaces digitais e (b) compreensão de

tecnologias e produtos similares. Contudo, esquece-se de um dado importante, a pesquisa da empresa que constava no *Briefing* do projeto (Anexo III), ou seja, deixa de considerar a missão, a história, o posicionamento de mercado, a cartela de produtos e tecnologia utilizada por ela.

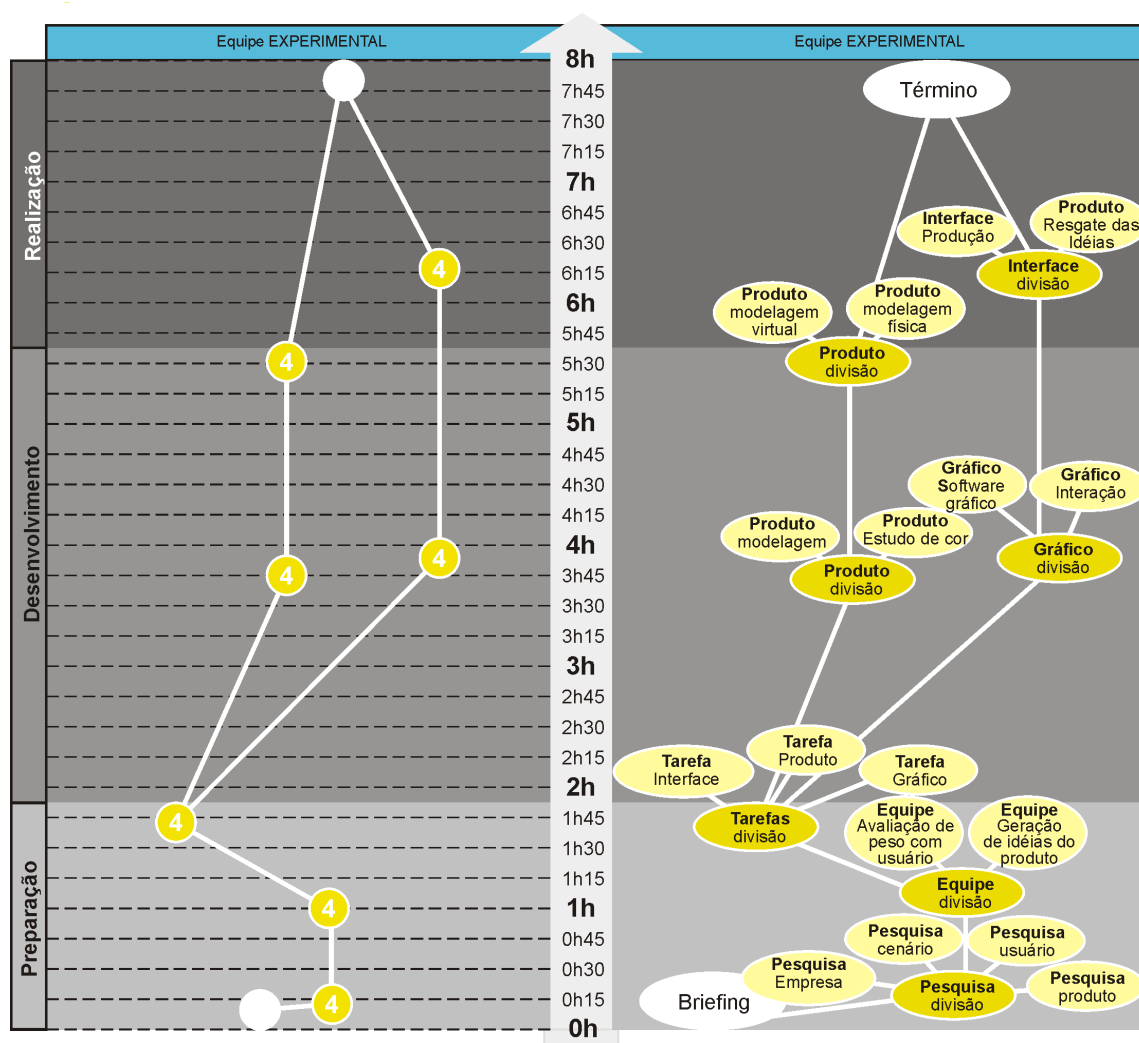
Na divisão das áreas de design, percebemos uma fragilidade da equipe de controle, ao criar uma divisão inicial: subgrupo de óculos e lente (Gráfico 84). Isso levou todo o grupo, com competências variadas em gráfico e produto, a pensar por um bom tempo apenas no produto. O grupo permaneceu reunido em uma mesma sala, quando poderia ter partido para a divisão por áreas, em salas separadas, de forma a tornar o trabalho mais específico e produtivo. Essa divisão só ocorreu no final da fase de desenvolvimento, quando o produto já estava definido, ou seja, a equipe de gráfico/interface deveria adequar a interatividade da interface ao que já estava definido no projeto do produto.

Gráfico 84 – Fluxograma de divisão de problemas pela equipe de controle (fonte: autor)



Em oposição, verificamos que a metodologia e o aplicativo exerceram influência na pesquisa inicial da equipe experimental, uma vez que a metodologia já propunha uma estrutura base de pesquisa: Empresa, Cenário, Usuário e Produto (Gráfico 85). Isso fez com que a equipe, ao utilizar a metodologia, atentasse para esse importante dado do *briefing*, a empresa, e realiza-se uma pesquisa profunda sobre a Orion Scientific, utilizando esses dados para definição dos requisitos do projeto.

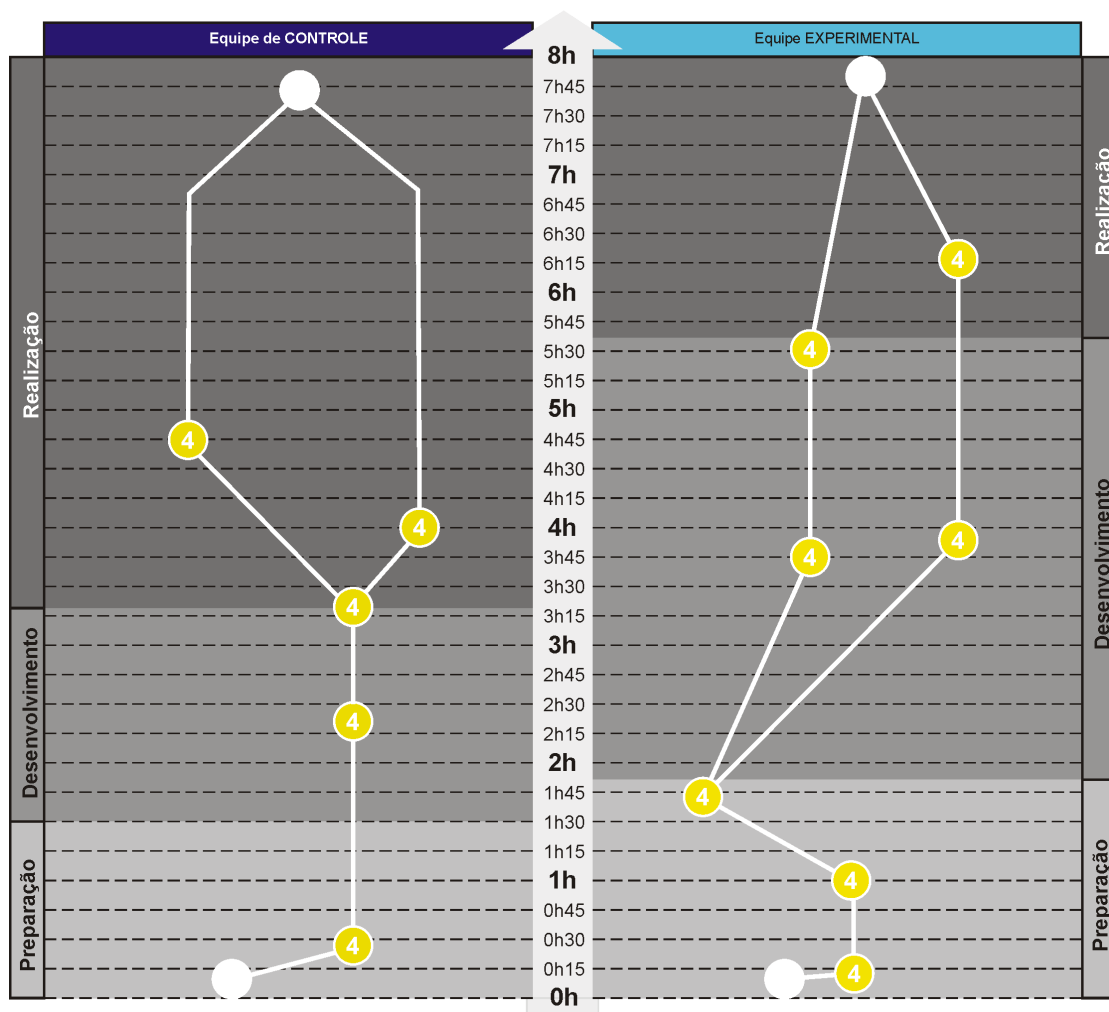
Gráfico 85 – Fluxograma de divisão de problemas do PDP, equipe experimental (fonte: autor)



Da mesma forma, na divisão de áreas de design, a equipe experimental orientada pela metodologia, parte para uma divisão mais produtiva: produto, gráfico e digital. Isso permitiu o desenvolvimento de ambas às áreas de forma completa e simultânea.

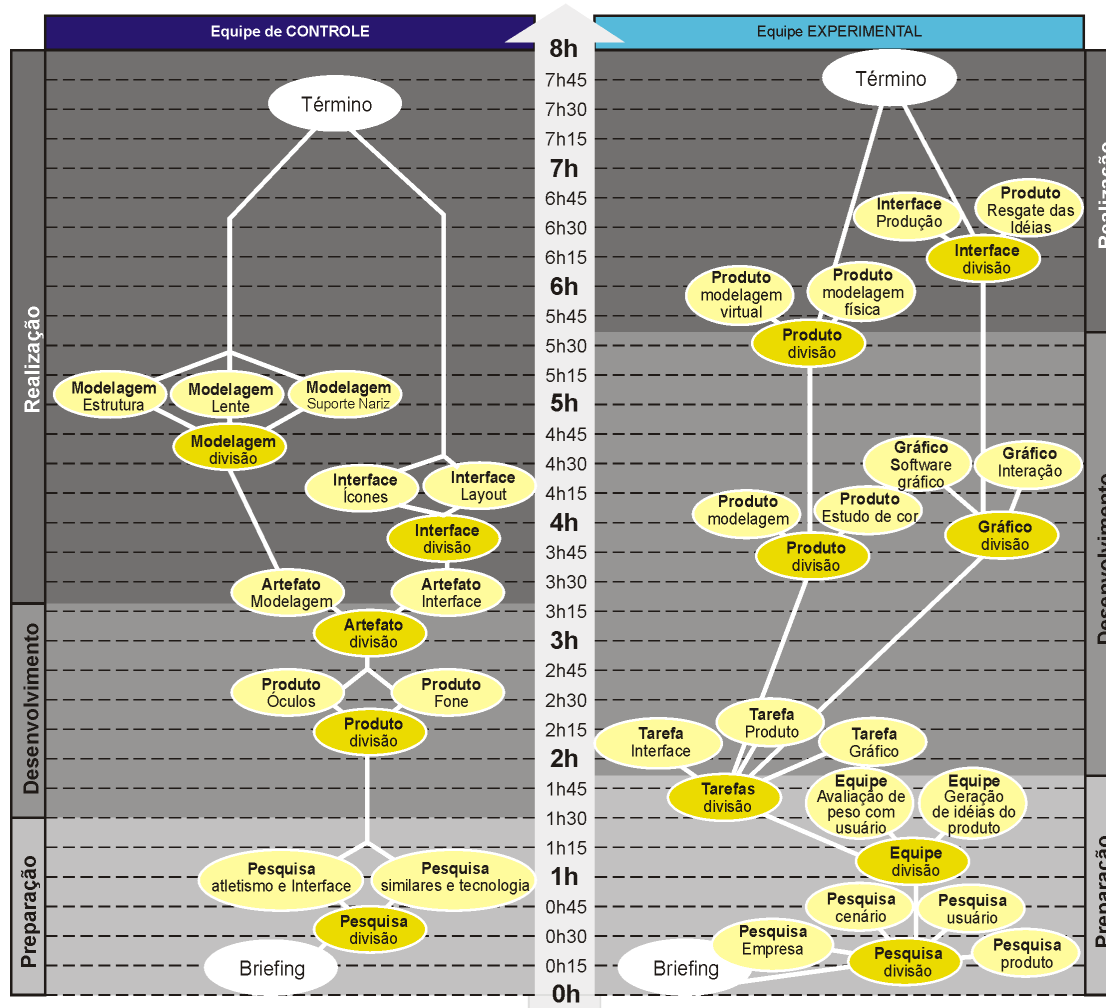
Houveram diálogos permanentes entre equipes, sobre as necessidades específicas do projeto: quantidade de botões, dimensões, componentes e forma. Esse diálogo facilitou a adequação do que estavam sendo desenvolvidos por ambas equipes.

Gráfico 86 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



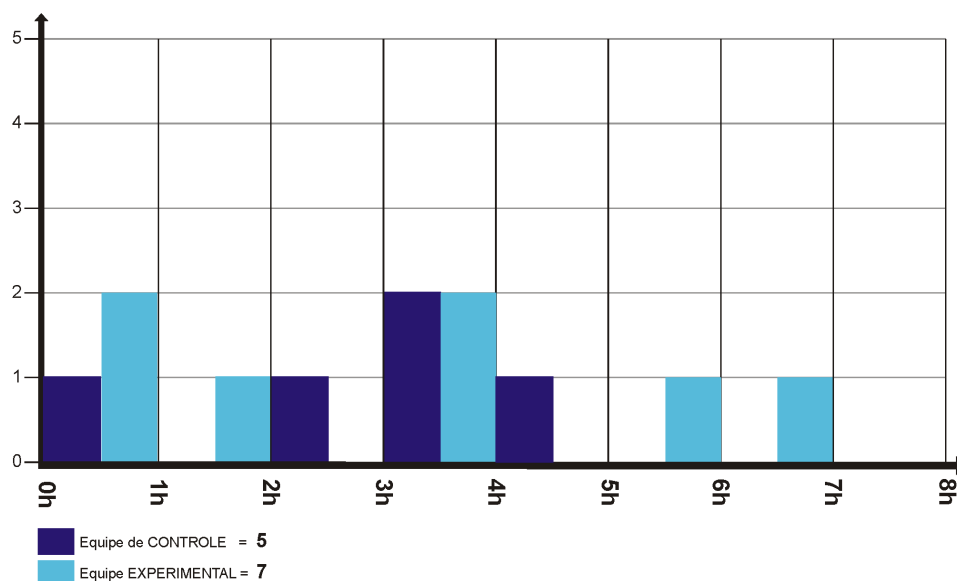
Ao analisarmos o gráfico comparativo (Gráfico 86 e 88), verificamos que não existe uma diferença expressiva no aspecto quantitativo da subdivisão de problemas em subproblemas entre as equipes (7 a 5 em favor da equipe experimental). Essa diferença se evidencia no aspecto qualitativo, principalmente nas divisões mais importantes do PDP: (a) Divisão da pesquisa e (b) divisão das tarefas das áreas (produto, gráfico e digital). Fato que foi fortemente influenciado pelo aplicativo e pela metodologia.

Gráfico 87– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Assim, entendemos que a pressão do tempo forçou as equipes a pensar em estratégias, e essas estratégias naturalmente seguiram para uma divisão de componentes, membros e atividades. Contudo, a metodologia proposta, ao considerar em sua filosofia a necessidade atual da pressão de tempo, já incorporou essa demanda com orientações metodológica. Esse aspecto contribuiu para uma divisão mais apropriada.

Gráfico 88 – Estatística das atividades de divisão de problemas do PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



5 Indicador da continuidade do fluxo de atividade no PDP.

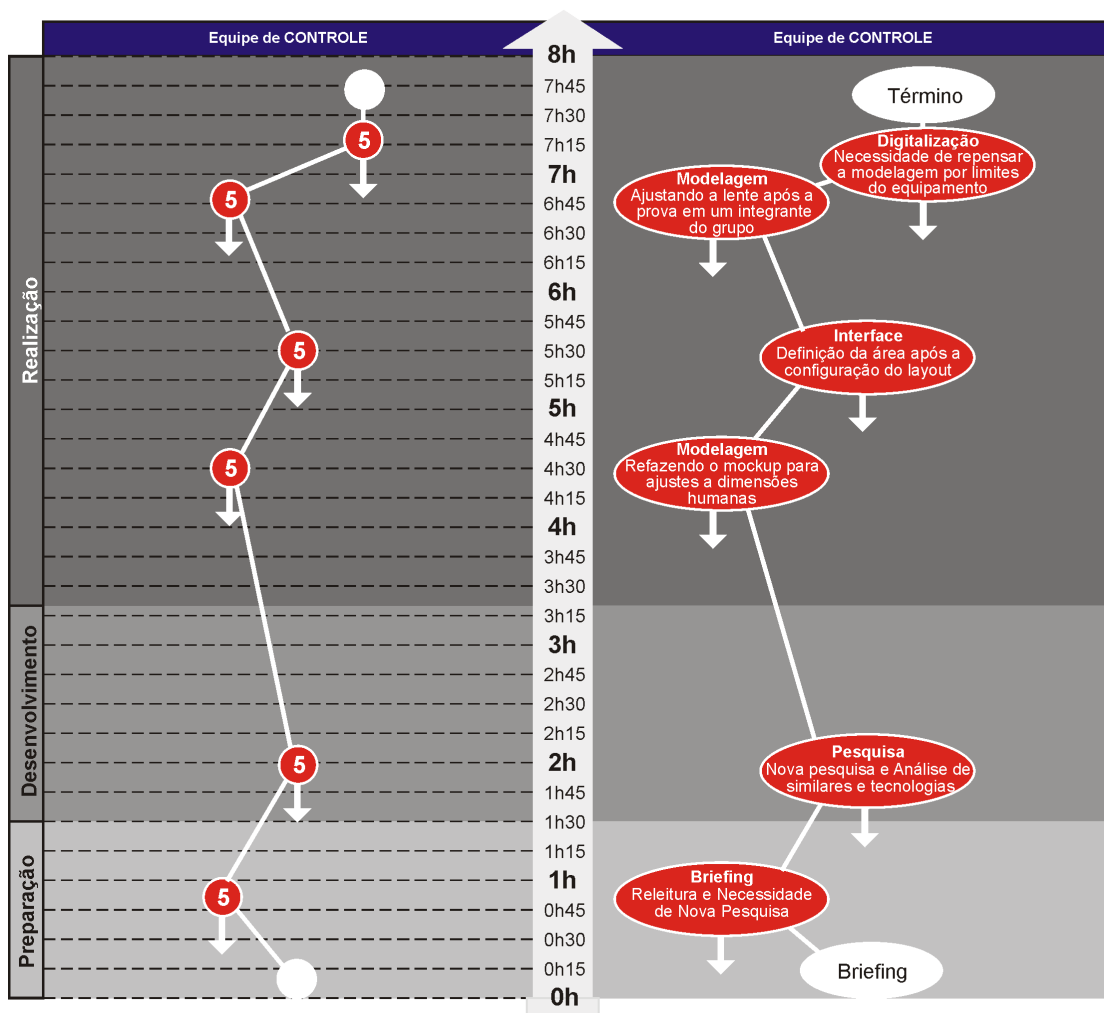
Esse indicador, busca identificar incidências de retrocessos durante a atividade projetual, geradas por lacunas de conhecimento ou por atividades incompletas em etapas anteriores, ou seja: uma pesquisa superficial, um conceito mal definido, uma avaliação mal conduzida, uma tomada de decisão equivocada...

Ao analisarmos o Gráfico 89 da equipe de controle, verificamos as seguintes retomadas que influenciaram na continuidade do fluxo de atividades do grupo:

- (a) Releitura do *Briefing*, necessidade de ampliação da pesquisa por terem encontrado aspectos que eles não haviam sido verificados em uma primeira leitura (após terem completado a atividade de pesquisa);
- (b) Retorno a atividade de pesquisa de similares, uma vez que a primeira pesquisa não aprofundou as informações sobre um dos produtos pesquisados;
- (c) Durante a modelagem do *mockup* em arame, *clay* e papel cartão, houve a necessidade de refazer o esqueleto de arame após terem concluído que

as dimensões não estavam ajustadas a dimensão do rosto/cabeça (deveriam ter sido dimensionadas antes de iniciar a sua produção).

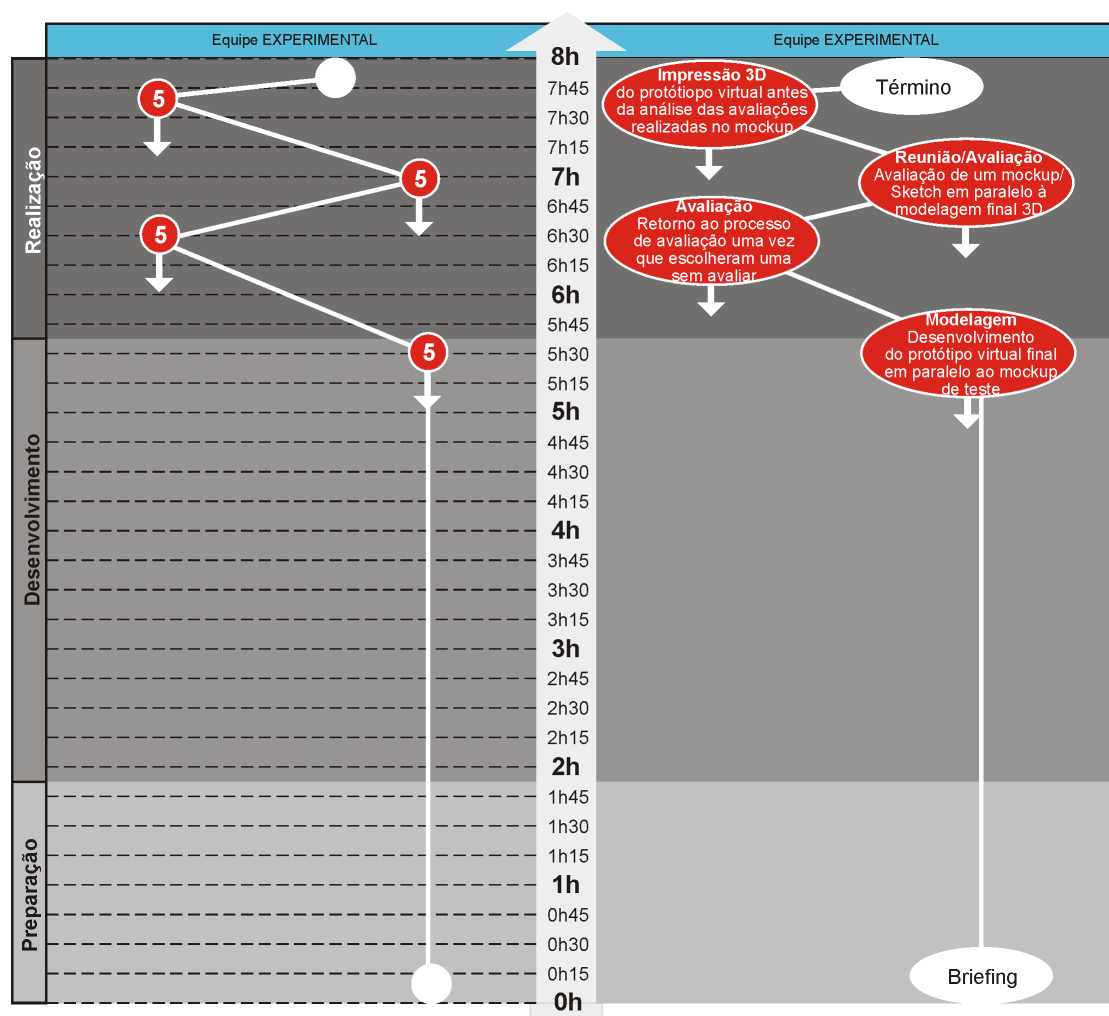
Gráfico 89 – Fluxograma de continuidade do PDP da equipe de controle (fonte: autor)



- (d) Equipe de Interface busca com grupo de produto uma definição do limite da área de interface dos óculos. Contudo, já haviam elaborado a ilustração do layout e proporção da interface.
- (e) Necessidade de ajuste da forma e das dimensões da lente após teste em um dos membros da equipe. As dimensões poderiam ser coletadas antecipadamente, principalmente por se tratar do *mockup* final da equipe.
- (f) Ao final de todo o processo, no momento da digitalização do *mockup* dos óculos, a equipe descobre limitações no scanner 3D (apresentadas durante o curso) que impedem a correta digitalização para criação da malha do protótipo virtual e que posteriormente seria impresso em 3D;

Ao analisarmos os itens anteriores, verificamos que alguns possuem relação direta com a metodologia de projeto. Algumas metodologias criam portas (*Gates*) de passagem de uma fase a outra, onde se verifica a consistência dos dados para a aprovação da fase. Esse aspecto, ao mesmo tempo: eliminam as incertezas, reduzem as retomadas e aumentam a fluidez do processo.

Gráfico 90 – Fluxograma de continuidade do PDP da equipe experimental (fonte: autor)

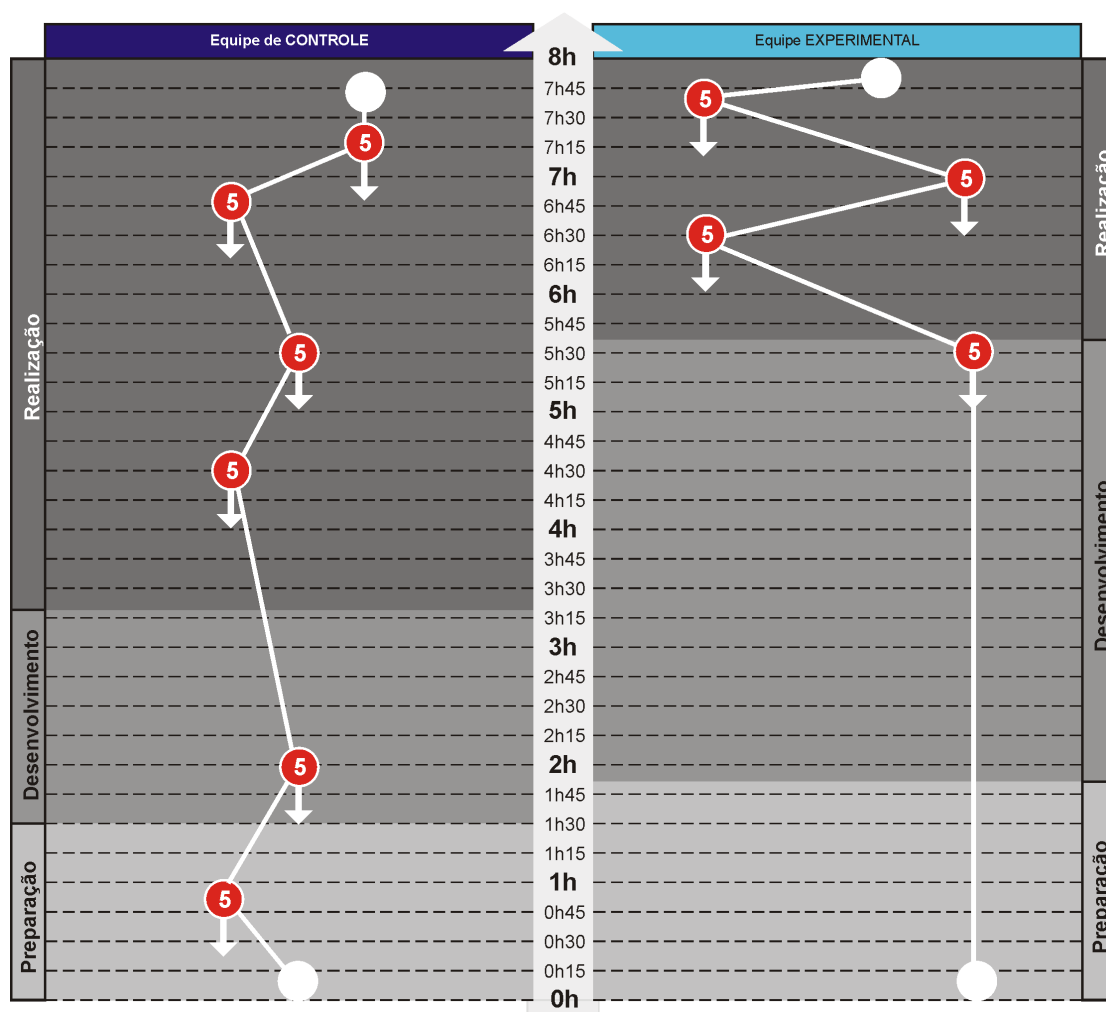


Na equipe experimental também registramos ocorrências de retomadas no processo de design. Contudo, elas ocorrem em um número menor e se concentram na fase do distanciamento da metodologia (Gráfico 90). Fato que nos levou a aplicar novamente o experimento.

As retomadas do grupo experimental são:

- (a) Desenvolvimento do protótipo virtual do produto final em paralelo a construção de *mockups* físicos que se destinavam a realização de novas avaliações, ou seja, gerariam mudanças que refletiriam no protótipo virtual que estava sendo construído.
- (b) Retrocesso no processo de avaliação de alternativas, uma vez que realizaram tomadas de decisões sem realizar avaliações;
- (c) Realização de avaliações de *sketches* e *mockups* com usuários em paralelo a finalização do protótipo virtual do produto final;
- (d) Encaminhamento para impressão 3D do protótipo final sem o fechamento das avaliações dos *mockups* para escolha da melhor alternativa;

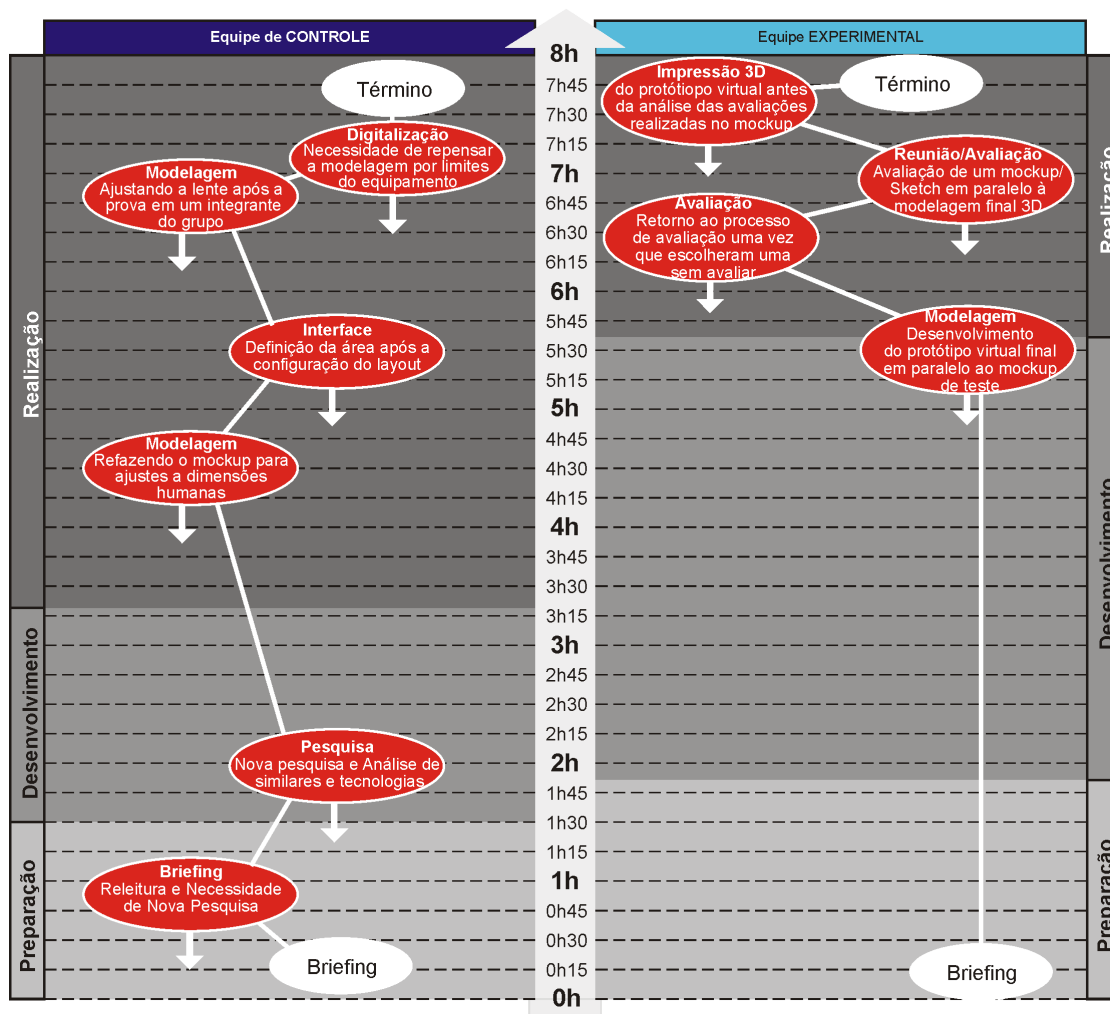
Gráfico 91 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Analisando esses dados, verificamos que a equipe experimental comete falhas graves de procedimento metodológico, ao escolher alternativas finais sem uso de ferramentas e métodos adequados e ao desenvolver o protótipo virtual e impressão 3D em paralelo às avaliações dos *mockups*.

Isso se justifica pelo afastamento da metodologia e ferramenta a partir da segunda metade do experimento. Esse fato nos impediu de uma avaliação mais precisa da metodologia, mas ao mesmo tempo fortalece a visão que a mesma equipe possui momentos bem distintos, com e sem a sua aplicação. O que fortalece a sua importância e validade.

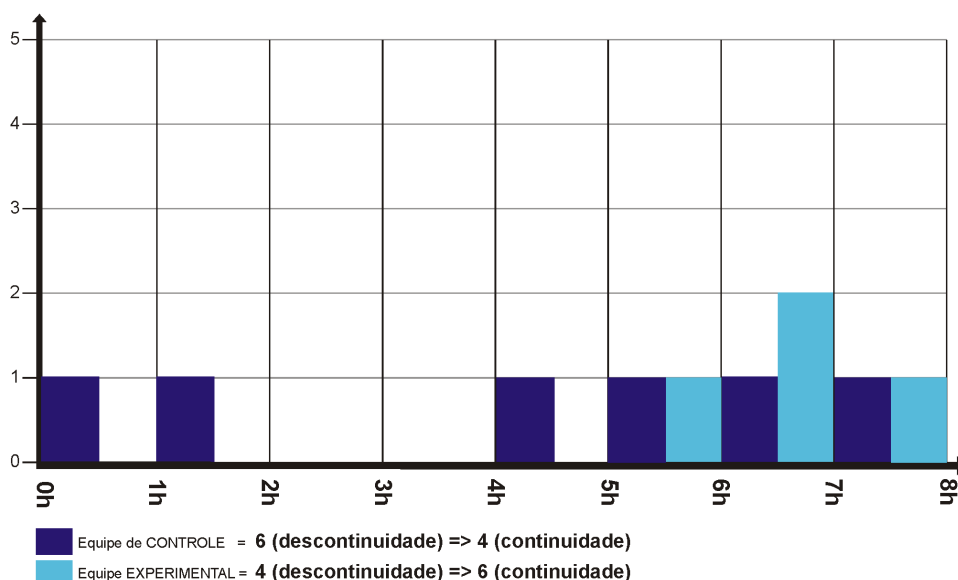
Gráfico 92 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Ao analisarmos o gráfico estatístico, percebemos que mesmo havendo um equilíbrio de discontinuidades, a equipe experimental tem um melhor

resultado (6 a 4). Isso após invertermos os valores, para que a descontinuidade passe a refletir a continuidade, item avaliado por esse indicador.

Gráfico 94 – Estatística das atividades de continuidade do PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental.



6 Indicador dos custos no PDP

Esse indicativo busca compreender o investimento financeiro das equipes ao longo do processo e as estratégias utilizadas para a redução dos custos do PDP. Ao compararmos o custo com outros indicadores como: tempo e qualidade, por exemplo, poderemos ter uma ferramenta importante para compreensão da relação de custo benefício de cada ação.

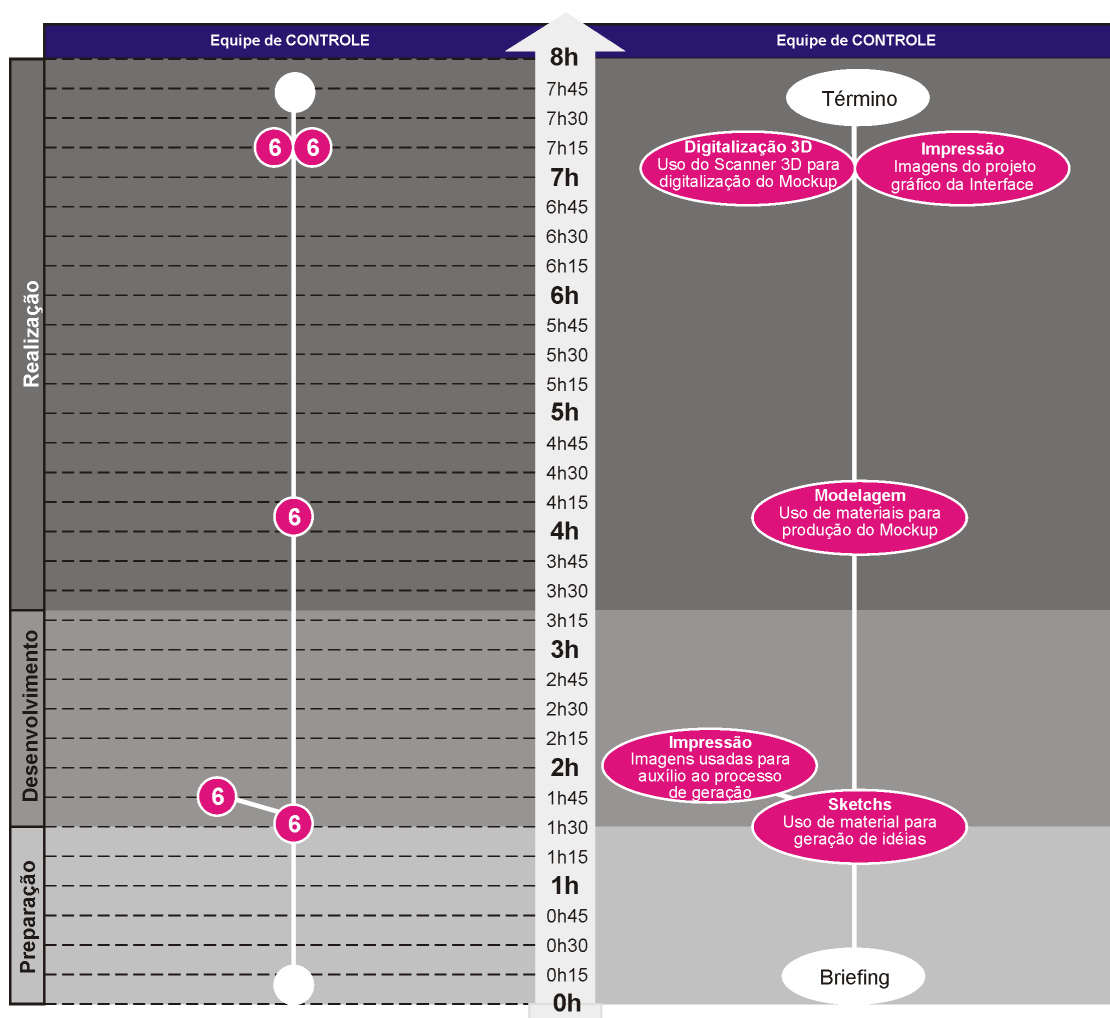
Outro ponto importante que justifica essa análise é a necessidade de se verificar como foram realizados os gastos com prototipagem ao longo do processo. Como é de conhecimento de todos, impressões em 3D em máquinas de prototipagem rápida são bastante custosas e exigem experiência para um uso adequado. A utilização deste recurso desde as primeiras fases de design refletiriam diretamente no custo e poderiam ser analisadas através desse indicador. Nesse mesmo sentido, o uso de protótipos com nível de fidelidade adequado e a integração entre métodos

tradicionais com as novas tecnologias, poderiam reduzir os gastos e seriam destacados por esse indicador, através da relação da quantidade de ações de prototipagem versus o custo total do processo.

Nos levantamento desse indicador foram desconsiderados os gastos com: uso do espaço, de equipamentos como: computadores e softwares. Pela dificuldade de estabelecer um calculo preciso.

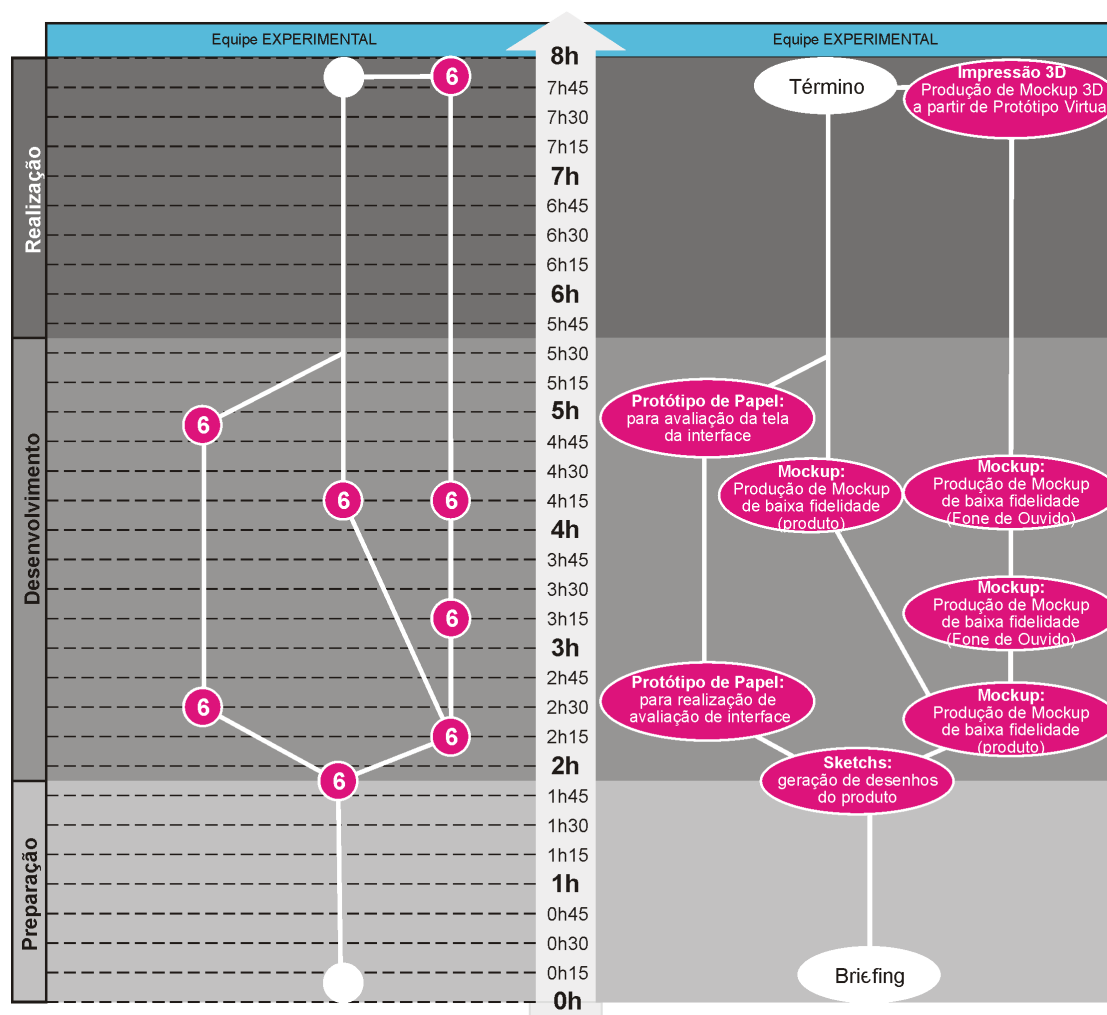
No Gráfico 94, observamos no início e na metade do processo da equipe de controle, gastos pequenos com uso de material de desenho, impressão 2D e com a produção de um *mockup* em arame, *clay* e papel cartão. No final do processo registramos um custo mais elevado, com a utilização do equipamento de digitalização 3D, ATOS I 2M.

Gráfico 94 – Fluxograma de custos do PDP da equipe de controle (fonte: autor)



Os gastos da equipe experimental seguem no mesmo caminho. No início do processo verificamos gastos menores com elaboração de *sketchs*, protótipos de papel e *mockups* de baixa fidelidade, na metade do processo novos *mockups* de média fidelidade e ao final, com um custo mais elevado a impressão 3D do protótipo virtual elaborado (Gráfico 95).

Gráfico 95 – Fluxograma de custos do PDP da equipe experimental (fonte: autor)



Na análise comparativa das equipes, verificamos que ambas usam estratégias adequada em relação aos gastos. Iniciam com gastos menores e aumentam gradativamente com o avanço do processo, momento em que as alternativas já estão mais desenvolvidas, as incertezas são menores, logo se torna mais seguro e adequado o emprego recursos maiores.

Gráfico 96– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.

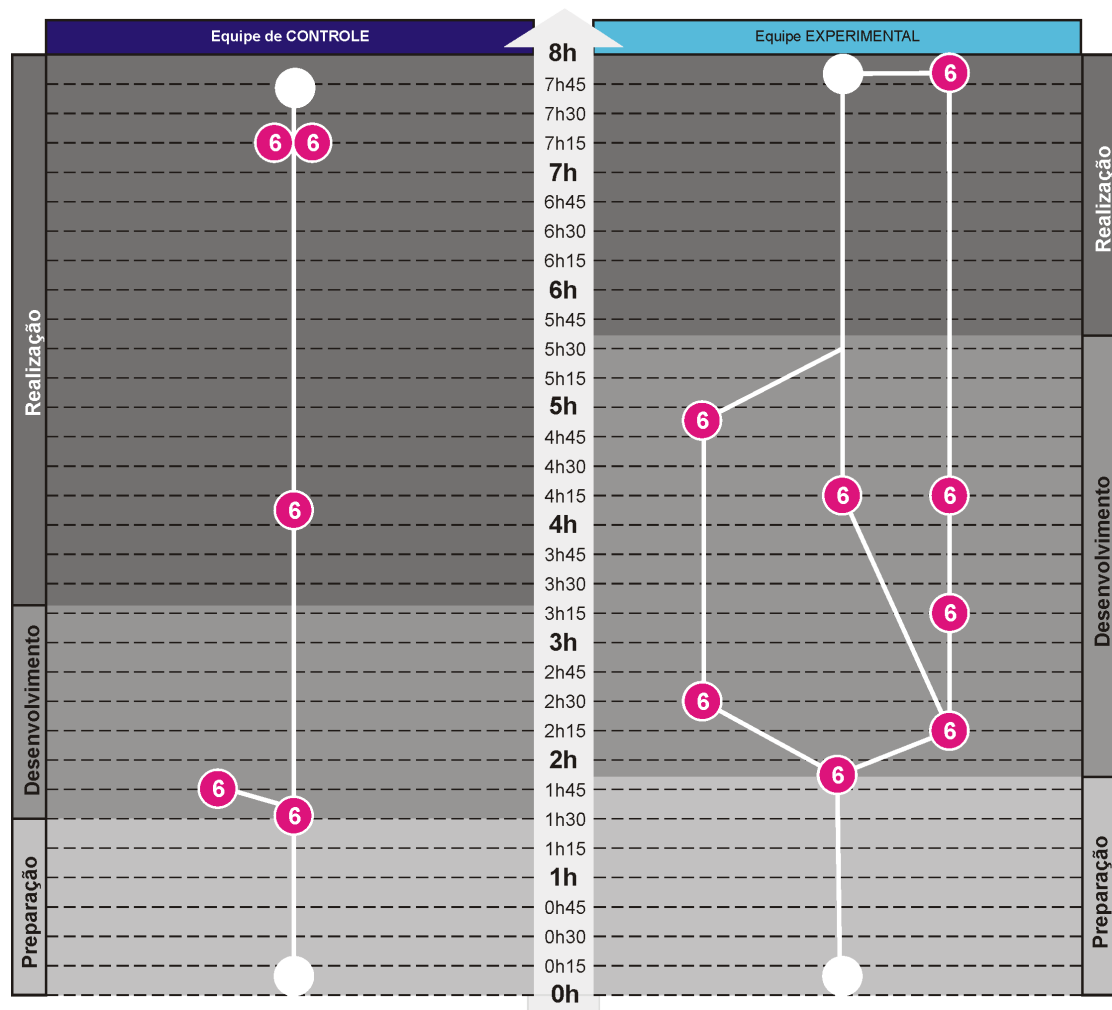
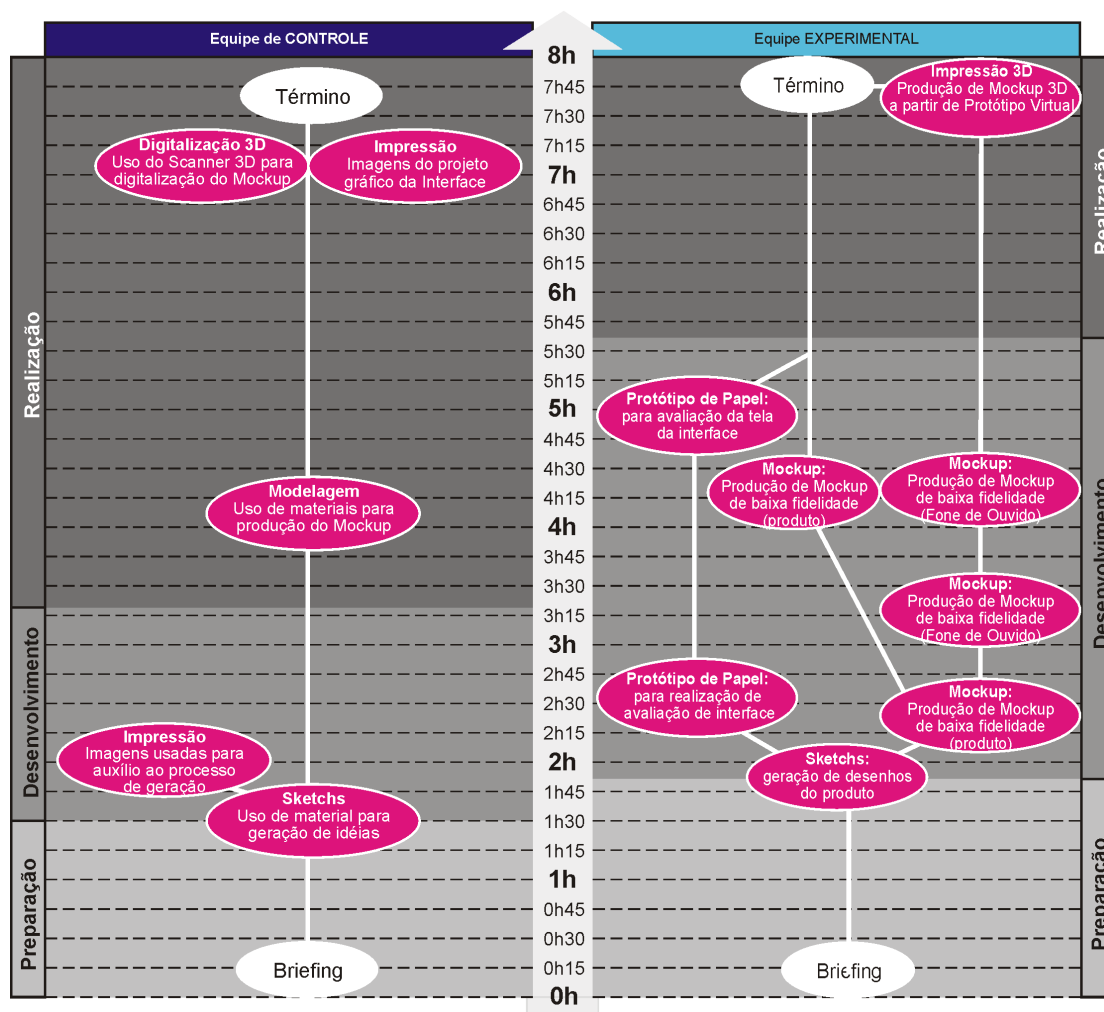
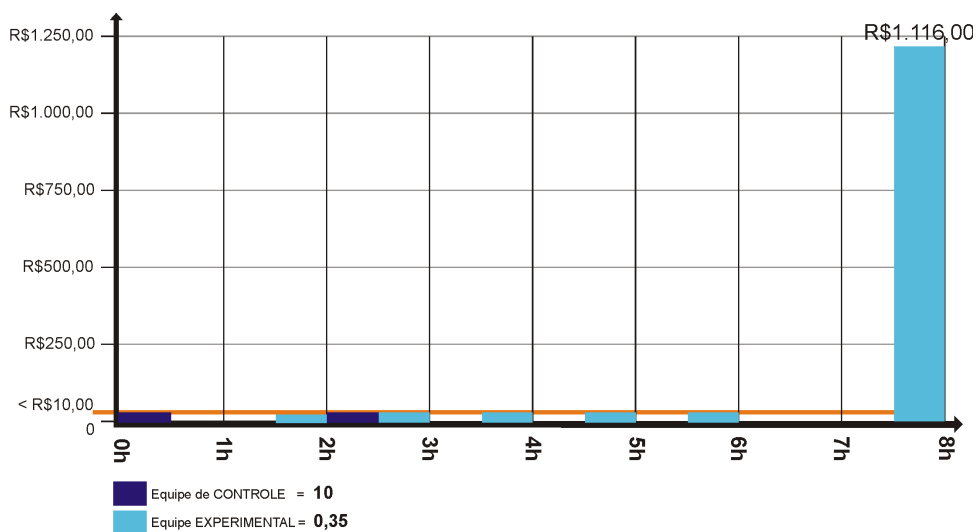


Gráfico 97– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Embora o gráfico quantitativo de gastos apresente um valor bem mais elevado para a equipe experimental (Gráfico 98), é importante ressaltar que a equipe de controle desistiu do desafio nos últimos 30 minutos, momento em que descobriram limitações para digitalização 3D. Isso inviabilizou a geração da malha do protótipo virtual que seria impresso em 3D. Fato que equilibraria os custos das equipes.

Gráfico 98 – Estatística das atividades de custos desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



Sendo assim, como resultado da análise desse indicador, temos: embora os gastos tenham sido um pouco maiores pela equipe experimental, houve também a produção de um número maior de *mockups* ao longo do processo, inclusive o protótipo final impresso em 3D. Esses criam uma relação de custo benefício favoráveis a essa equipe.

7 Indicador da qualidade de comunicação, gestão de informação e tomada de decisões

Na análise desse indicador, consideramos fatores que: (a) facilitaram a comunicação da equipe, estabelecendo uma linguagem e semântica comum, o diálogo e a análise do projeto, (b) a utilização de recursos, métodos, ferramentas e tecnologias para a coleta, registro, análise e gestão das informações do PDP e (c) fatores que ampliaram a qualidade da tomada de decisão e direcionamento do projeto.

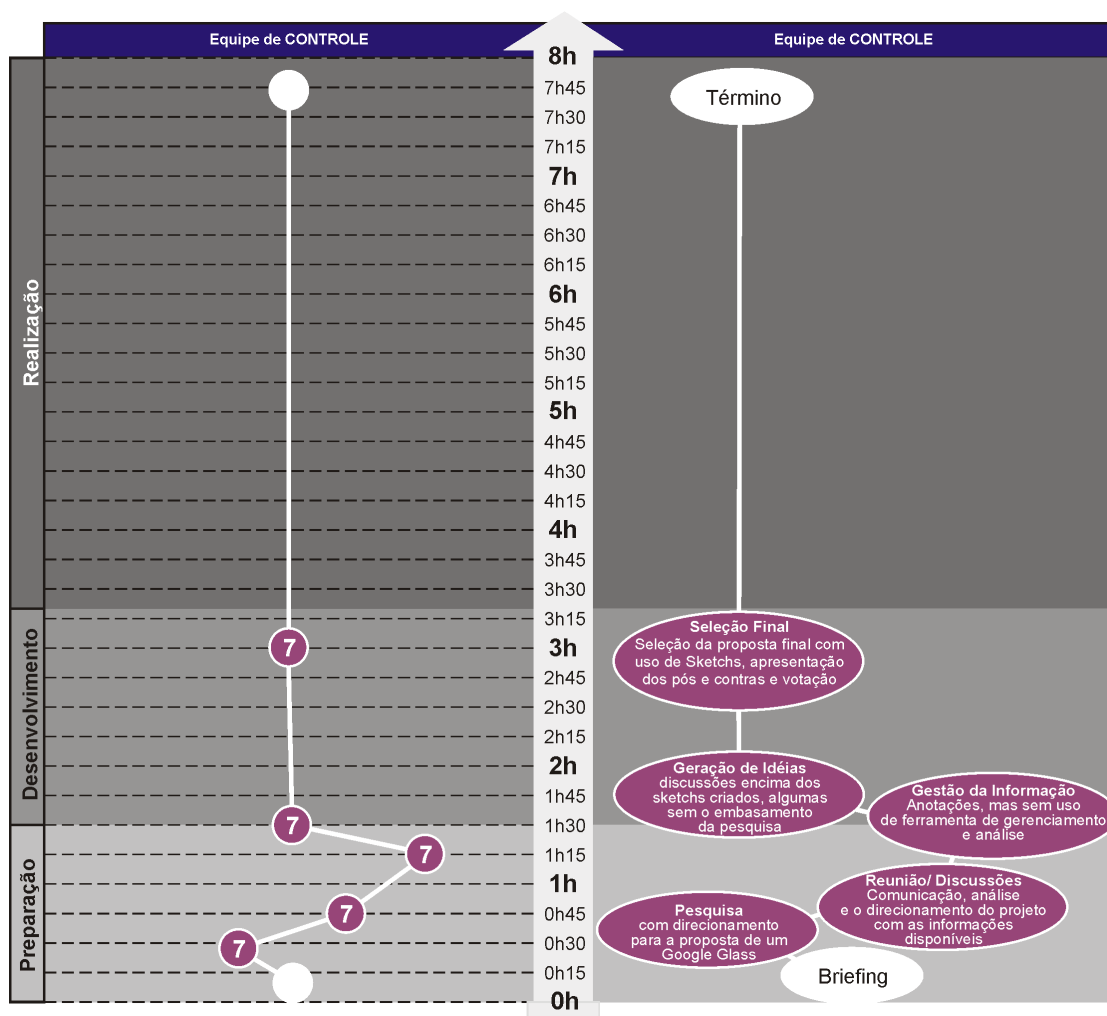
Alguns aspectos relacionados a esse indicador na equipe de controle mereceram destaque (Gráfico 99):

- (a) Realização de pesquisa para o melhor embasamento e estruturação do projeto. Contudo, o direcionamento antecipado para o Google glass acaba por limitar a amplitude da pesquisa;

- (b) Reunião para discussões dos pontos pesquisados: Atletismo, tecnologias, similares e interfaces. Contudo, a reunião se torna longa e vários pontos discutidos estão sem as informações necessárias para análise;
- (c) Registro das informações em rascunhos de papel. Esses facilitam em um primeiro momento a recuperação das informações. Porém não se transformam em ferramentas de gestão do projeto, em requisitos, metas,... E vão se perdendo ao longo do processo.
- (d) Geração de alternativas em grupo facilita a comunicação, o diálogo e algumas tomadas de decisões. Contudo, o direcionamento antecipado para o Google glass, o maior poder de argumentação de alguns membros e as discussões sem todos os dados necessários, faz com que a geração de ideias seja direcionada para única proposta;
- (e) A seleção da alternativa final dos óculos é realizada com discussões de pós e contras e votação, se utilizando dos *sketches* realizados. Contudo, sem todos os elementos necessários para uma avaliação mais precisa.

Como podemos perceber, os pontos apresentados indicam algumas falhas metodológicas, entre elas: direcionamento antecipado do projeto, a ausência de requisitos e metas projetuais e a tomada de decisão sem todos os instrumentos necessários.

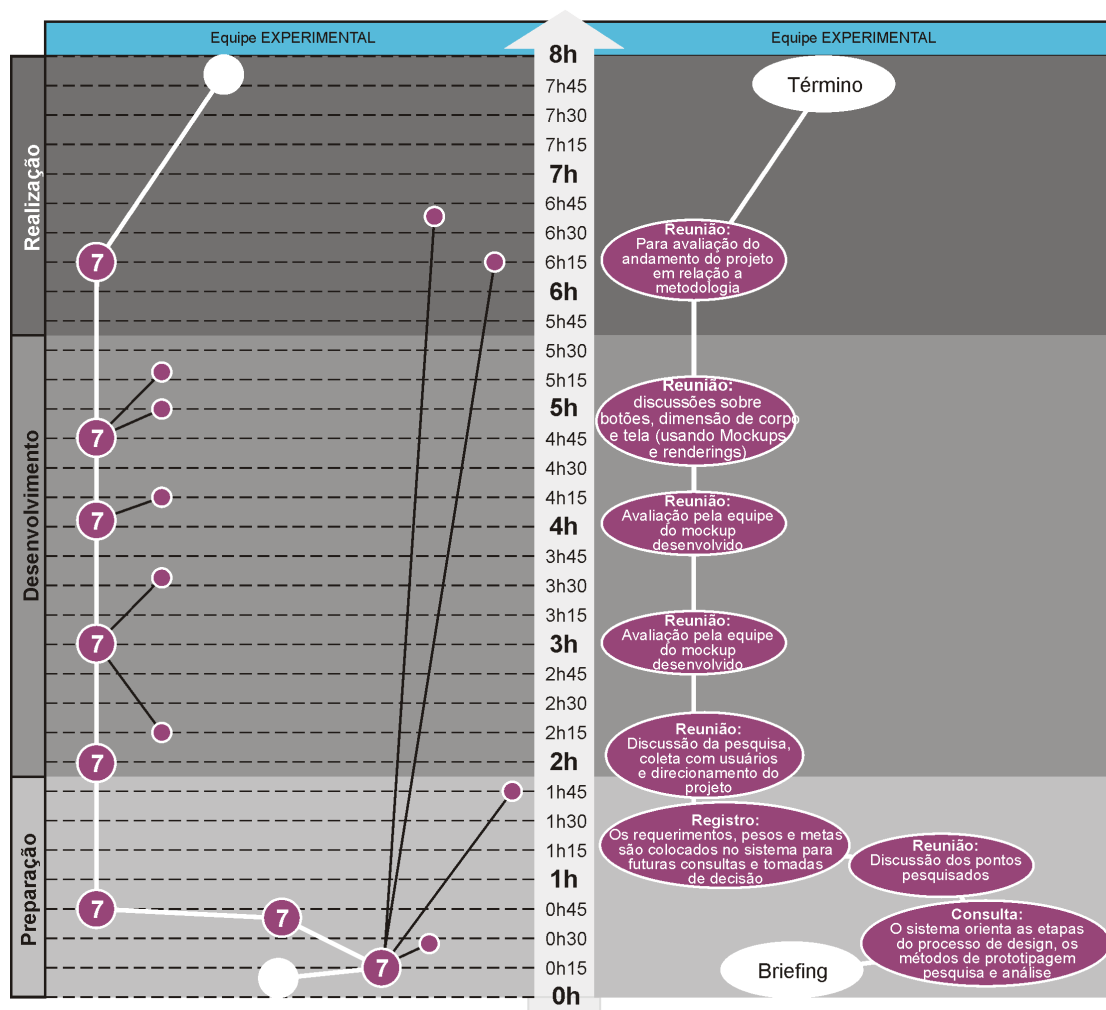
Gráfico 99 – Fluxograma de comunicação no PDP da equipe de controle (fonte: autor)



Em contrapartida, a utilização da metodologia, do aplicativo e da planilha de acompanhamento (Anexo VII), apresentaram um impacto positivo na comunicação, gestão da informação e tomada de decisão da equipe experimental. No gráfico 100, indicamos a sua incidência no processo de design da equipe experimental:

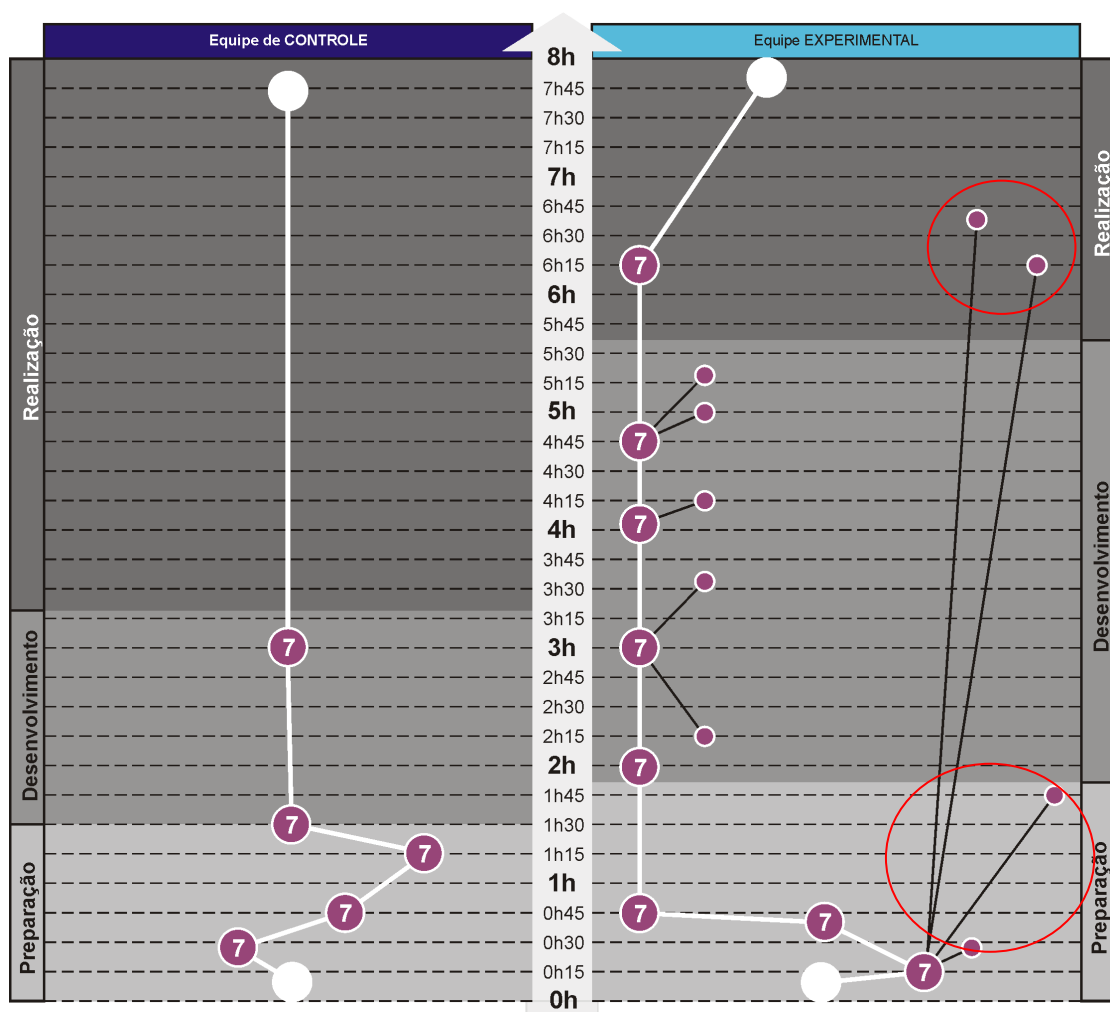
- Uso do aplicativo da metodologia. O sistema orientou a equipe em relação às: fases de design, ao uso de protótipos e dos métodos de avaliação;
- Reunião para avaliação dos pontos pesquisados. Conduz a equipe a criação de requisitos e posteriormente pesos e metas a serem atingidas;
- Uso da planilha da metodologia. Facilitou o registro dos requisitos, pesos e metas que orientaram a equipe durante toda a primeira fase a geração, avaliação e seleção de alternativas;

Gráfico 100 – Fluxograma de comunicação no PDP da equipe experimental (fonte: autor)



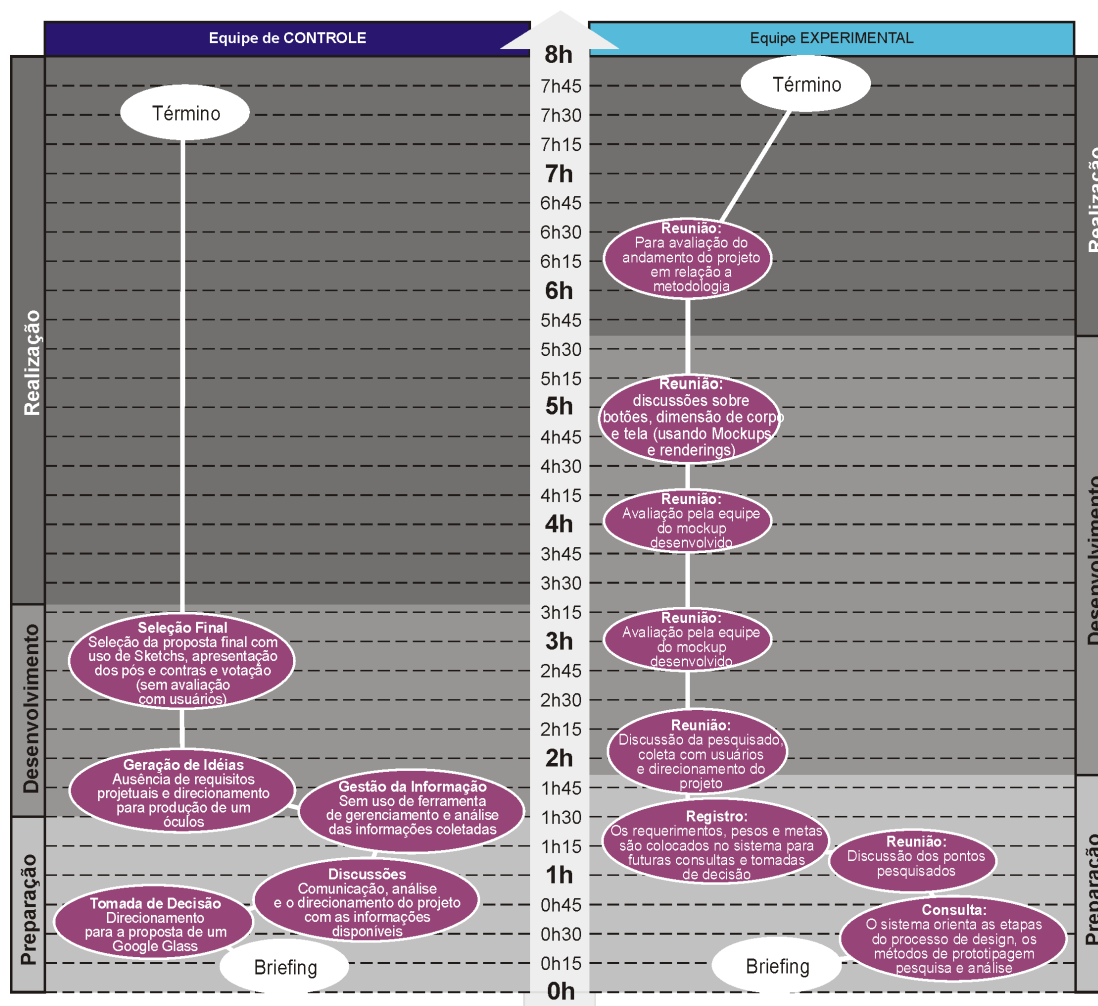
- (d) Reunião para nova discussão dos pontos pesquisados, da avaliação realizada com usuários e tomada de decisão para direcionamento do projeto;
- (e) Reuniões para avaliação do projeto com uso de *mockups*. Ocorreram três eventos em intervalos regulares. Nestes, o protótipo serviu como mediador de comunicação, facilitando o diálogo entre os membros da equipe, a compreensão dos aspectos positivos e negativos do projeto, a avaliação com usuários e a tomada de decisões, com apoio da planilha;
- (f) Reunião final. Nessa reunião a equipe percebe uma fuga da metodologia, compreende os erros cometidos com auxílio do aplicativo e tenta encontrar um caminho de retomar o processo. Contudo, a essa altura não seria mais possível;

Gráfico 101– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



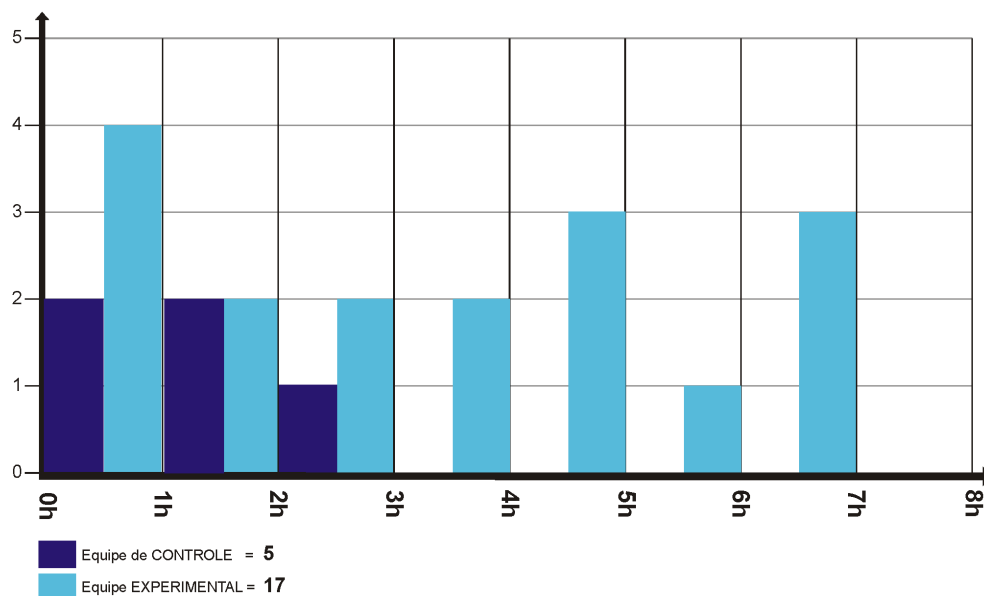
Ao compararmos os gráficos das duas equipes (Gráfico 101), podemos verificar um impacto quantitativo e qualitativo positivo da aplicação da metodologia e das ferramentas (planilha e aplicativo). As atividades de comunicação, informação, gestão e tomada de decisão da equipe de controle se concentram no início do processo, enquanto as atividades do grupo experimental ocorrem durante todo o desafio, com destaque para a utilização do sistema, seja para registro, consulta, acompanhamento ou tomada de decisão (ver pontos vermelhos indicados no Gráfico 101).

Gráfico 102– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



O gráfico estatístico (Gráfico 103) apresenta valores que indicam quantitativamente uma maior incidência de eventos relacionados à comunicação, informação, gestão e tomada de decisão por parte do grupo experimental (17 a 5). Isso se deve basicamente, ao maior uso de protótipos e a utilização de um sistema orientação e de gerenciamento do projeto, formado pelo aplicativo e pela planilha de acompanhamento.

Gráfico 104 – Estatística das atividades de comunicação desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



8 Indicador do tempo nas fases do PDP

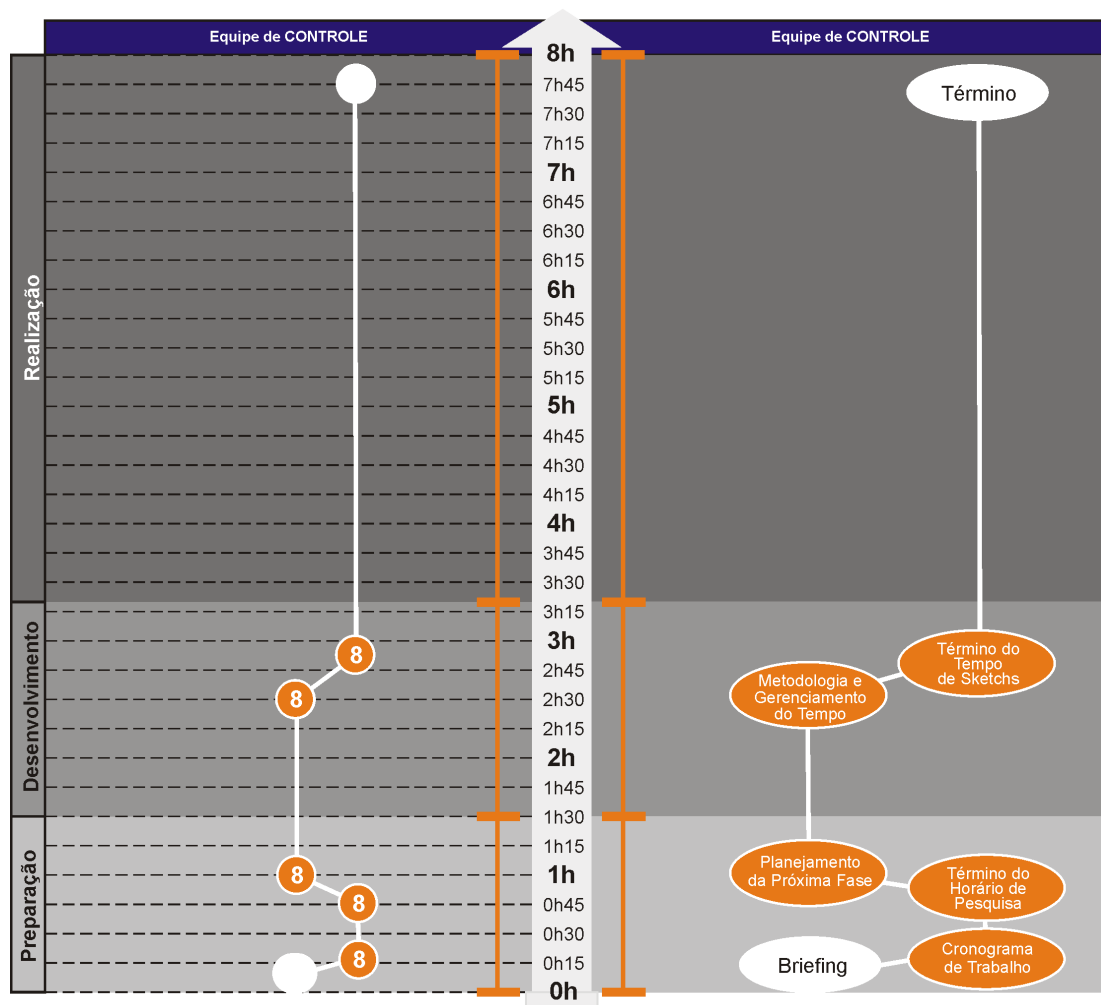
Para alguns autores (Baxter, 2010, p.22; Ullman, 2010, p.93) devemos investir um tempo maior nos estágios iniciais de design, uma vez que nesses estágios são tomadas decisões que terão grande impacto no tempo e custos finais do produto, ou seja, investir em uma boa especificação e em um bom acompanhamento.

Ao analisarmos as tarefas previstas para cada uma das três macrofases, e considerando a opinião dos autores supracitados, acreditamos na necessidade de equilíbrio de tempo entre elas, ou seja, considerar que o tempo dedicado à fase de preparação deve ter a mesma importância das fases de desenvolvimento e realização.

Ao analisarmos o Gráfico 104, verificamos que a equipe de controle, reduz o tempo de dedicação às macrofases de preparação e desenvolvimento e amplia para mais da metade do tempo (58,3%) o tempo dedicado a realização do projeto, ou seja, as atividades detalhamento, representação e

prototipagem final. Assim, a equipe investe a maior parte do tempo na apresentação do produto, em detrimento à: (a) pesquisa: compreensão do problema, contextualização, conceitualização, definição de requerimentos e metas e (b) desenvolvimento: ciclo de projeto, construção e teste.

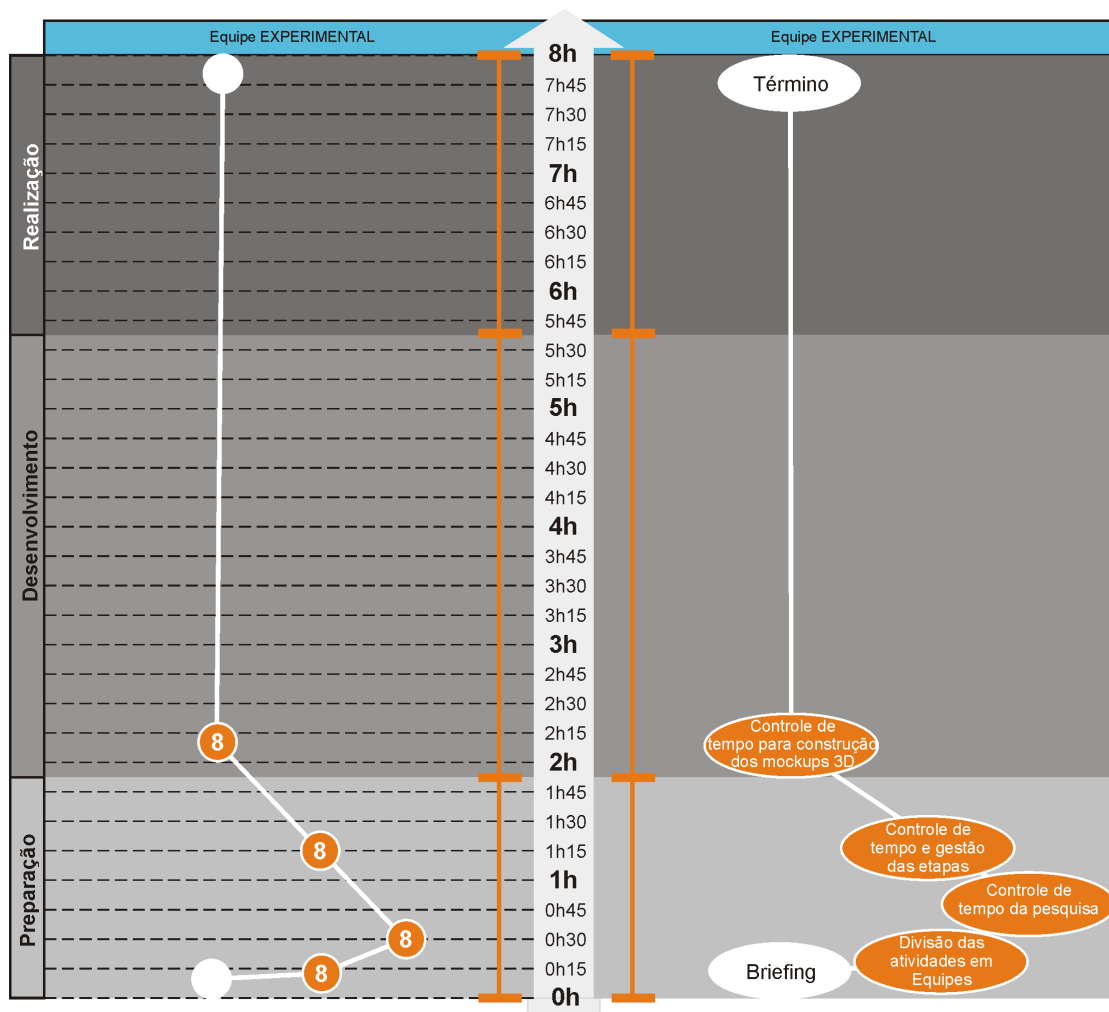
Gráfico 104 – Fluxograma de tempo no PDP da equipe de controle (fonte: autor)



No gerenciamento do tempo da equipe experimental (Gráfico 105), já é possível identificar um equilíbrio maior entre as mesmas três macrofases (29,2%, 47,9% e 22,9% respectivamente). Contudo, o tempo dedicado a fase de desenvolvimento, ainda apresenta um desequilíbrio em relação às demais (47,9%). Isso se deve ao grande tempo da equipe na preparação dos testes e avaliações das alternativas. Fato intimamente relacionado ao afastamento do grupo em relação ao uso da planilha, criada para o: registro, análise e as tomadas de decisão no projeto.

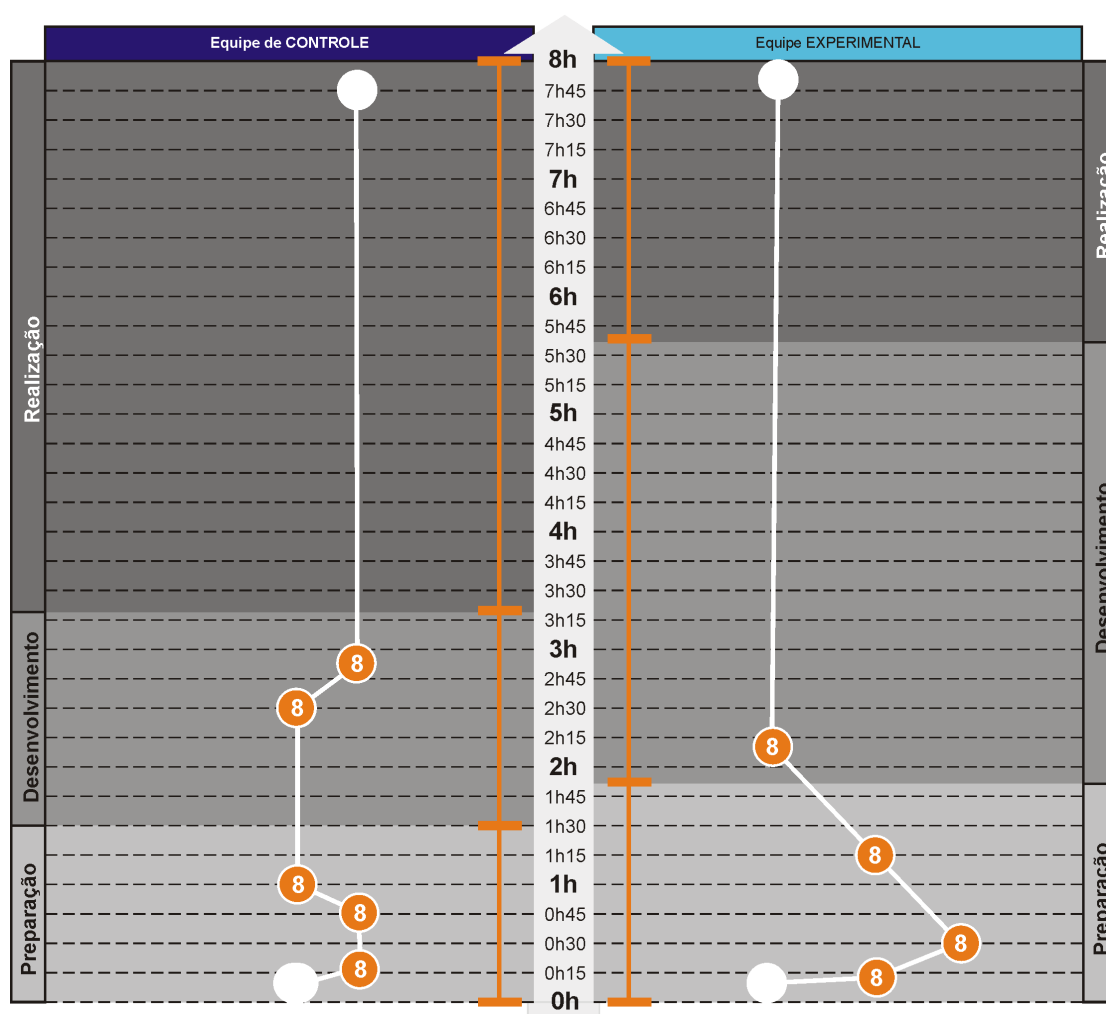
Isso acaba por levar o grupo a estender a tomada de decisão e a definição da melhor alternativa, fazendo inclusive que a alternativa final começasse a ser produzida sem que os testes com *mockups* estivessem sido todos encerrados.

Gráfico 105 – Fluxograma de tempo no PDP da equipe experimental (fonte: autor)



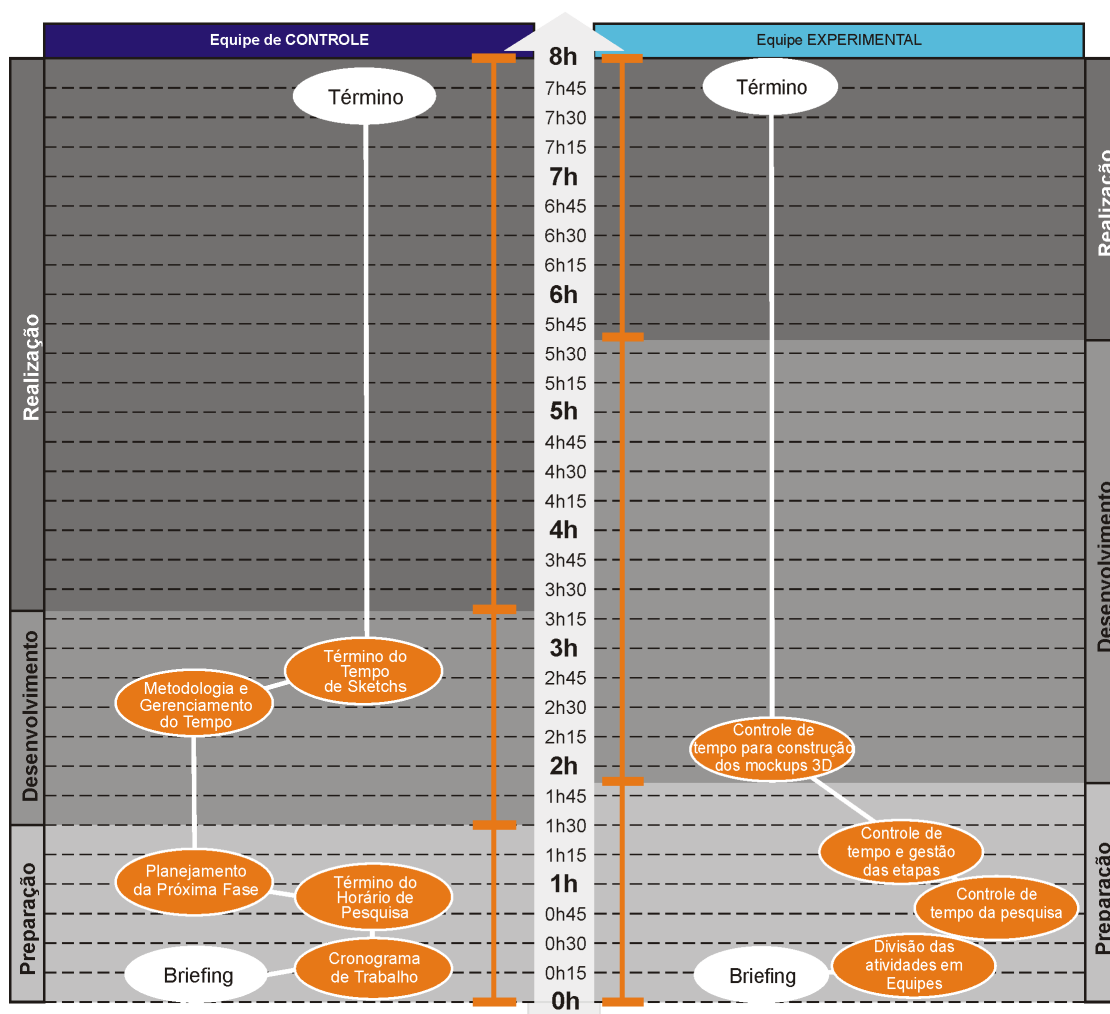
Ao analisarmos o gráfico comparativo (Gráfico 106) verificamos que ambas as equipes demonstram, principalmente no início do processo, uma preocupação com tempo, buscando criar ferramentas de cronometragem e controle de tempo. Entre essas ações temos: controle do tempo para pesquisa, do tempo para os *sketches*, do tempo para produção de protótipos, horários para realização das próximas reuniões e divisão de tarefas. Isso considerando que as equipes não adotam metodologias que possuam uma ferramenta para orientação e gerenciamento do tempo, deixando isso ao encargo da equipe e gestor.

Gráfico 106 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



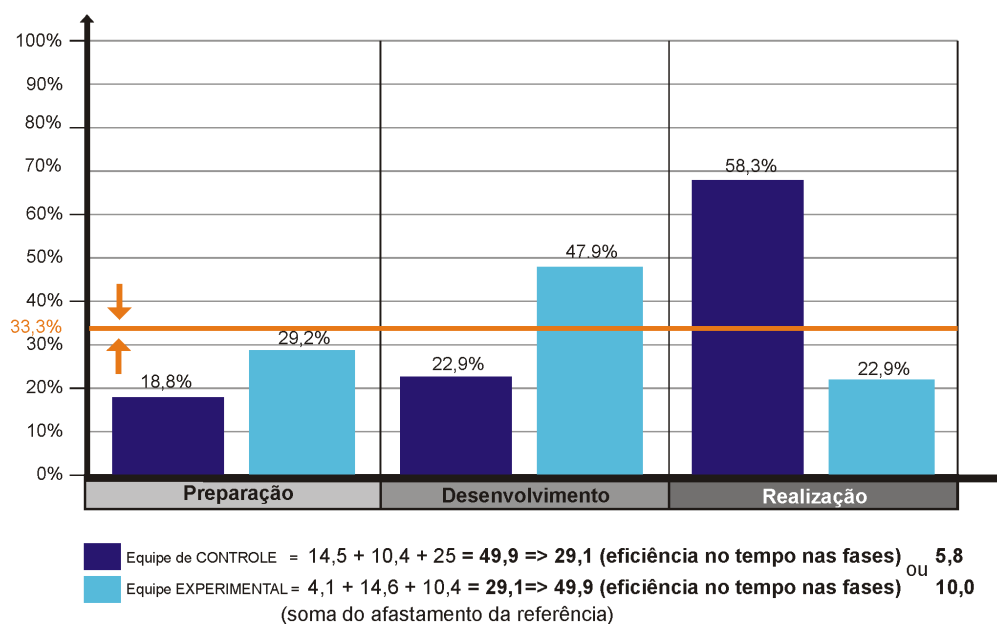
A metodologia experimental, ao amarrar as atividades, requisitos, metas e definir portões de passagem de uma macrofase para outra, contribui, em algum grau, para um melhor equilíbrio do tempo nas fases. Embora como ressaltamos, não exista uma ferramenta específica na metodologia para essa finalidade.

Gráfico 107 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Isso de alguma forma se reflete no resultado final. Ao observarmos o Gráfico 108 verificamos uma distribuição mais equilibrada do tempo da equipe experimental em relação a média desejada nas macrofases, ou seja, 33,3% para três Macrofases (linha laranja no gráfico). Fazendo com que os distanciamento dos tempos dessa equipe nas três macrofase (preparação, desenvolvimento e realização) em relação a média, ficassem em: 4,1%, 14,6% e 10,4% respectivamente. Esses valores são inferiores ao da equipe de controle, 14,5%, 10,4% e 25% respectivamente. Isso traz a diferença total da eficiência dos tempos entre as equipes para: 10 à 5,8, em favor da equipe experimental (considerando os valores na base 10).

Gráfico 108 – Estatística do uso do tempo desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



Embora a metodologia experimental não tenha nenhuma ferramenta específica de gerenciamento de tempo, os resultados nos fazem acreditar que o uso do aplicativo e da planilha, ao orientar e gerenciar os dados das macro e microfases, facilitam a ampla visão do processo e permitem o seu melhor acompanhamento como um todo, conseqüentemente, auxilia a uma melhor destruição do tempo.

9 Indicador da qualidade e viabilidade do produto

Para avaliação desse indicador foi criado um protocolo de avaliação constando de: (1) *Briefing* do projeto (2) uma apresentação com imagens da geração e *renderings* do produto gerado por cada equipe; (3) Disponibilização dos protótipos construídos e (4) uma ficha de avaliação do projeto com nove quesitos, três para cada grupo avaliativo de usabilidade, funcionalidade e estética do produto (anexo VIII).

Foram submetidos ao protocolo de avaliação cinco especialistas, professores do curso de design da UNESP e da UFPE, e cinco usuários, alunos das referidas universidades, adequados ao perfil do *briefing* projetual.

Tabela 90 – notas das avaliações dos projetos da equipe experimental e de controle (fonte: autor).

Critérios de Avaliação	grupo	Avaliação (Especialista)						Avaliação (Usuário)					
		E1	E2	E3	E4	E5	Mé	U1	U2	U3	U4	U5	Mé
Relação: Recursos x forma x função	Controle	8	8	9	9	9	8,6	7	9	9	9	6	8
	Experim.	6	5	6	7	10	7,2	8	9	8	10	7	8,4
Inovação e viabilidade do produto para empresa, produção e para	Controle	7	4	9	7	8,5	7,1	6	9	8	10	5	7,6
	Experim.	6	5	6	9	8	6,8	9	7	9	10	7	8,4
Funcionalidade geral do produto e da proposta de Interface Gráfica	Controle	9	2	8	8	7	6,8	6	8	9	9	5	7,4
	Experim.	7	5	7	8	8	7	8	9	9	10	8	8,8
Adequação do produto as medidas do corpo e às proporções humanas	Controle	8	8	8	9	7	8	7	8	7	9	3	6,8
	Experim.	5	5	7	7	6	6	9	10	7	10	8	8,8
Interface homem x Artefato (Produto, Gráfico e Digital)	Controle	7	2	9	9	6	6,6	7	8	8	10	4	7,4
	Experim.	4	4	5	7	7	5,4	9	9	7	9	6	8
Considerações do usuários e Usabilidade geral do produto	Controle	8	2	8	8	7	6,6	7	7	8	10	3	7
	Experim.	5	8	6	8	9	7,2	8	9	8	10	6	8,2
Qualidade estético-formal (geral)	Controle	7	10	9	7	8	8,2	8	8	7	8	1	6,4
	Experim.	4	4	6	9	8	6,2	9	8	8	9	5	7,8
Qualidade Estética da proposta da Interface gráfica e digital	Controle	9	5	8	7	7	7,2	8	8	9	9	2	7,2
	Experim.	4	4	8	9	9	6,8	8,5	9	8	10	6	8,3
Qualidade geral da combinação de cores, materiais, textos e	Controle	6	9	7	7	7	7,2	7	9	8	10	3	7,4
	Experim.	6	4	6	9	9	6,8	8	9	9	9	6	8,2
		Média Especialistas		Controle	7,3	Média Usuários		Controle	7,2			Experim.	8,3
				Experim.	6,6			Experim.	8,3				
				Avaliação média geral				Controle	7,3			Experim.	7,4
								Experim.	7,4				

Os resultados apresentam que a equipe de controle obtém uma avaliação de qualidade e viabilidade superior à equipe experimental na percepção dos especialistas (9,5%). Contudo, a equipe experimental consegue na percepção dos usuários uma melhor avaliação (12%), fazendo com que ele no geral seja considerado um pouco melhor avaliado nesse indicador (1,3%).

Figura 84 – Projeto desenvolvido pela equipe de controle no desafio 1.

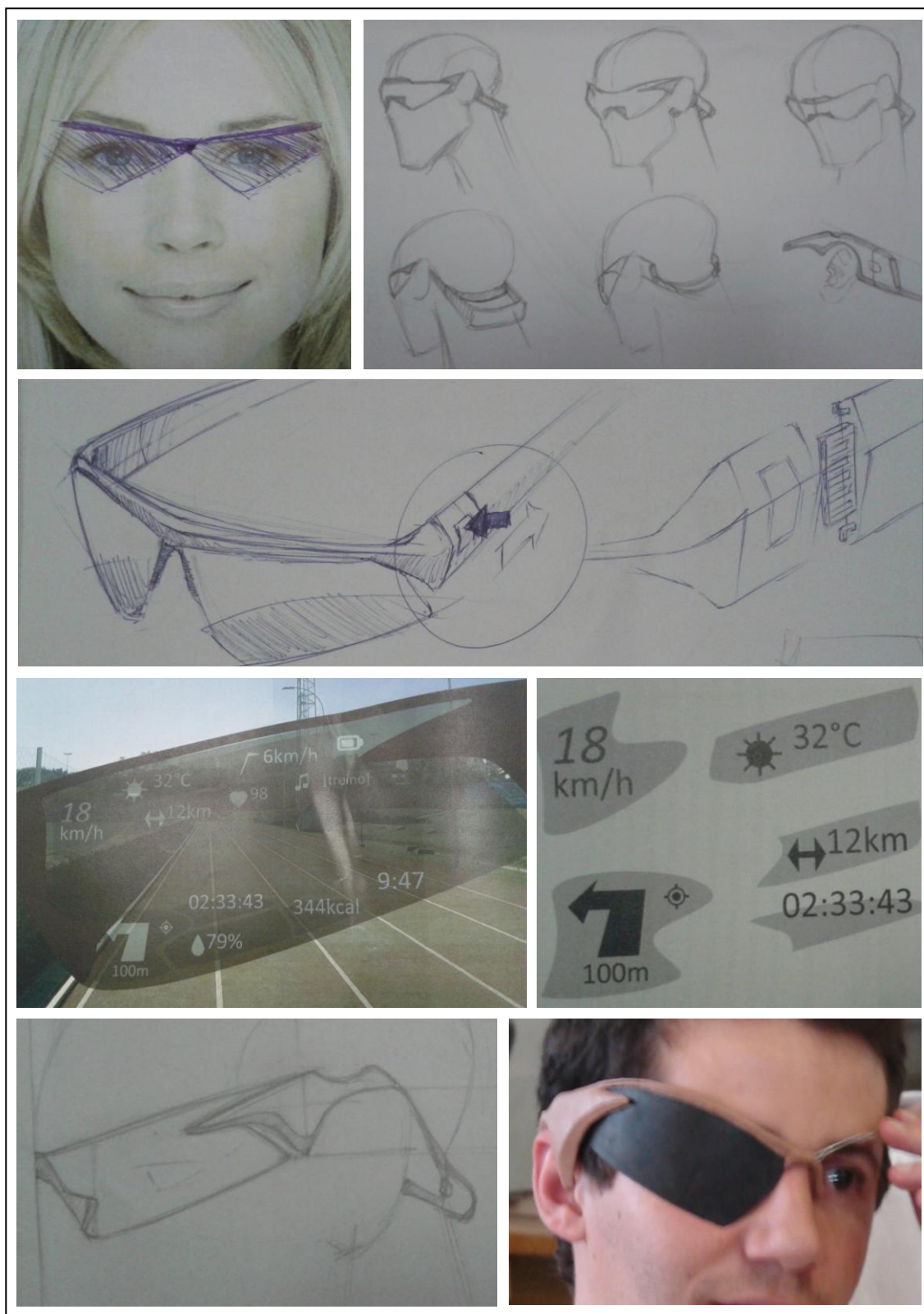


Figura 85 – Projeto desenvolvido pela equipe experimental no desafio 1.



10 Indicador de integração entre as fases do PDP

A integração entre as fases de design propõe investigar estratégias de antecipação de problemas e de soluções entre as fases do PDP. Por exemplo, é possível durante a fase de geração de alternativas, realizar testes volumétricos para verificações estéticas, funcionais e ergonômicas. Esses poderiam assegurar a melhor forma, funcionamento e usabilidade dos produtos para uma tomada de decisão.

Na fase de desenvolvimento, podemos pensar ainda em modelagens virtuais, testes virtuais e impressões 3D para antecipação de problemas nas alternativas projetuais, antes delas serem selecionadas.

Na fase de realização, podemos antecipar testes de produção na indústria, realizar manufaturas rápidas para compreender problemas que poderiam ser percebidos apenas na fabricação em série, ou ainda, testes de mercado, para antecipar a aceitação do projeto pelo público.

Dentro do PDP esses testes podem ajudar a economizar tempo e ampliar o conhecimento para redução de incertezas

Gráfico 109 – Fluxograma de integração no PDP da equipe de controle (fonte: autor)

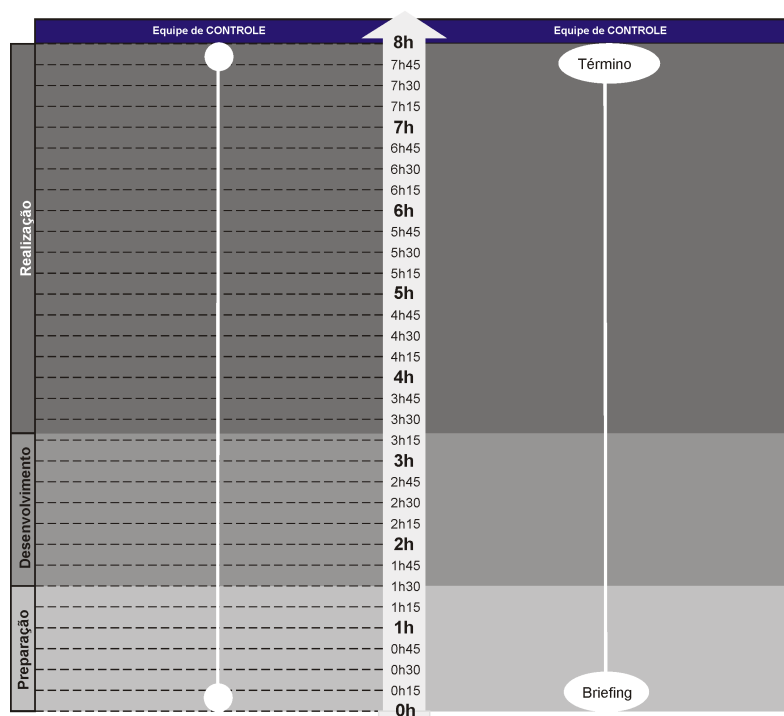
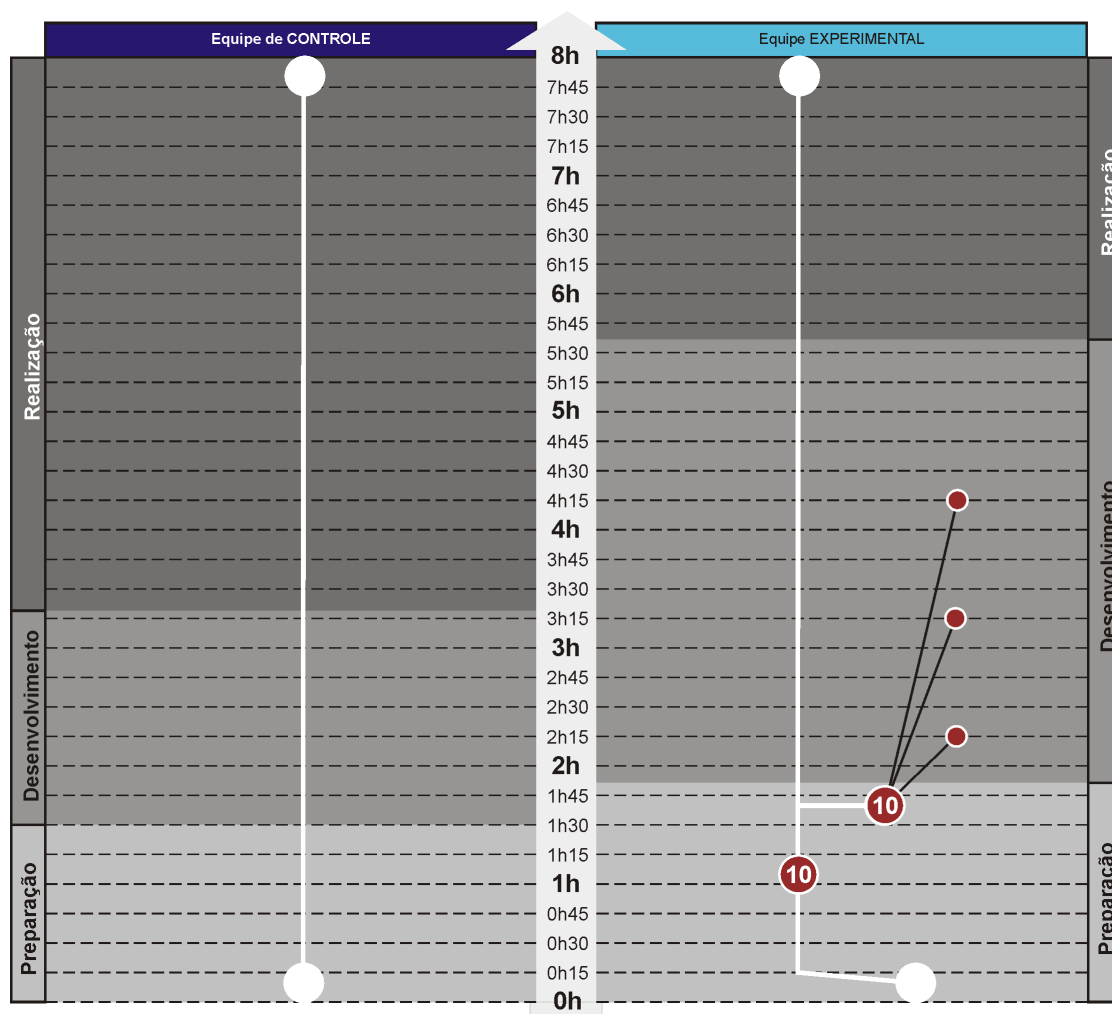


Gráfico 111– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Ao analisarmos o Gráfico 111, percebemos que houve uma diferença expressiva entre as ações de integração das equipes (5 a 0) em favor da equipe experimental. O fator principal para a realização dessa integração foi a utilização do aplicativo de seleção de protótipos, que indicou para a equipe a necessidade de realização de testes com protótipos e a planilha que indicou a necessidade de registro dos dados coletados para uma tomadas de decisão. Fato que levou os membros a sugerirem a antecipação da atividade, devido ao tempo de execução das mesmas e a necessidade desses dados adiante.

Gráfico 112– Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.

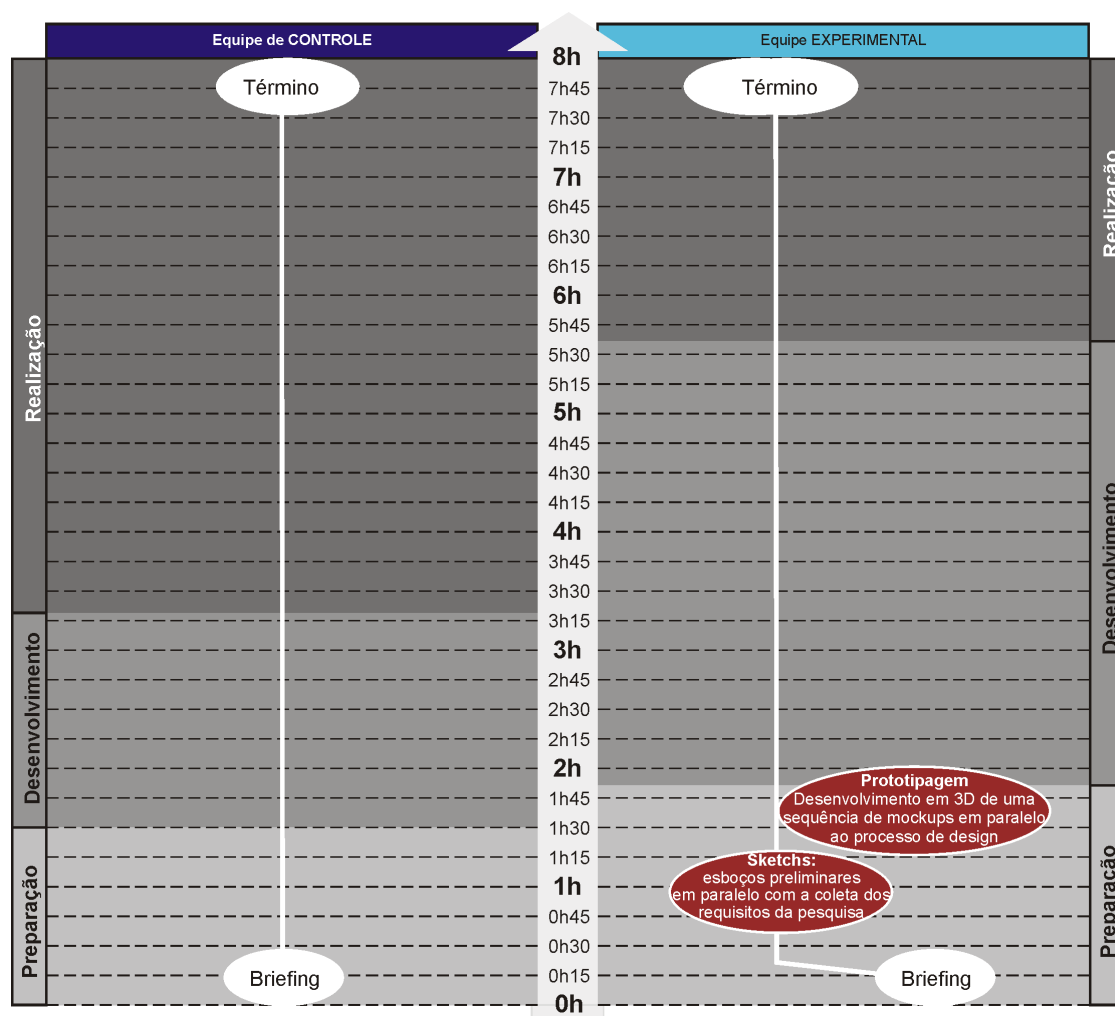
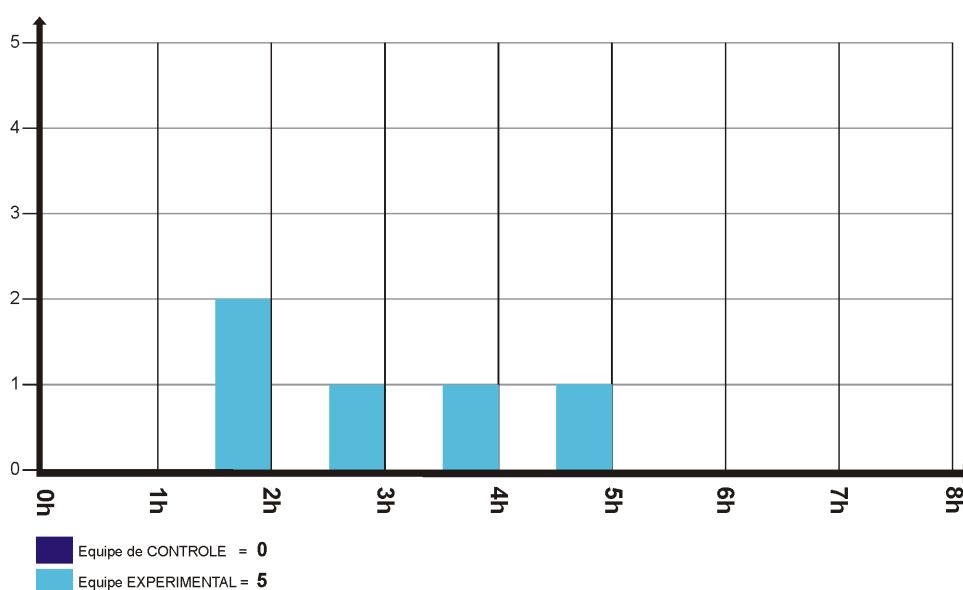
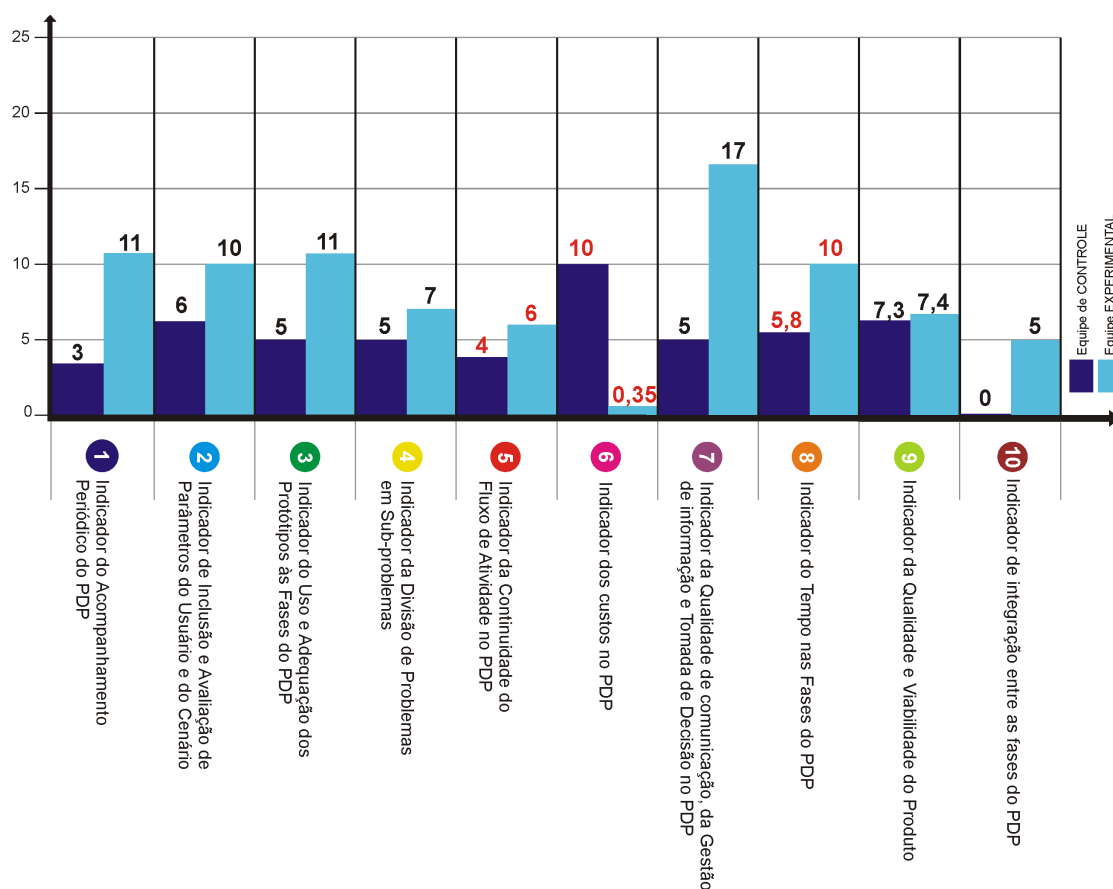


Gráfico 113 – Estatística das atividades de integração desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: Autor)



O Gráfico 114 apresenta o resultado dos 10 indicadores pesquisados. Nele observamos que a equipe que aplicou a metodologia experimental consegue resultados expressivos nos itens: (1) acompanhamento periódico do PDP; (2) Inclusão e avaliação de parâmetro do usuário e do cenário; (3) Uso e adequação dos protótipos às fases do PDP (7) Indicador de comunicação, Informação, Gestão e tomada de decisão (8) Indicador de tempo nas fases do PDP e (10) Integração entre as fases do PDP.

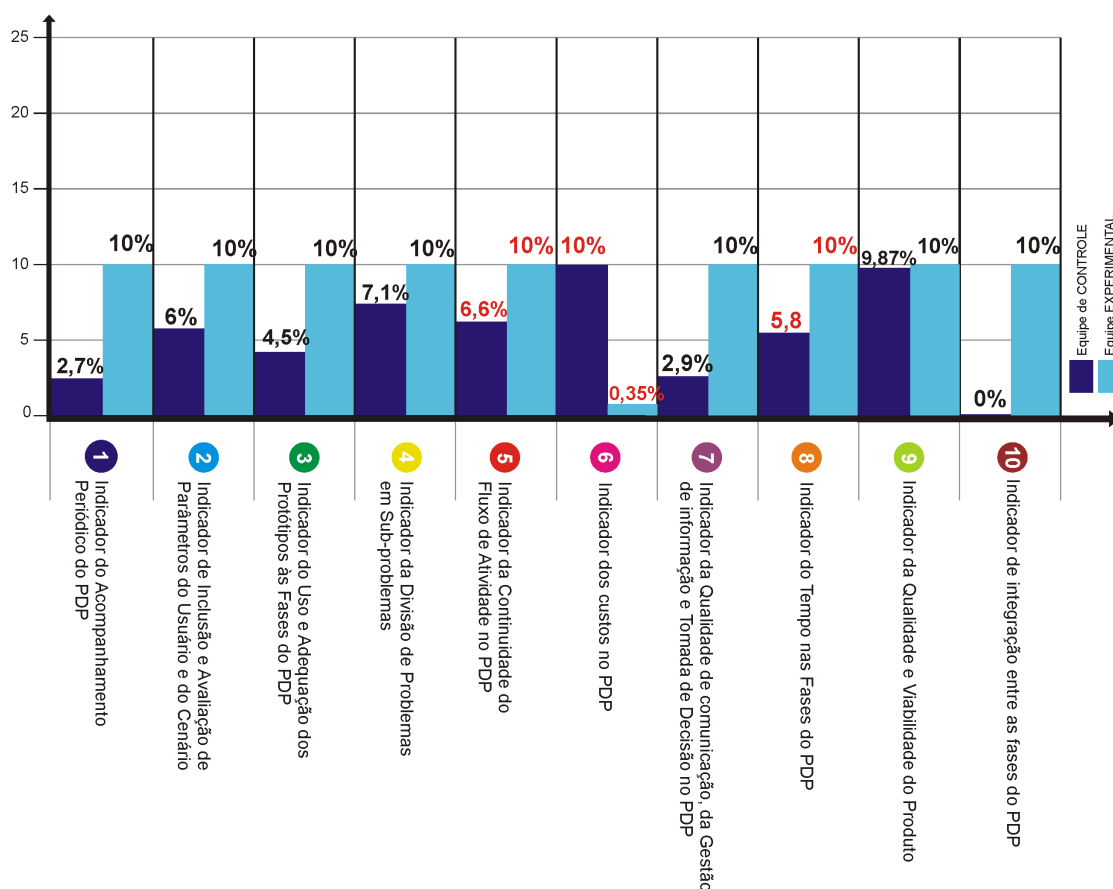
Gráfico 114 – Estatística de todos os indicadores desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental (fonte Autor)



Ao transformarmos cada indicador em porcentagem, utilizando a relação direta dos resultados de cada item e aplicando ao maior valor a porcentagem 10%, teríamos 10 itens com o valor máximo de 10%, ou seja, o valor total de 100%.

Sendo assim, ao transformarmos os valores do Gráfico 114 na nova planilha de porcentagem, teríamos os seguintes valores (Gráfico 115). A partir do Gráfico podemos afirmar que a equipe experimental, no total, foi 34,88% mais eficiente no processo metodológico de design que a equipe de controle (90,35% à 55,47%).

Gráfico 115 – Estatística de porcentagem de todos os indicadores desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



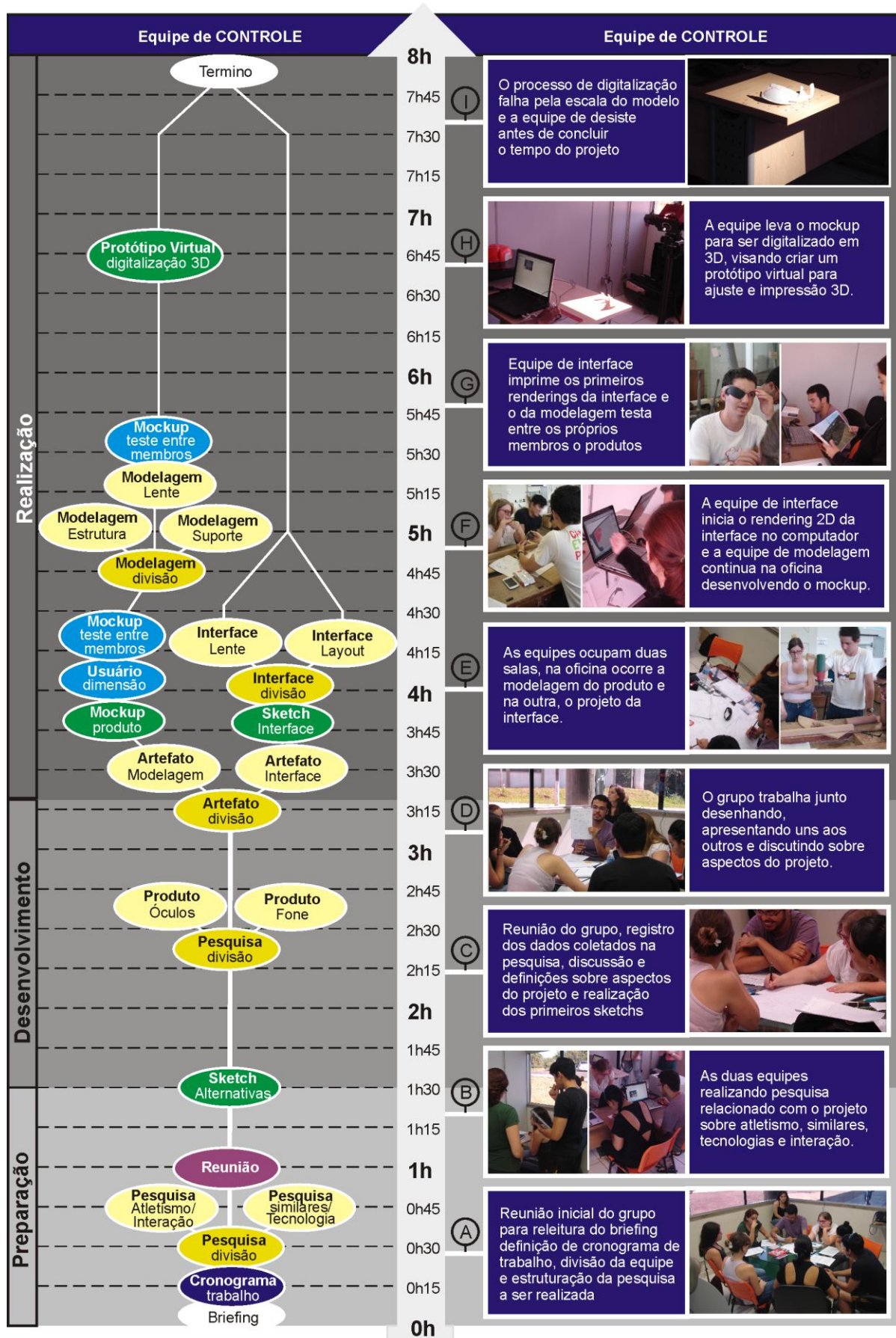
O Gráfico 116 ilustra o fluxograma completo do processo de design, desenvolvido pela equipe de controle ao longo das 8h do desafio. Nele, indicamos as principais atividades do processo e as relações existentes entre elas. Então temos:

- (0h15) Após a leitura do *briefing* a equipe realiza uma pequena reunião, define um planejamento rápido do processo de design e um cronograma inicial para execução das atividades;
- (0h30) Dividem a equipe em duas e iniciam a pesquisa em ambientes separados;
- (1h) Reúnem-se, começam a apresentar e discutir os aspectos encontrados na pesquisa e outros que surgem da discussão;
- (1h30) Iniciam o desenvolvimento dos *sketches*, direcionando as ideias para um produto similar ao Google glass. Interrompem o desenvolvimento

do desenho a cada dúvida ou debate para discussão de algum aspecto do projeto;

- (2h20) Escolhem entre eles uma opção que mais agradou o grupo e partem para desenhar e detalhar melhor essa opção, dividindo o grupo em dois: desenho dos componentes óculos e fone;
- (3h15) Após o término do desenho base do produto, a equipe se divide novamente, agora para desenvolvimento da interface gráfica digital e para Construção do *mockup* do óculo e fone na oficina de modelos;
- (3h45) A equipe de Interface inicia realizando os *sketches* do que pretende desenvolver e depois partem para o desenvolvimento de um *rendering* digital no aplicativo Adobe Illustrator;
- (3h45) Na equipe de modelagem, alguns membros montam a estrutura do *mockup* em arame, revestem em Clay e tentam realizar a lente, primeiramente em poliestireno, depois em poliuretano, e por fim, usam papel cartão;
- (4h45) A equipe de modelagem se divide novamente em Lente, estrutura e suporte;
- (6h45) Após um longo tempo de modelagem, o *mockup* é encaminhado para a sala que contem o equipamento de digitalização 3D (GOM Atos I 2M). Contudo, o grupo percebe que existem limitações de tamanho por conta da lente do equipamento que não permitem transformar o *mockup* desenvolvido em malha virtual para posterior impressão 3D;
- (7h30) Devido ao tempo, o grupo opta por desistir;

Gráfico 116 – Síntese do fluxograma atividades desenvolvidas pela equipe de controle.

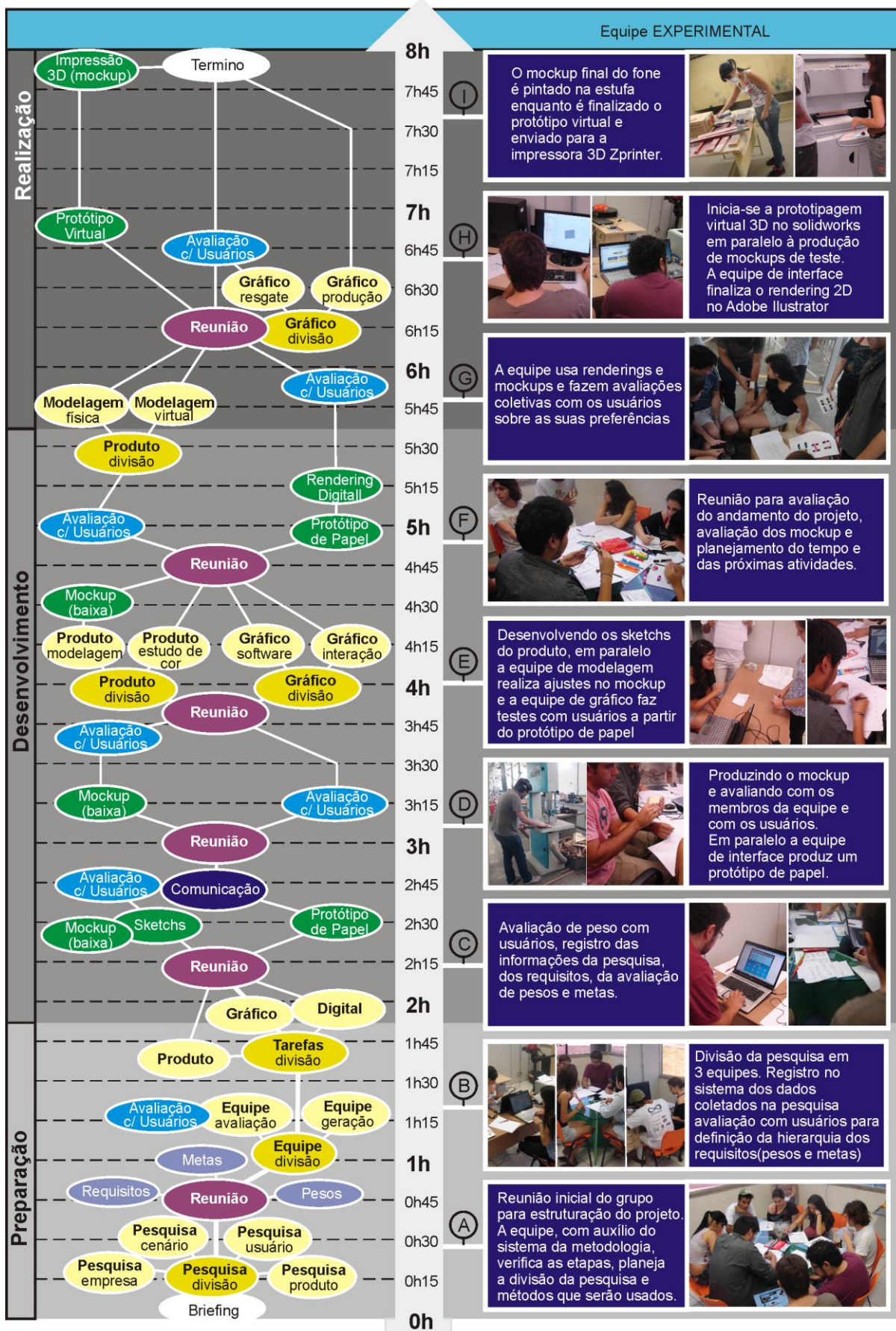


O Gráfico 118 ilustra o fluxograma completo do processo de design, desenvolvido pela equipe experimental ao longo das 8h do desafio. Nele, também indicamos as principais atividades do processo e as relações existentes entre elas. Então temos:

- (0h15) Após a leitura do *Briefing* projetual, a equipe reunida consulta o aplicativo e divide a equipe em quatro subgrupos para realização da pesquisa sobre: a empresa, o cenário, o produto e o usuário;
- (0h45) As equipes se dividem nos ambientes e depois retonam a sala (1) de reuniões, onde iniciam a leitura e discussão dos resultados da pesquisa. Os aspectos pesquisados são transformados em requisitos e registrados na planilha da metodologia;
- (1h) A equipe se divide em equipe de geração preliminar e equipe de preparação e realização de avaliações com usuários para definição de requisitos que ainda estão faltando;
- (1h) O grupo aplica o teste THCP com usuário para determinação da hierarquia dos requisitos para uma definição de peso e depois as metas a serem atingidas, registrando tudo na planilha da metodologia;
- (1h40) Durante reunião, são fechados os requisitos e o grupo se divide em três subgrupos: produto, Gráfico e digital, e passam a trabalhar em salas separadas;
- (2h20) A equipe de produto divide as atividades em produção de *sketches* e produção de *mockups*;
- (2h30) A equipe de Interface começa a produzir a interface e a desenvolver o protótipo de papel para realização de avaliações interativas com usuários;
- (2h45) As equipes de produto e de interface se comunicam e fecham a configuração e quantidade de botões do equipamento para manipulação com a interface;

- (3h15) Realização de avaliações com usuários com os protótipos de papel da interface e com os *mockups* do produto;
- (3h50) Uma nova reunião ocorre para avaliação de *mockups* produzidos, para discussão de aspectos do projeto, para tomadas de decisão em relação aos *sketches* produzidos e para preparação das avaliações com usuários de todo material produzido;
- (4h15) Equipe se divide: (a) Produto em modelagem e estudo cor e (b) gráfico em produção da interface (software) e projeto de teste de interação.
- (4h45) Reunião geral do andamento do projeto
- (5h15) Equipe de interface prossegue desenvolvendo a versão digital no *illustrator* e executa novo teste com usuários;
- (5h45) A equipe de produto se divide em modelagem física (novos *mockups*) e *mockup* do fone e produção do protótipo virtual para impressão 3D;
- (6h15) Reunião apresenta a equipe problemas em relação ao uso da metodologia na busca de tentar retornar ao uso dela, do aplicativo e da planilha;
- (6h30) Equipe se une para tentar resgatar as ideias que não foram avaliadas e realizar avaliações coletivas com usuários para gerar os dados que faltam para alimentar a planilha e realizar novas tomadas de decisão;
- (6h30) Em paralelo, alguns membros da equipe de produto continua concluindo a modelagem física e a prototipagem virtual;
- (7h50) Integrantes da equipe de produto conclui a modelagem virtual e leva para imprimir na impressora 3D Zcorps Zprinter 650 enquanto outros finalizam os *mockups*;

Gráfico 117 – Síntese do fluxograma atividades desenvolvidas pela equipe experimental.



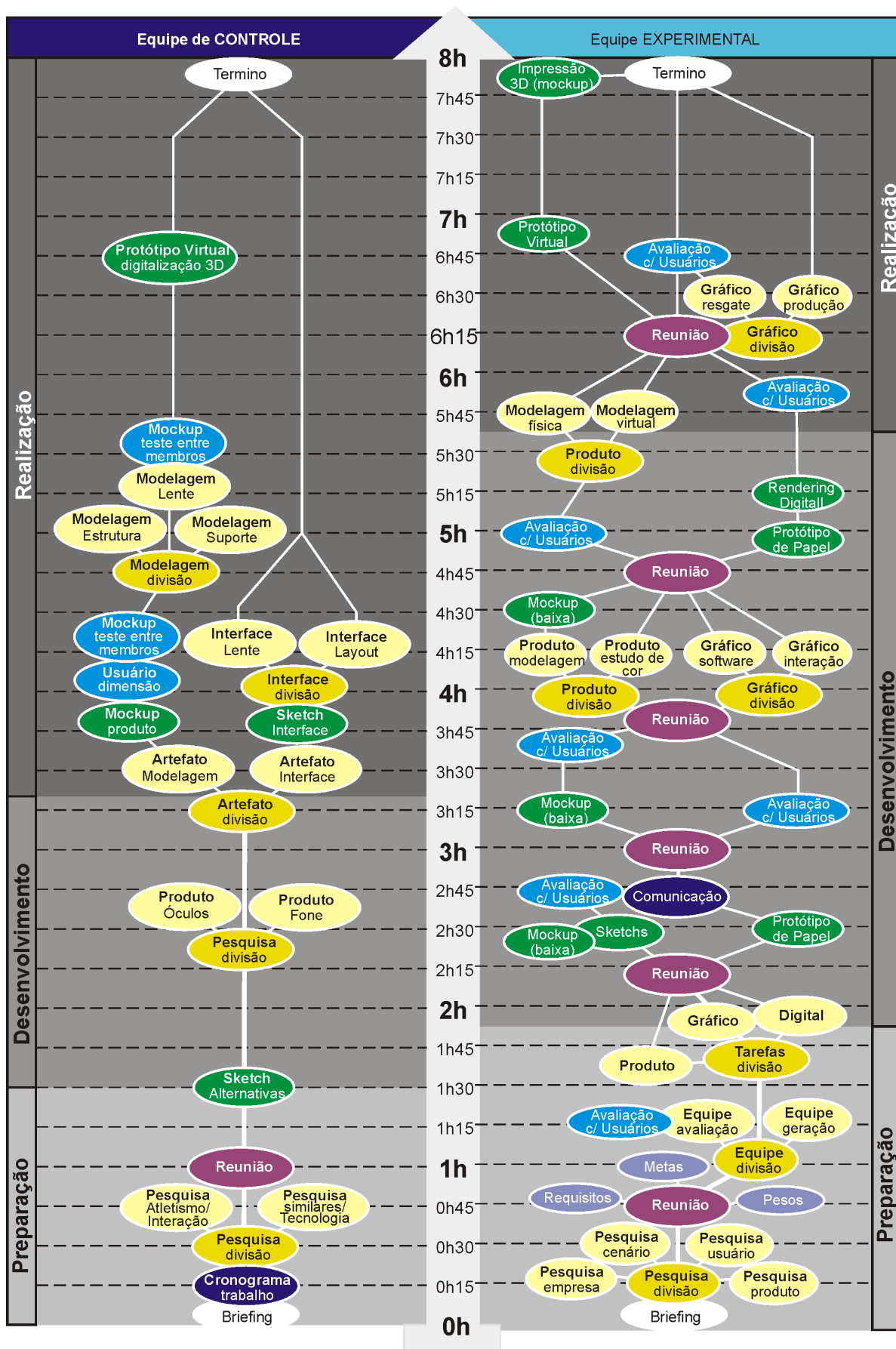
Ao compararmos visualmente os dois fluxogramas das equipes, alguns aspectos ficam evidentes em relação ao fluxo da equipe experimental: (a) uma aceleração do processo e do número de atividades; (b) uma maior quantidade de reuniões, de forma intercalada e sistemática; (c) um número maior e mais distribuído do uso de protótipos e avaliações com usuários ao longo do processo e (d) geração de requisitos, pesos e metas no início do processo.

Na equipe de controle, existem dois grandes vazios no gráfico do fluxograma: (a) um na parte inicial, onde a reunião da equipe se prolonga por um bom tempo e permanece assim, desde a geração de alternativas até a definição do produto final; e (b) No final, durante o desenvolvimento do *mockup* do produto e na geração da ilustração da interface no Software Adobe Illustrator. Fatos que ilustram uma deficiência de gerenciamento do projeto.

Outro aspecto importante é que a equipe de controle realiza o processo de tomada de decisão para escolha de alternativas apenas com uso de *sketches* e reuniões de discussão com votação dos membros da equipe, sem o uso de métodos de avaliação, seleção de alternativas ou ferramentas de prototipagem tridimensional, que permitiriam uma melhor compreensão de aspectos relacionados com a funcionalidade e usabilidade das alternativas.

Em contrapartida, a equipe experimental realiza diversas atividades de prototipagem e avaliação ao longo do processo o que permite reduzir as incertezas do projeto e ampliar os conhecimentos sobre aspectos não apenas estéticos, mais funcionais e de usabilidade;

Gráfico 118 – Comparativo dos fluxogramas de atividades desenvolvidas pelas equipes.



7.2.9. Apresentação dos resultados do experimento final

O segundo desafio projetual, utilizado para coleta de dados do experimento, ocorre nos dias 12 e 13/12/2013 nos mesmos espaços anteriores, o CADEP e o LDMP. Por sorteio, o dia 12/12 ficou agendado a equipe de controle e o dia 13/12 a equipe experimental, repetindo a mesma ordem do experimento piloto.

Dessa vez participaram um número menor de alunos: 12 alunos no total, cinco alunos na equipe de controle e sete alunos na equipe experimental. Isso se deve ao fato de vários alunos ficarem impossibilitados de participar novamente do desafio. Contudo dentro do número mínimo pensado no início da estruturação do experimento.

Nessa edição foram seis avaliadores para registro dos dados das atividades das equipes, três em cada dia, e seis usuários potenciais, adequados ao perfil do *briefing* do produto, para uma necessidade de coleta de dados, também três em cada dia.

Como na primeira edição, estavam à disposição dos alunos: dois técnicos na oficina de materiais e protótipos e até três técnicos no laboratório avançado de produtos CADEP. Eles estavam disponíveis para orientar aspectos de segurança, auxiliar nas atividades de risco e no uso de equipamentos de impressão e digitalização 3D.

Todos os alunos submetidos ao experimento já tinham assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo VI), conforme orienta a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde CNS-MS e em acordo aos procedimentos descritos no projeto do experimento submetido e aprovado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Foram oferecidas a ambas as equipes as mesmas informações, o mesmo tempo e a mesma estrutura de materiais, equipamentos e espaços.

Da mesma forma do experimento anterior, após a realização do experimento, todos os dados foram estruturados em planilhas do Excel, com sincronização

de tempo, data e equipe, bem como os dados fotográficos, de áudio e vídeo coletados, usando os mesmos equipamentos e aplicativos anteriores.

A partir da estruturação dos dados, configuramos infográficos para análise dos indicadores anteriormente definidos. Mapeamos o desenvolvimento das atividades da equipe experimental e de controle ao longo de todo o processo, ou seja, durante as mesmas 8h do desafio, seguindo a estrutura proposta por Gill (2005) e Griffiths (2004).

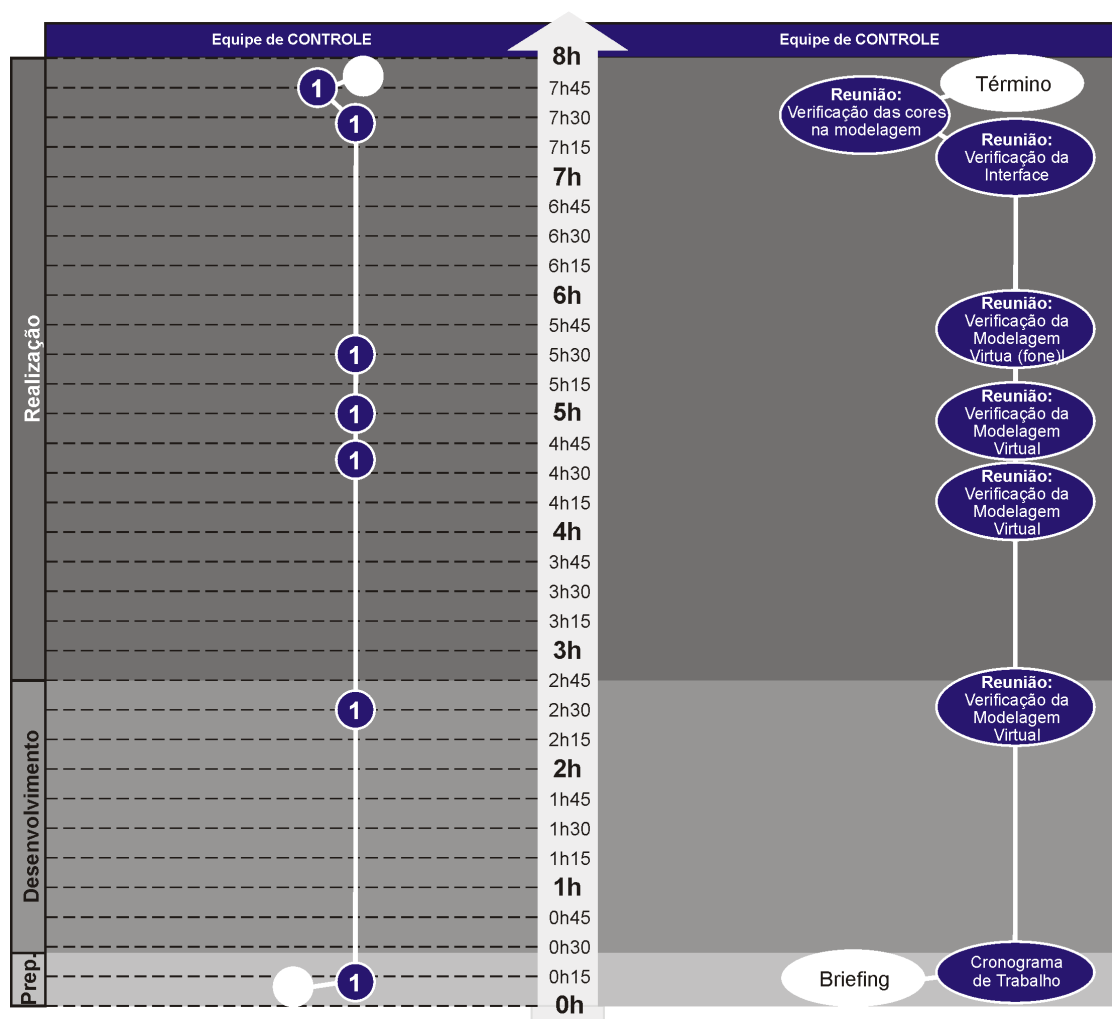
Na sequência, apresentaremos os gráficos gerados desses indicadores (por equipe), os gráficos comparativos e os quadros gerais de fluxograma das atividades desenvolvidas durante o processo de design.

- 1 Indicador do acompanhamento periódico do PDP
- 2 Indicador de Inclusão e Avaliação de Parâmetros do Usuário e do Cenário
- 3 Indicador do Uso e Adequação dos Protótipos às Fases do PDP
- 4 Indicador da Divisão de Problemas em Sub-problemas
- 5 Indicador da Continuidade do Fluxo de Atividade no PDP
- 6 Indicador dos custos no PDP
- 7 Indicador da Qualidade de comunicação, da Gestão de informação e Tomada de Decisão no PDP
- 8 Indicador do Tempo nas Fases do PDP
- 9 Indicador da Qualidade e Viabilidade do Produto
- 10 Indicador de integração entre as fases do PDP

1 Indicador do acompanhamento periódico do PDP

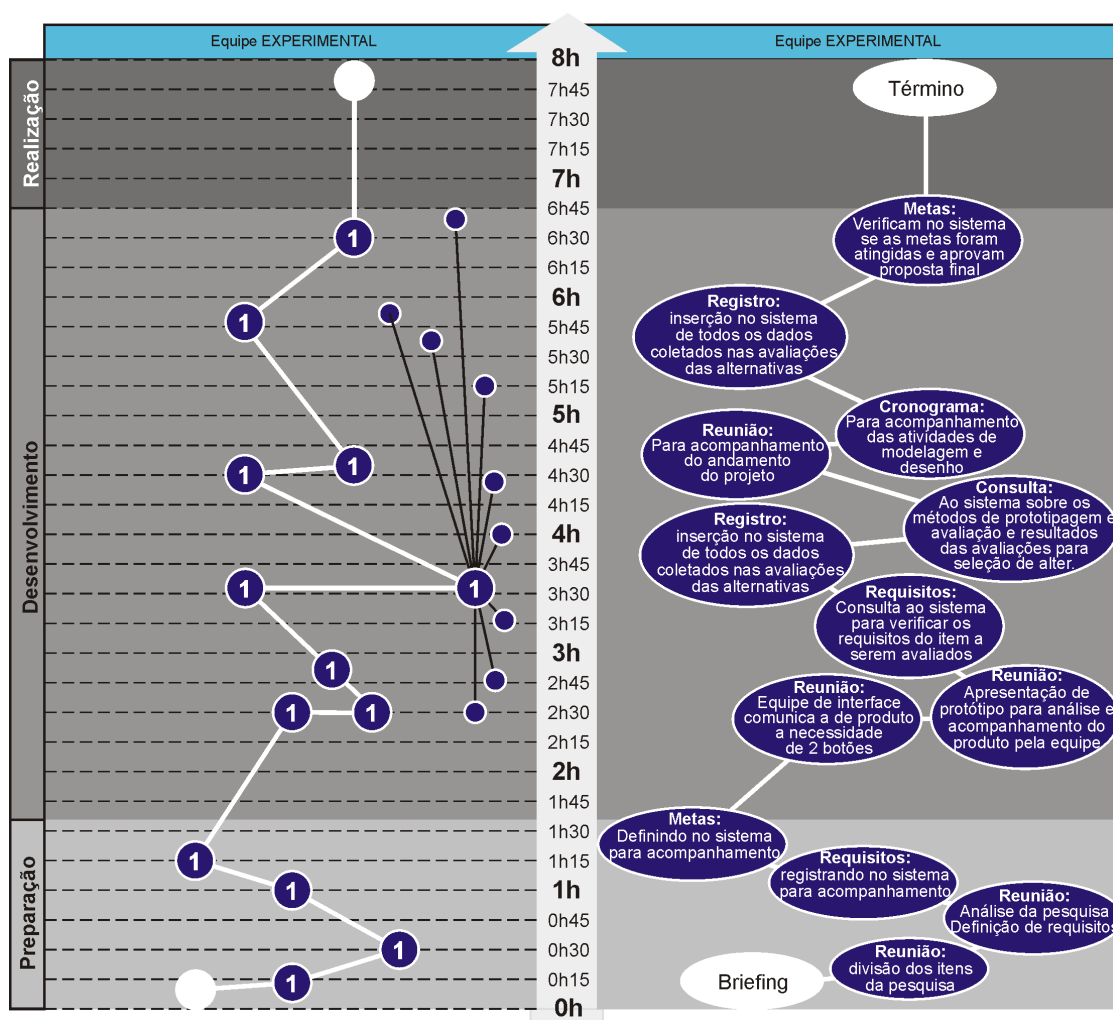
Ao analisarmos os gráficos das equipes de controle e experimental, identificamos que a equipe de controle não utiliza métodos e ferramentas para realizar o acompanhamento do projeto (Gráfico 120).

Gráfico 119 – Fluxograma de atividades de acompanhamento do PDP da equipe de controle (fonte: Autor)



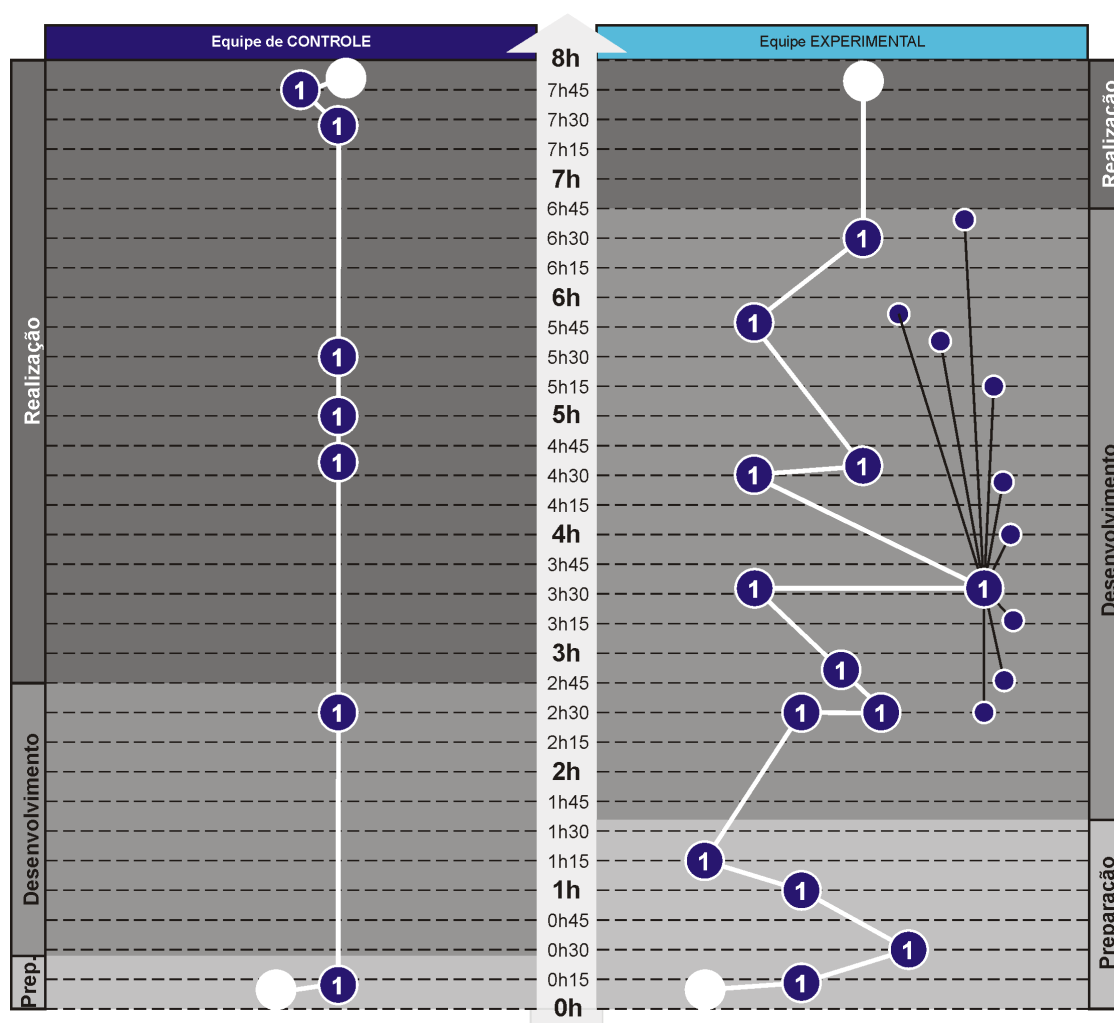
Com o gráfico é possível identificar ainda, sequencias de reuniões, quase todas elas destinadas ao acompanhamento, discussão da finalização do produto e apresentação final do projeto. Assim, as atividades se concentravam na verificação do desenvolvimento da modelagem virtual 3D do relógio e do fone e acompanhamento do projeto visual da interface e da apresentação final de todo o projeto.

Gráfico 120 – Fluxograma de atividades de acompanhamento PDP da equipe experimental (fonte: Autor)



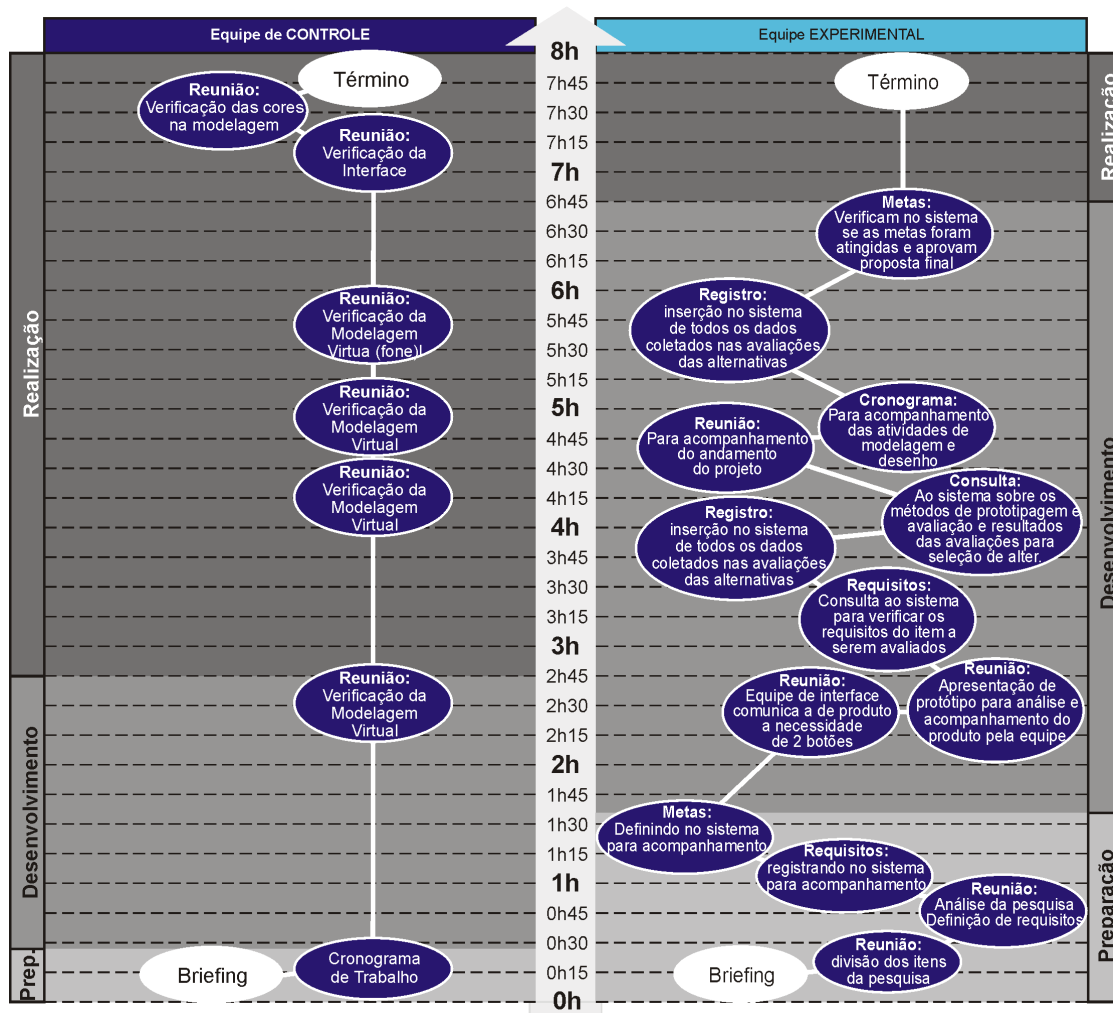
Em contrapartida, a equipe experimental, ao utilizar a metodologia, consegue novamente: (a) registrar os requisitos definidos, (b) hierarquizar esses requisitos, a partir da aplicação de métodos como: diferencial semântico (DS) e teste de hierarquia das características do produto (THCP) com a utilização de usuários, (c) definir metas a serem atingidas ao longo do desenvolvimento do projeto, (d) realizar reuniões de acompanhamento do projeto e (e) utilizar o aplicativo e a planilha para análise e tomada de decisão a partir dos dados gerados. Aspectos esses que estimularam a equipe a um acompanhando periódico do PDP em todo o seu desenvolvimento.

Gráfico 121 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle



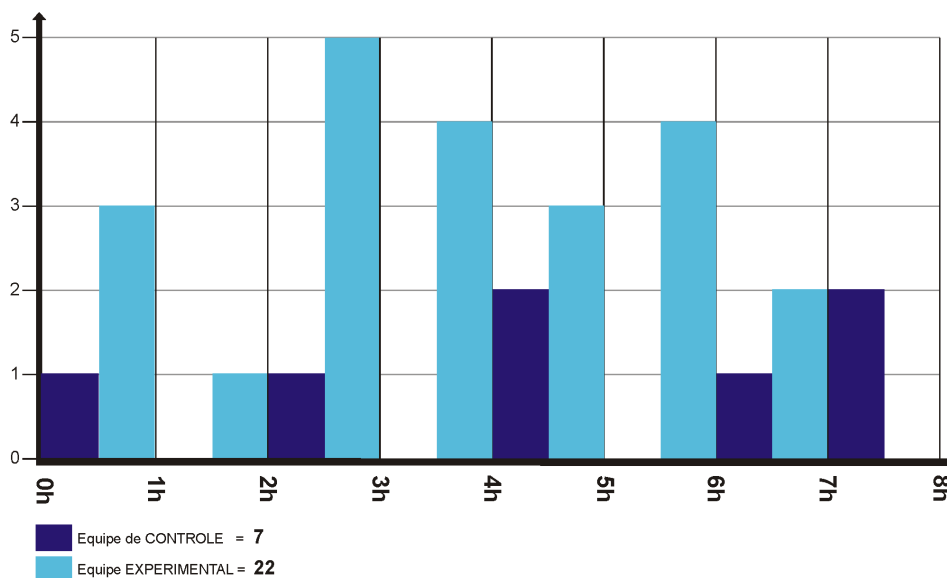
Observamos que as avaliações de alternativas por meio de desenhos e protótipos, também estimularam a realização de alguns encontros da equipe experimental e contribuíram para a realização desse acompanhamento. De forma semelhante como destacamos na equipe de controle com a elaboração da prototipagem virtual e do *rendering* digital da interface (Gráfico 121).

Gráfico 122 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle



Ao compararmos os dados quantitativos das equipes (Gráfico 123), podemos verificar uma diferença expressiva no número de atividades de acompanhamento do projeto, principalmente na consulta do aplicativo e da planilha da metodologia (10 dos 22 itens). O que sinaliza novamente uma eficiência da metodologia e da ferramenta proposta, nesse indicador.

Gráfico 123 – Estatística das atividades de acompanhamento do PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: Autor)



Essa diferença expressiva (22 a 7) entre as equipes de controle e experimental, nos permite afirmar que existe uma relação direta da metodologia de projeto utilizada com as ferramentas de gerenciamento.

2 Indicador de inclusão e avaliação de parâmetros do usuário e do cenário.

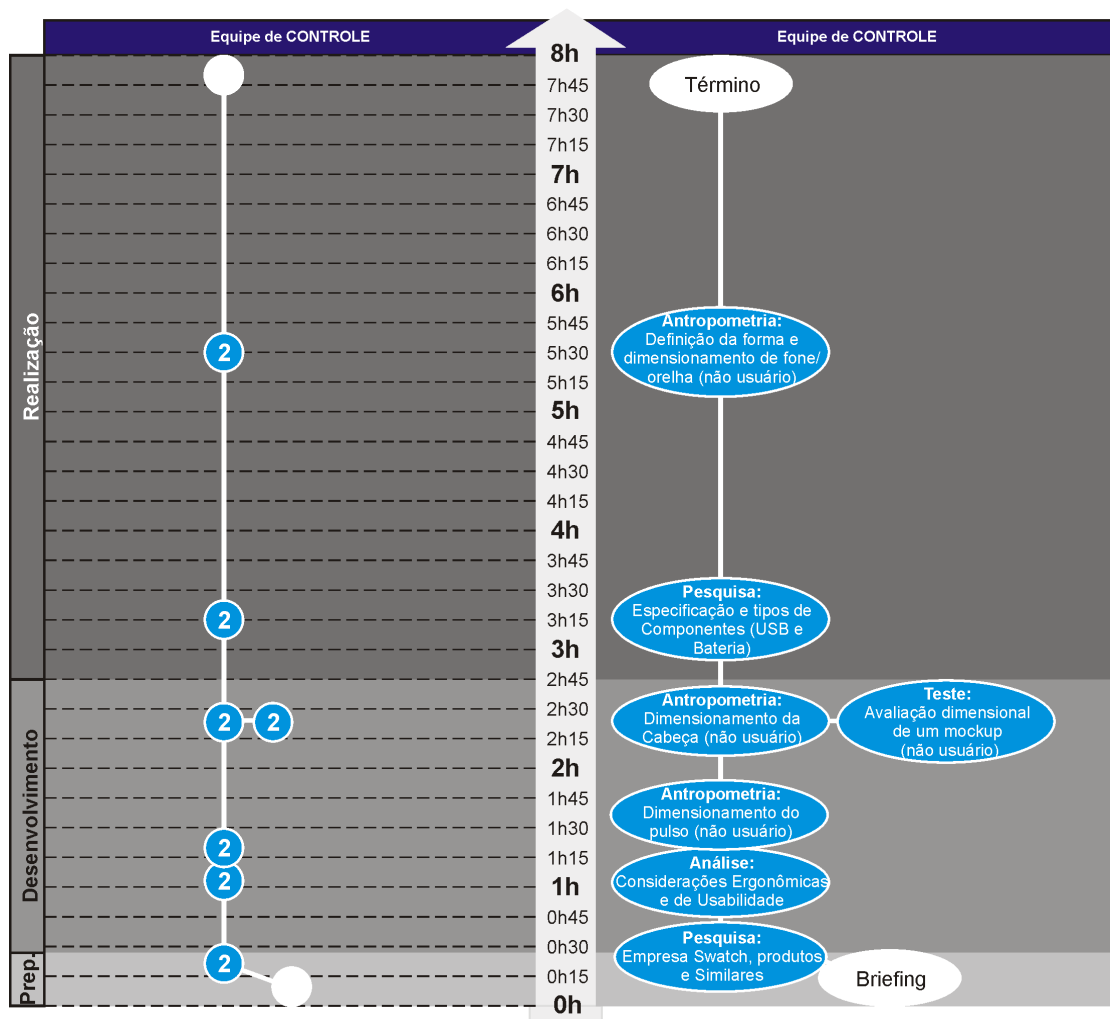
Durante a leitura do *briefing*, ambas as equipes foram informadas que 3 pessoas com o mesmo perfil do usuário do produto estariam à disposição delas para qualquer necessidade.

Mesmo de posse desta informação, a equipe de controle opta novamente por não utilizar os usuários para levantamento de dados ou realização de avaliações. As avaliações dimensionais da cabeça para o desenvolvimento do fone e medições dos pulsos para a prototipagem do relógio são realizadas diretamente entre os membros do grupo com auxílio de matérias como: arame, fitas métricas e posteriormente *mockups*.

Contudo, da mesma forma do teste piloto, pontuamos essas ações no gráfico para uma melhor avaliação e por acreditarmos que houve pelo menos a

iniciativa de dimensionamento humano. Contudo, elas serão desconsideradas para a estatística final das equipes (Gráfico 128).

Gráfico 124 – Fluxograma de atividades de inclusão de usuários no PDP da equipe de controle (fonte: Autor)

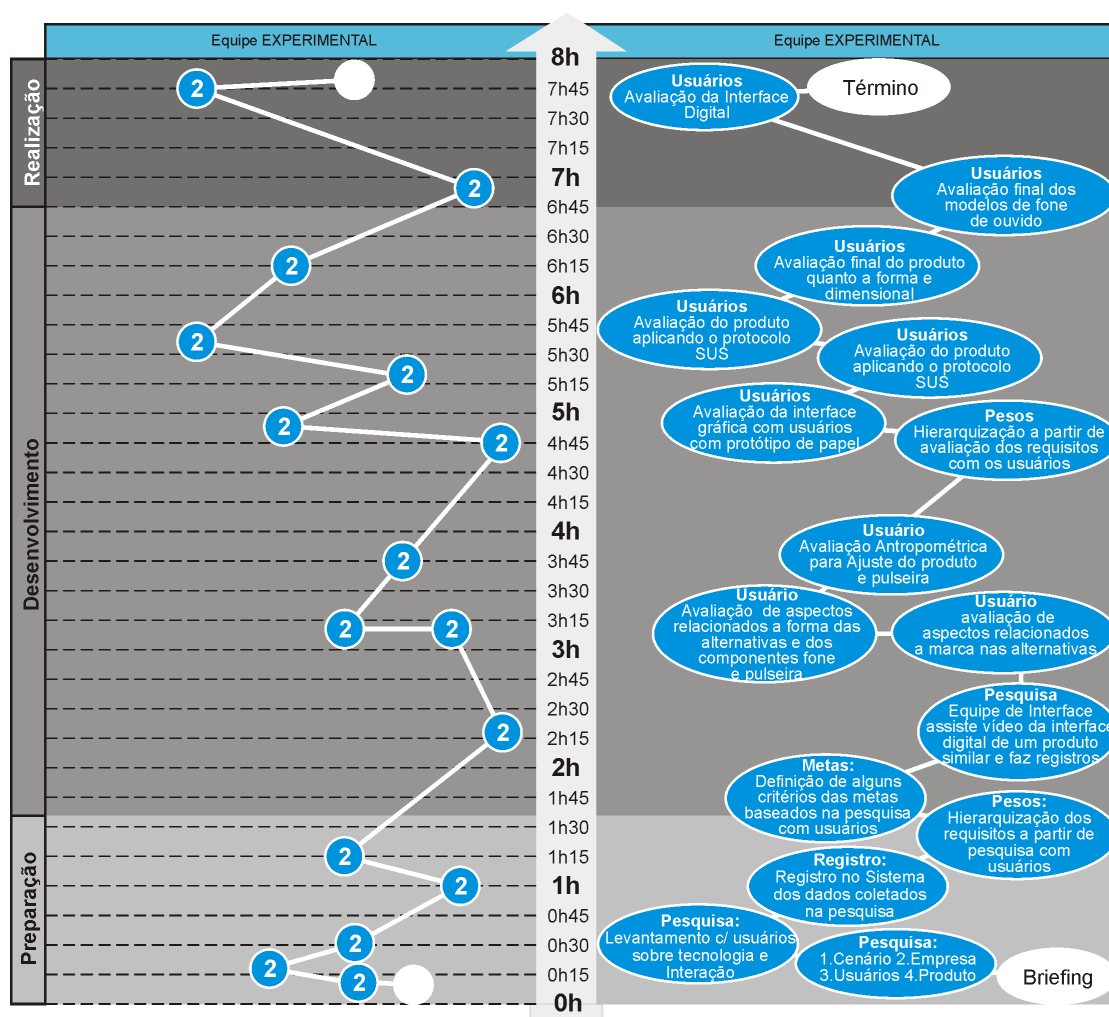


Ao analisarmos o gráfico da equipe controle (Gráfico 124), encontramos ações de inclusão do cenário e do usuário nas seguintes fases: (a) pesquisa da empresa, dos produtos e dos similares. Essas viabilizaram o direcionamento do projeto; (b) Análise informal de considerações ergonômicas e de usabilidade a partir de discussões da equipe. Discussões essas baseadas mais na experiência de cada membro e nos *sketches*, do que em pesquisas, avaliações ou diretrizes da área de ergonomia; (c) Antropometria do pulso e da cabeça. Como apresentamos anteriormente, coletadas entre os membros do grupo; (d) Pesquisa de componentes do projeto para definição de tecnologia e dimensionamento e (e) Avaliação do

mockup do componente fone entre os membros para definição de forma e dimensão final, necessárias para o ajuste da prototipagem virtual.

Ao observarmos ainda o gráfico 124, identificamos também uma análise com considerações de usabilidade realizadas pela equipe de controle utilizando os *sketches* desenhados. Com tratamos anteriormente, não consideramos possível a realização de avaliações de usabilidade de produtos a partir de *sketches* ou *renderings*. Isso novamente constata um aspecto positivo da metodologia, o de orientar a utilização do protótipo adequado a cada canal de comunicação (usabilidade, funcionalidade e estética).

Gráfico 125 – Fluxograma de atividades de inclusão de usuários no PDP da equipe experimental (fonte: Autor)



Diferentemente da equipe de controle, a experimental utilizou os usuário disponíveis desde o início do projeto para a definição de pesos e para

hierarquização dos requisitos (Gráfico 125). Para isso, realizou os mesmos procedimentos do desafio piloto: a aplicação de escala de diferencial semântico (DS) e o teste de hierarquia das características do produto (THCP).

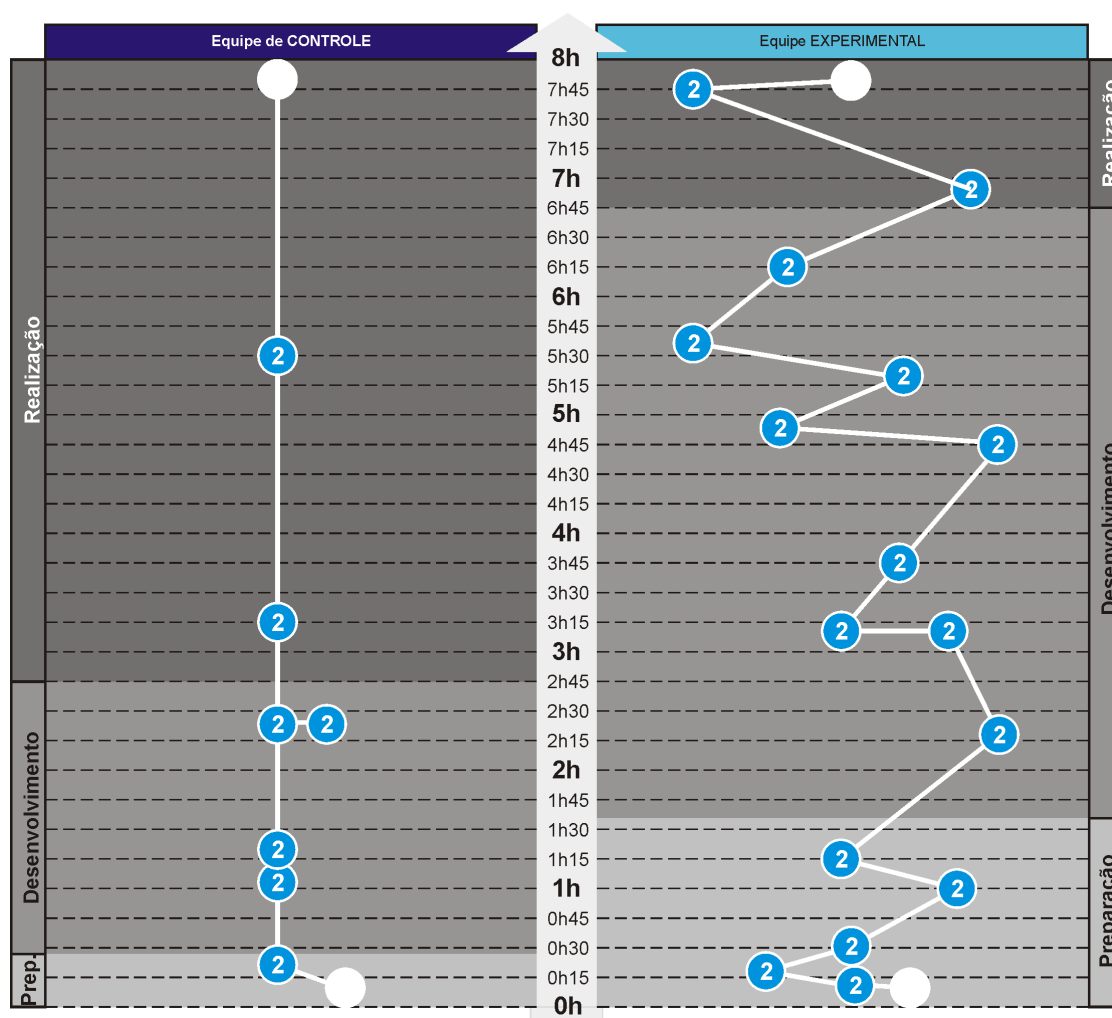
Ao longo de todo o projeto (Gráfico 125) podemos identificar que a equipe experimental incluiu parâmetros do cenário e dos usuários nas seguintes ações:

- (a) pesquisa de cenário, empresa, produto e usuários;
- (b) Levantamento com usuário para coleta de dados sobre preferências e tecnologias de interação;
- (c) Inclusão de requisitos do cenário e do usuário na planilha de acompanhamento do projeto;
- (d) Definição de pesos a partir de testes de THCP para hierarquização dos requisitos definidos;
- (e) Definição de metas de usabilidade e de satisfação dos usuários;
- (f) Avaliação com usuários de alternativas para verificação de relacionamento das alternativas com DNA da marca,
- (g) avaliação dos *mockups* de alternativas para o fone do equipamento;
- (h) Avaliação antropométrica com medições dos pulsos dos usuários para definição das medidas das pulseiras;
- (i) definição de pesos dos parâmetros da interface e realização de avaliação interativa com usuários utilizando protótipos de papel;
- (j) Avaliação final do produto usando protocolo SUS e testes finais dos componentes e
- (l) avaliação final da interface a partir da ilustração do *rendering* digital realizada no Adobe Illustrator.

Se formos analisar comparativamente os gráficos (Gráfico 126). Podemos perceber algumas diferenças fundamentais entre as equipes de controle e experimental. A maior parte dos dados da equipe de controle são gerados a partir de medições e análise da forma, realizada entre os membros, ao passo que na equipe experimental, as maioria delas são geradas pela utilização de métodos e realização de coleta de dados com usuários utilizando protótipos, principalmente: *sketches*, *mockups*, protótipos de papel e *renderings*.

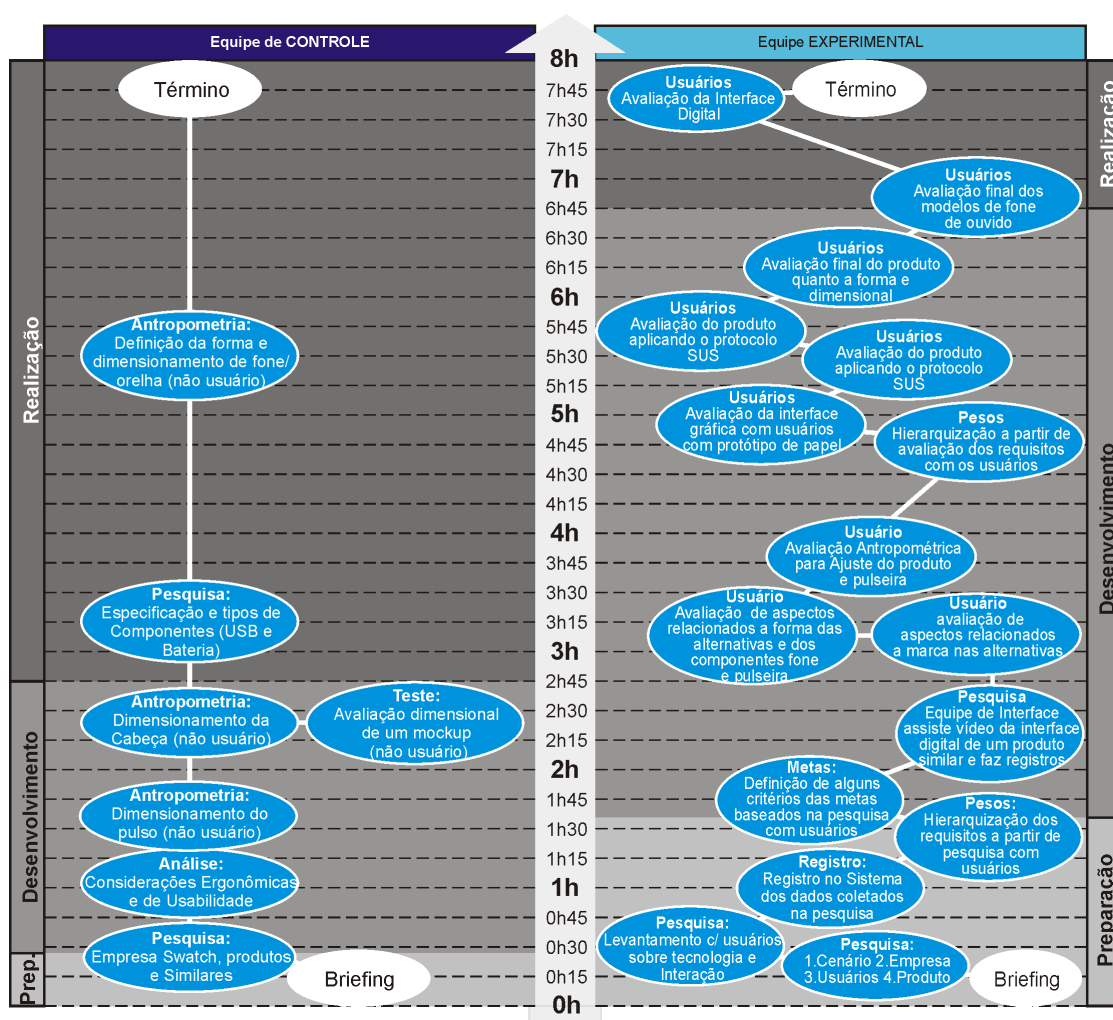
Com isso podemos afirmar que a metodologia mediada por protótipos, ao orientar, estimular e gerenciar a sua utilização, amplia também a quantidade de dados coletados, principalmente dos usuários (Gráfico 126 e 127).

Gráfico 127 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle



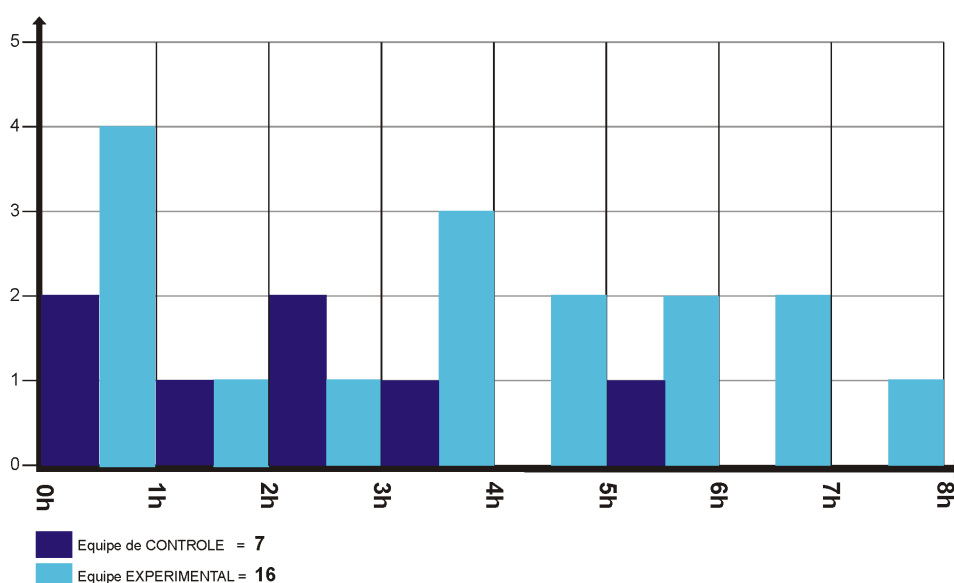
Outro aspecto verificado é que a metodologia aumenta a percepção da equipe em relação à importância da inclusão dos usuários em todas as fases do projeto, e isso pode ser verificado, pela distribuição das avaliações em todas as fases do desafio. Acreditamos também que a orientação do aplicativo e o aumento da produção de protótipos, em diversos níveis de fidelidade, também influencia diretamente na quantidade de testes interativos realizados com os usuários.

Gráfico 127 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle



No gráfico quantitativo final (Gráfico 128) verificamos uma diferença expressiva de inclusão e avaliação do cenário e dos usuários em favor da equipe experimental (16 a 7). Acreditamos que a metodologia e as ferramentas utilizadas tiveram grande influência para esse resultado expressivo.

Gráfico 128 – Estatística das atividades de inclusão de usuários desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



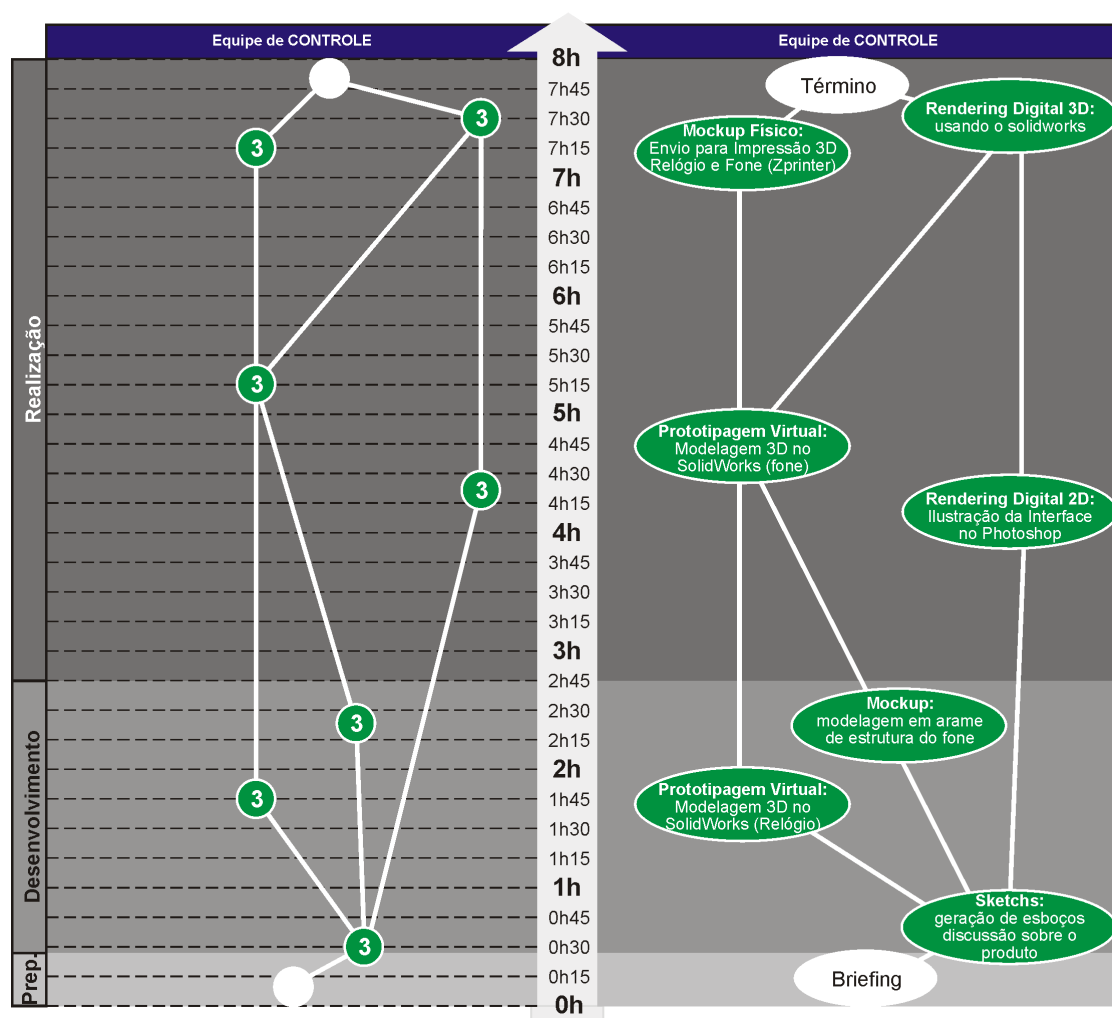
3 Indicador do uso e adequação dos protótipos às fases do PDP.

Esse indicador apresenta um aspecto importante para compreensão da proposta da metodologia mediada por protótipos. Enquanto alguns autores de metodologia apontam que “o ultimo passo do processo de design é a materialização da alternativa escolhida” (LOBACK, 2001), “quanto mais interações ocorrerem, menos eficiente e mais custoso será o processo de design” (LANSDALE e ORMEROD, 1995, p.215), ou que o protótipo “...pode tomar um tempo muito grande em relação ao valor que ele pode adicionar ao projeto” (BAXTER, 1998), nós acreditamos na importância da interação e que o protótipo deve assumir a posição central do processo de design, uma vez que através dele contemplamos diversos outros aspectos como: inclusão do usuário, do cenário e os demais atores do processo.

Assim, prototipar deixa de ter uma função puramente de apresentação do projeto e passa a ser o caminho para o projeto interagir como mundo, ou seja, poder ser avaliado e evoluir, em ciclos iterativos.

Nesse sentido, ao observarmos o fluxo de atividades de prototipagem da equipe de controle (Gráfico 129), visualizamos que o protótipo assume essa proposta de apresentação do artefato, ou seja, a equipe não desenvolve versões preliminares para avaliação e seleção de ideias, nem ciclos iterativos com protótipos. A preocupação central da equipe passa a ser, a de iniciar o mais cedo possível a prototipagem virtual do projeto final (às 2h45) e a de imprimir o *mockup* através da impressora 3D (7h15), para apreciação apenas, uma vez que não haveria mais tempo para realização qualquer tipo de avaliação.

Gráfico 129 – Fluxograma do uso de protótipos no PDP da equipe de controle (fonte: Autor)



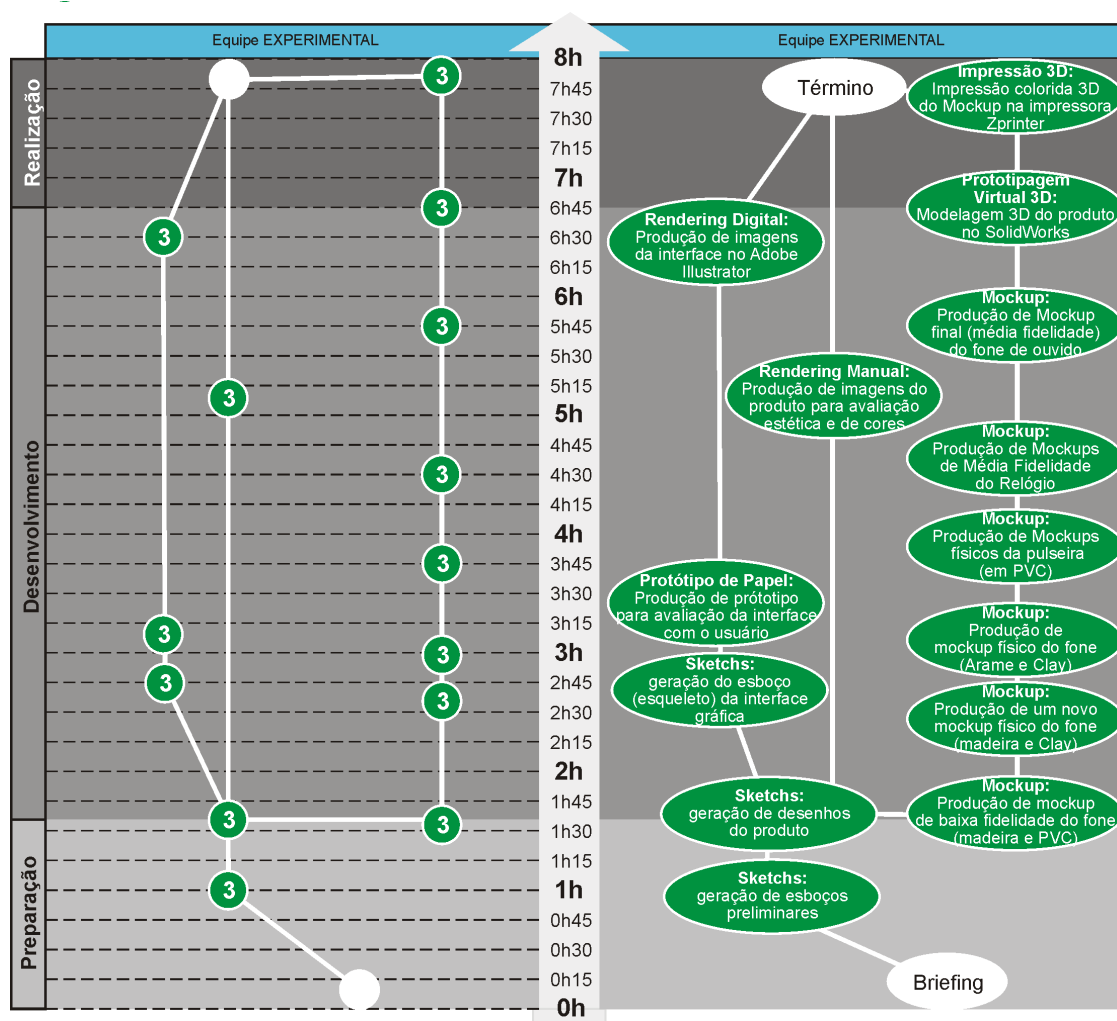
Da mesma forma observamos o trabalho o subgrupo de gráfico e interface da equipe de controle, que inicia a produção da interface às (4h20) e até a sua conclusão (7h30), não havia efetuado qualquer avaliação com usuários. A preocupação era apenas a de produzir telas de interface para a geração de

renderings do protótipo virtual e para a preparação do Powerpoint de apresentação do produto e da interface.

Em oposição, observamos que a metodologia incorporou na equipe experimental a filosofia de utilização dos protótipos como facilitador de comunicação e mediador de informação.

Sendo assim, o protótipo novamente estimula o diálogo entre os membros da equipe e amplia a quantidade de interações das ideias com o mundo real, incorporando ao longo do processo informações valiosas de usabilidade, funcionalidade e estética.

Gráfico 130 – Fluxograma do uso de protótipos no PDP da equipe experimental (fonte: Autor)



Ao observarmos o gráfico comparativo da equipe experimental (Gráfico 131) podemos identificar aspectos importantes da utilização dos protótipos:

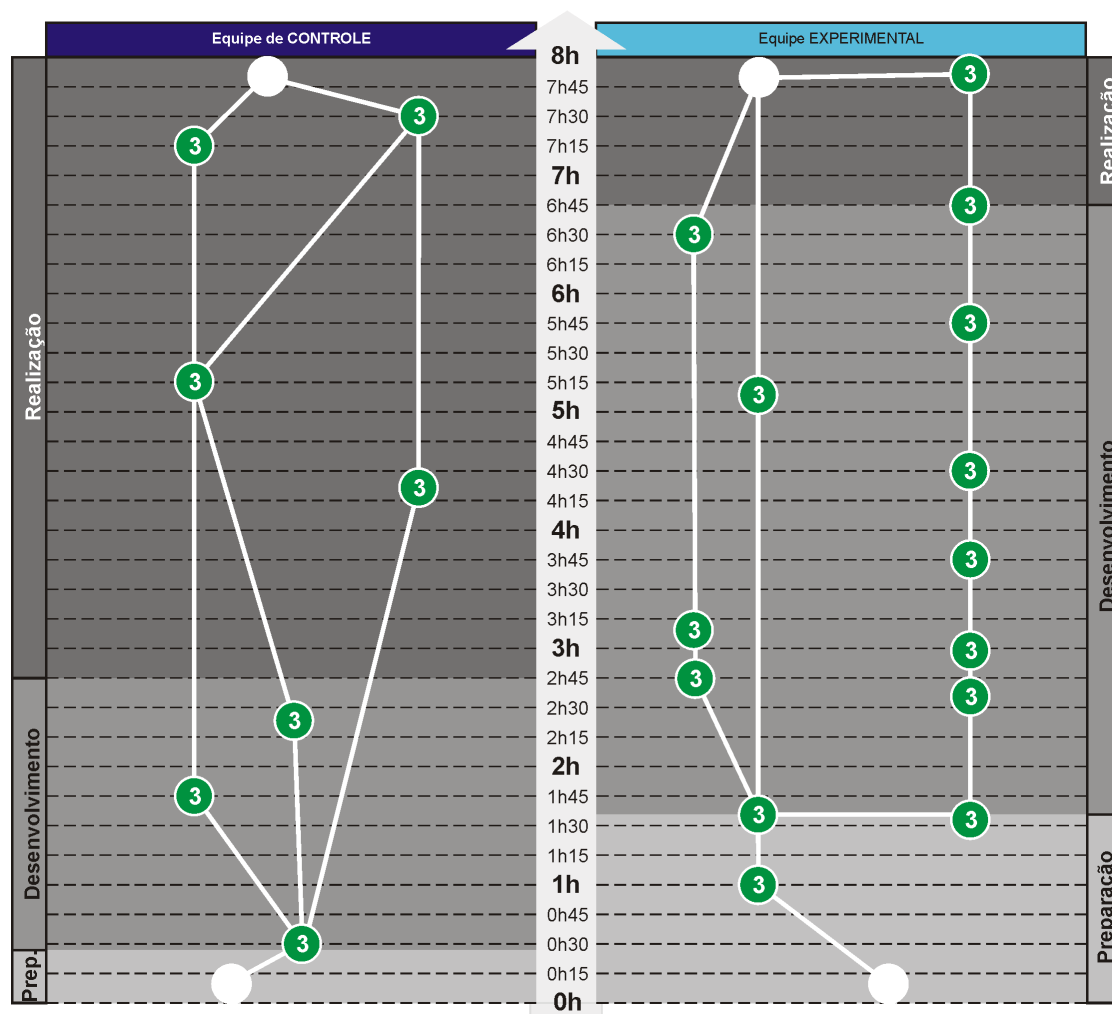
(a) Desde o início do processo de desenvolvimento (1h40), andam em paralelo: o desenvolvimento dos primeiros *sketches* e a materialização em *mockups* das primeiras propostas. Importantes para uma melhor compreensão e avaliação das propostas;

(b) A produção de *mockups* do produto passa a ser uma espinha dorsal do processo, iniciando com *mockups* de baixa fidelidade, depois de média, protótipos virtuais e finalizando com a impressão 3D (de 1h40 a 8h)

(c) Os *sketches* evoluem para *renderings* com intuito de realizações de avaliações de cor e estética;

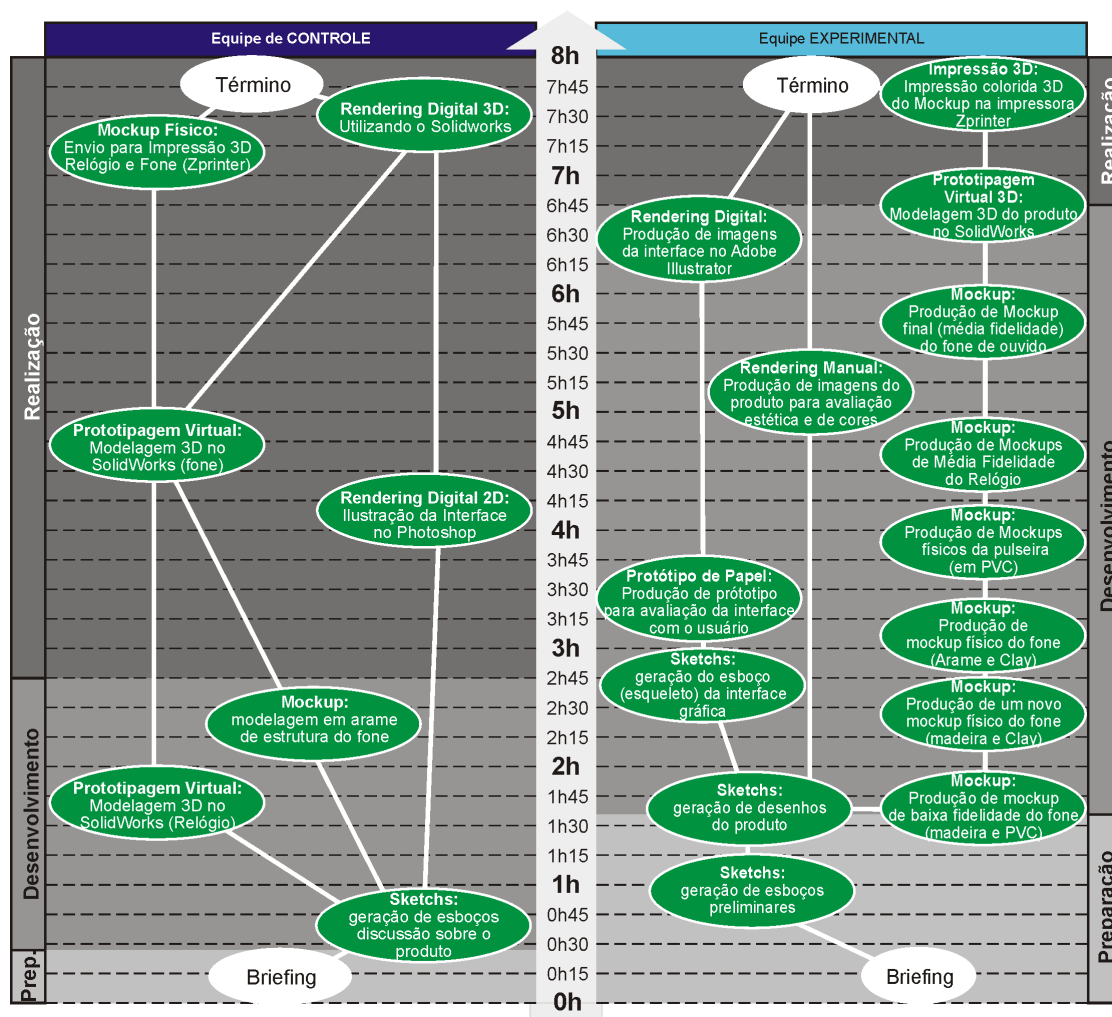
(d) A interface passa de esqueletos em *sketches*, para protótipos de papel, com intuito de avaliação de usabilidade com usuários e por fim *renderings* digitais em Adobe Illustrator para apreciação e avaliação estética.

Gráfico 131 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes.



Outro aspecto importante, é que, o aplicativo da metodologia continuou sendo constantemente utilizado para orientar a equipe no tipo de protótipo a ser construído a cada fase do processo. Esse aspecto foi importante para a sua adequação a necessidade, tempo, recurso e propósito da equipe, o que ampliou a sua utilização.

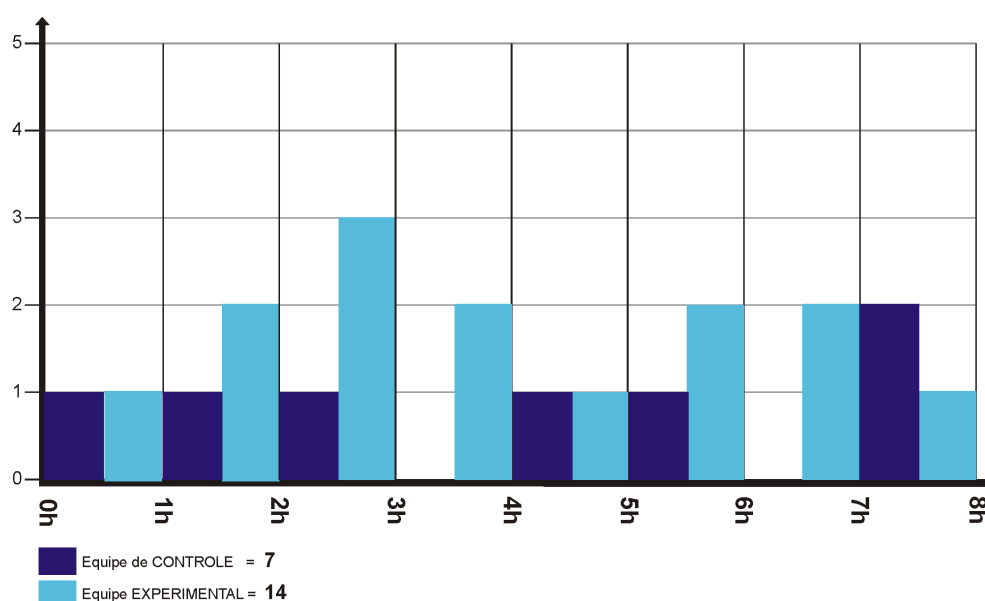
Gráfico 132 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes.



Podemos observar também no gráfico comparativo que a equipe de controle continua realizando o processo de seleção de alternativa apenas com o uso de *sketches*. Como já apresentamos antes, os *sketches* não fornecem informações suficientes para uma avaliação precisa sobre a usabilidade e funcionalidade de nossas ideias. Em contrapartida, a equipe experimental, continua usando os *mockups* e a planilha de registros das avaliações para o processo de tomada de decisão.

Ao analisarmos o Gráfico 133, constatamos que a metodologia volta a exercer uma influência expressiva na incidência do uso de protótipos no PDP (14 a 7), na mesma proporção do desafio piloto (11 a 5) e que durante o período que a equipe utilizou a aplicativo, todos estavam adequados a fase e estágio de design, o que permitiu a sua melhor adequação e utilização, considerando tempo, custo e propósito.

Gráfico 133 – Estatística das atividades de uso dos protótipos no PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



Nesse sentido, a partir dos dados coletados, podemos inferir que a metodologia teve novamente influência expressiva no uso de protótipos durante o processo de design e que isso trouxe contribuições expressivas para o gerenciamento do projeto, inclusão de parâmetros do usuário e adequação do produto as demandas projetuais.

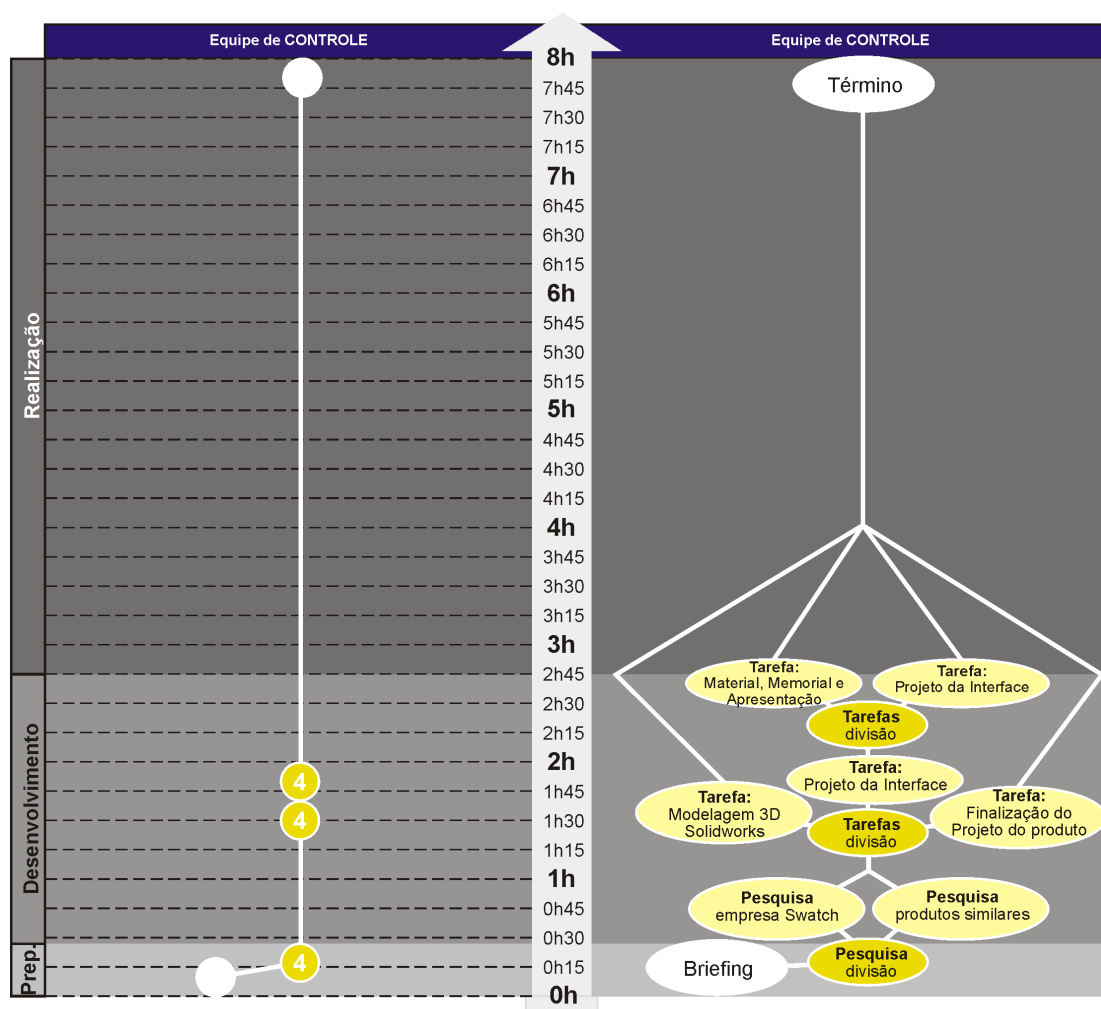
4 Indicador da divisão de problemas em subproblemas.

No segundo desafio, ambas as equipes continuam compreendendo a necessidade de divisão de problemas em subproblemas e de criação de subgrupos para subtarefas projetuais pela pressão do tempo (8h).

A equipe de controle, durante a preparação do projeto, criam dois grupos (Gráfico 134) e divide a pesquisa em: (a) Compreensão da empresa de relógio Swatch, apontada pelo *briefing* (Anexo VIII) e (b) Pesquisa de

produtos similares. No primeiro desafio (piloto) essa equipe não havia atentado para os dados da empresa que constavam no *briefing*.

Gráfico 135 – Fluxograma de divisão de problemas no PDP, equipe de controle (fonte: Autor)

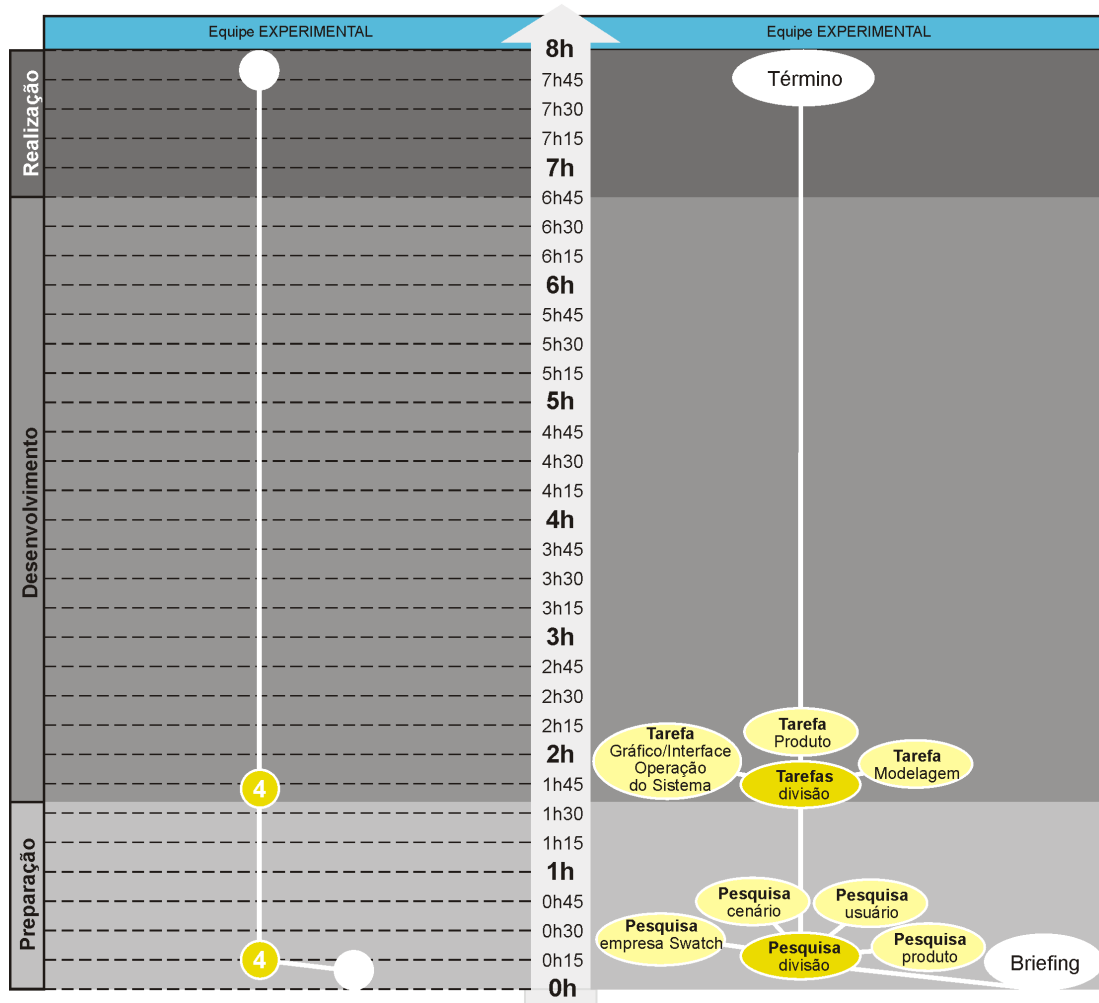


Em um segundo momento, quando o produto já havia sido desenhado e escolhido, a equipe de controle propõe uma nova divisão, em: (a) Equipe de modelagem 3D, que iniciaria a modelagem do produto no Solid Works, (mesmo sem o produto ter sido totalmente desenhado e dimensionado); (b) equipe de projeto de interface, que iniciaria o projeto da interface e posteriormente a sua ilustração, através da produção de *renderings* digitais de suas telas no Adobe Illustrator, e por fim (c) a equipe de desenho do produto, que concluiria o desenho do relógio e o projeto do fone de ouvido.

O subgrupo de interface opta por uma nova divisão: (a) Uma pessoa ficaria responsável pela preparação do memorial, especificação técnica e material

de apresentação, mesmo o processo de design tendo apenas iniciado (1h45) e (b) duas pessoas ficariam desenvolvendo os ícones, telas e layouts da interface gráfica do relógio celular.

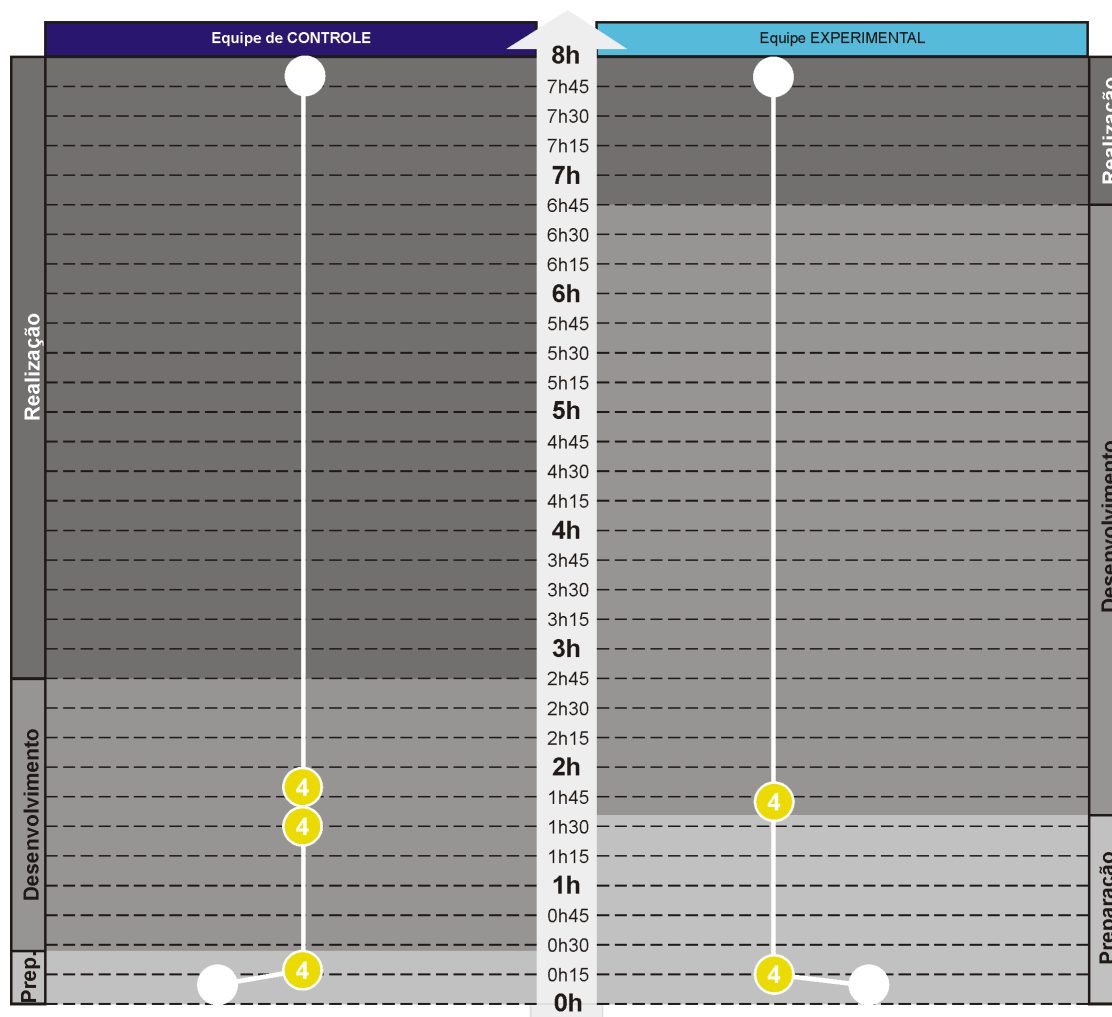
Gráfico 135 – Fluxograma de divisão de problemas pela equipe experimental (fonte: Autor)



Na equipe experimental, a metodologia e o aplicativo voltam a exercer influência na divisão da pesquisa inicial, subdivida no primeiro momento em: (a) Empresa (Swatch), (b) Cenário, (c) Usuário e (d) Produto (Gráfico 136).

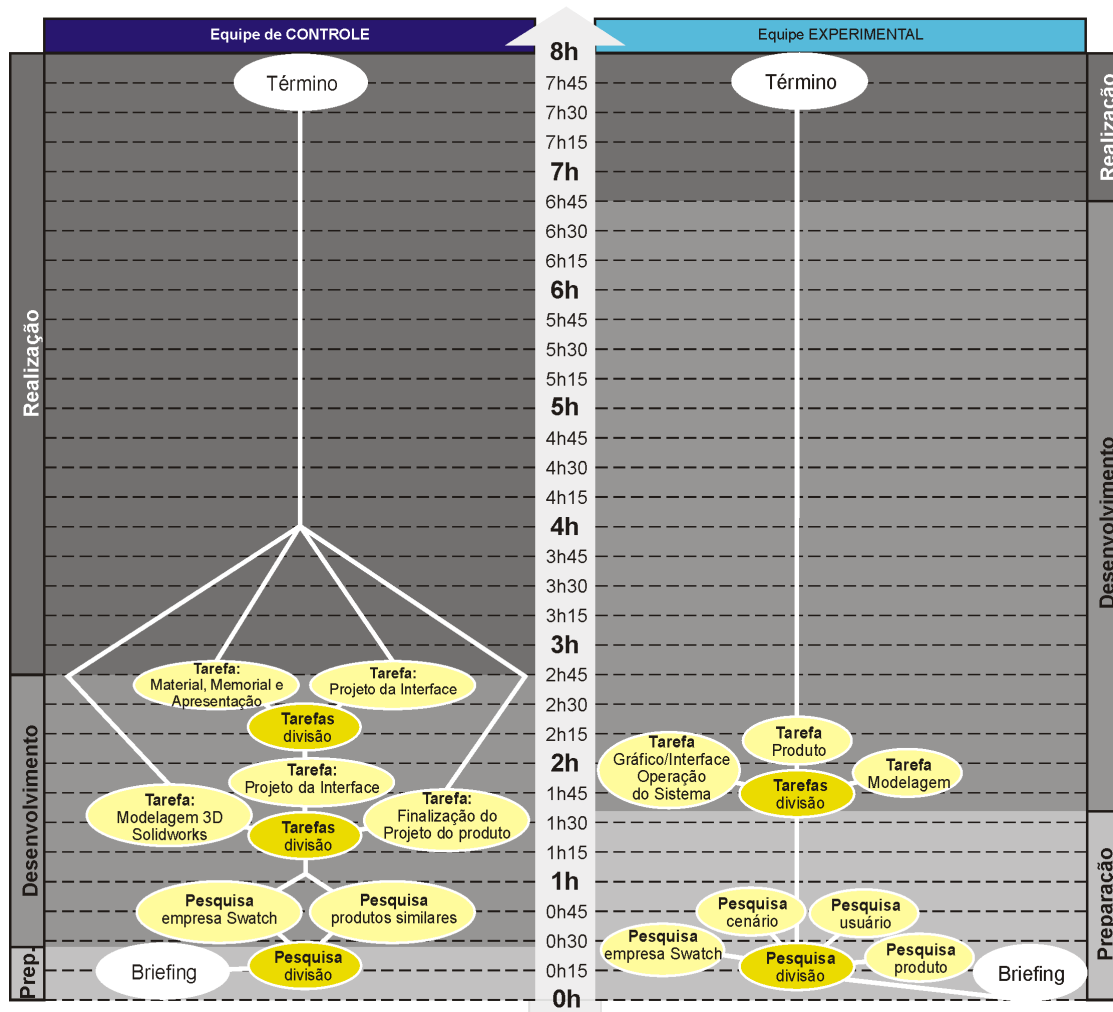
No segundo momento a equipe segue uma divisão semelhante ao do primeiro desafio. Contudo, dá uma ênfase maior a modelagem e amplia o trabalho da equipe de interface, que passaria também a gerenciar o sistema, ficando assim: (a) produto, (b) modelagem e (c) gráfico, interface e aplicativo.

Gráfico 136– Fluxograma comparativo das atividades das equipes.



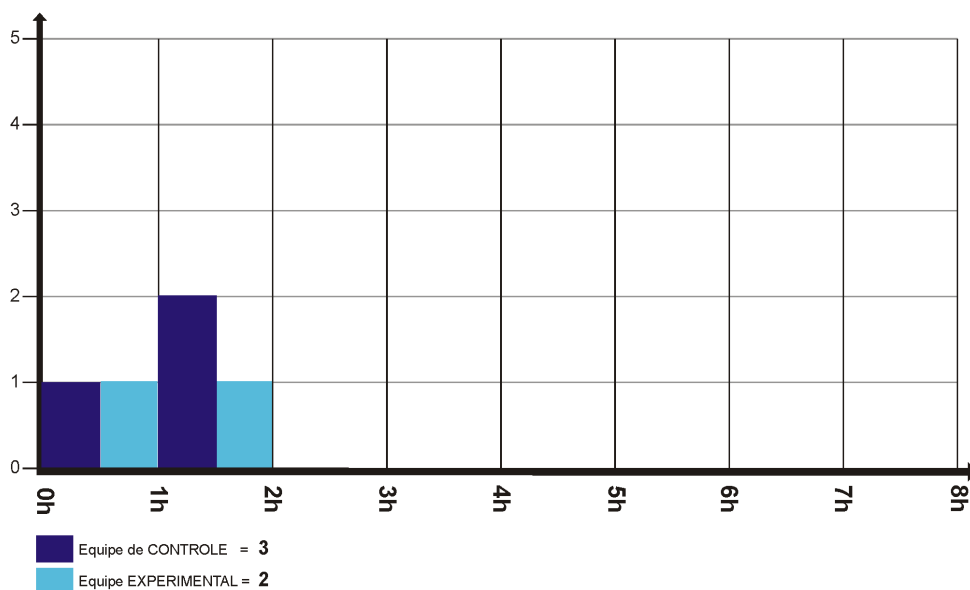
Ao analisarmos o gráfico comparativo (Gráfico 136), verificamos que não existe uma diferença expressiva no aspecto quantitativo da subdivisão de problemas em subproblemas entre as equipes (3 a 2 em favor da equipe de controle). Contudo, vale ressaltar, que embora não exista uma divisão formal do subgrupo de interface/gráfico/sistema da equipe experimental, na prática as atividades eram hora divididas, hora compartilhadas, o que poderia apontar para uma nova divisão e um empate (3 a 3) nesse indicador. Divisão de problemas em subproblemas entre equipes.

Gráfico 137 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes.



Percebemos pelo equilíbrio do resultado que a situação de pressão do tempo (8h de desafio) levou a equipe de controle a adota uma divisão de tarefas semelhante a da equipe experimental, que utiliza uma metodologia que já propunha isso em sua estrutura. Sendo assim, acreditamos que essa estrutura de subdivisão seja acertada uma vez que ela foi naturalmente adotada também pela equipe de controle, em ambos os desafios.

Gráfico 138 – Estatística das atividades de divisão de problema no PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)

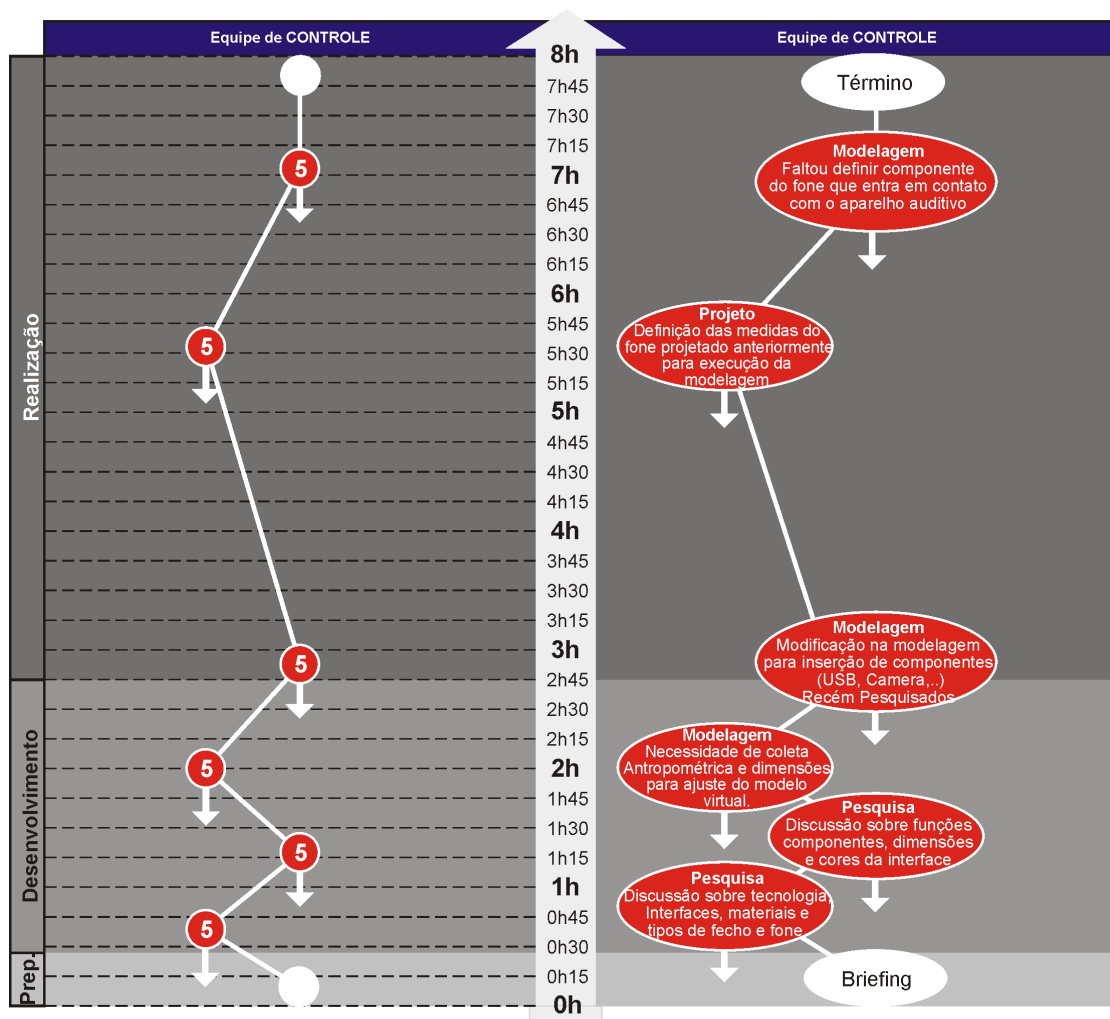


Nesse sentido,, entendemos que a pressão do tempo induz as equipes a pensar em estratégias e essa estratégia naturalmente seguiu pelas duas equipes para a divisão de componentes, membros e atividades. Contudo, a metodologia proposta, ao considerar em sua filosofia a necessidade atual da pressão de tempo, já incorporou essa demanda com orientações metodológica de como proceder essa divisão. Esse aspecto contribuiu para uma divisão mais adequada.

5 Indicador da continuidade do fluxo de atividade no PDP.

Ao identificarmos as incidências de retrocessos durante a atividade projetual das equipes, buscamos compreender as lacunas de conhecimento, ações ou tomadas de decisão que ocorreram em etapas anteriores e qual a influencia da metodologia nesses eventos.

Gráfico 139 – Fluxograma de continuidade do PDP desenvolvido da equipe de controle.



Ao analisarmos o Gráfico 139 da equipe de controle, verificamos os retrocessos e apontamos como eles influenciaram na continuidade do fluxo de atividades do grupo:

- Necessidade de ampliação de pesquisa. Após encerradas a fase de preparação da equipe e iniciada a geração de alternativas, surgem discussões sobre diversos aspectos que não haviam sido devidamente coletadas na pesquisa e precisavam ser complementadas;
- Necessidade de modificação dos desenhos. Discussão sobre funções, dimensões, quantidade de botões e cores, após já terem iniciado os primeiros desenhos do produto;
- Ajuste das dimensões da modelagem virtual 3D. Integrante que estava desenvolvendo a modelagem 3D retorna a sala de reunião para coletar

medidas do pulso de outro integrante do grupo para alterar as medidas do que ele já havia sido iniciado no Solidworks.

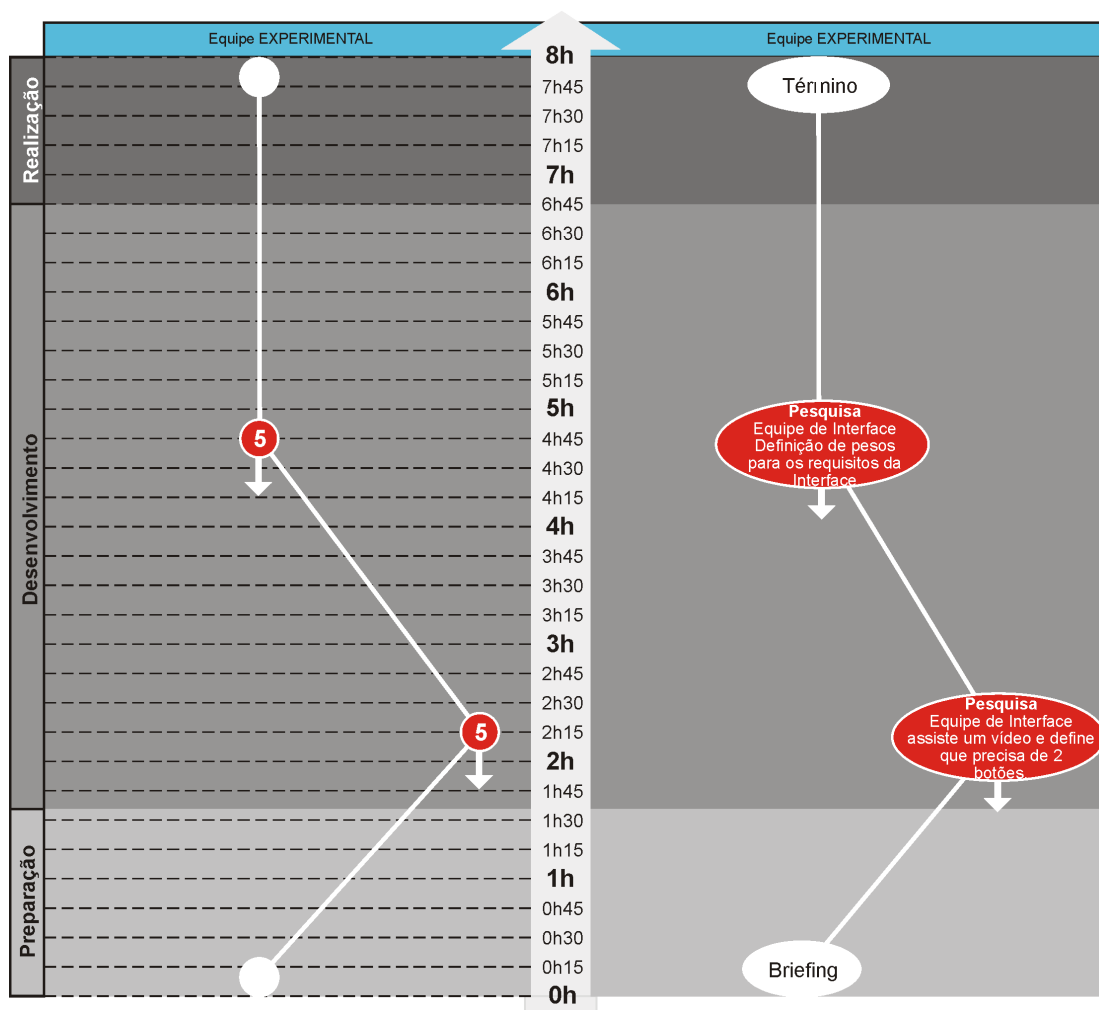
(d) Necessidade de ajuste na modelagem virtual 3D: componente que estava realizando a pesquisa das especificações (sala 02), vai à sala de modelagem (sala 03) para solicitar ajustes na modelagem. Essas deveriam ser realizadas para incorporar a entrada USB, primeiramente no corpo do relógio, posteriormente na ponta da pulseira.

(e) Ajuste no desenho. Necessidade de definição das medidas do fone desenhado anteriormente;

(f) Ajuste na Modelagem. Necessidade de dimensionamento antropométrico para ajuste da forma e das dimensões da modelagem virtual 3D;

Ao analisarmos os itens anteriores, verificamos que alguns possuem relação direta com a metodologia de projeto. Muitas atividades foram iniciadas antes que outras tivessem sido concluídas, como por exemplo: (a) início da geração de alternativas sem aprofundamento na pesquisa e definição de requerimentos projetuais e (b) início da prototipagem virtual 3D, antes do fechamento dos desenhos medidas, especificação e componentes;

Gráfico 141 – Fluxograma de continuidade do PDP desenvolvido da equipe experimental.

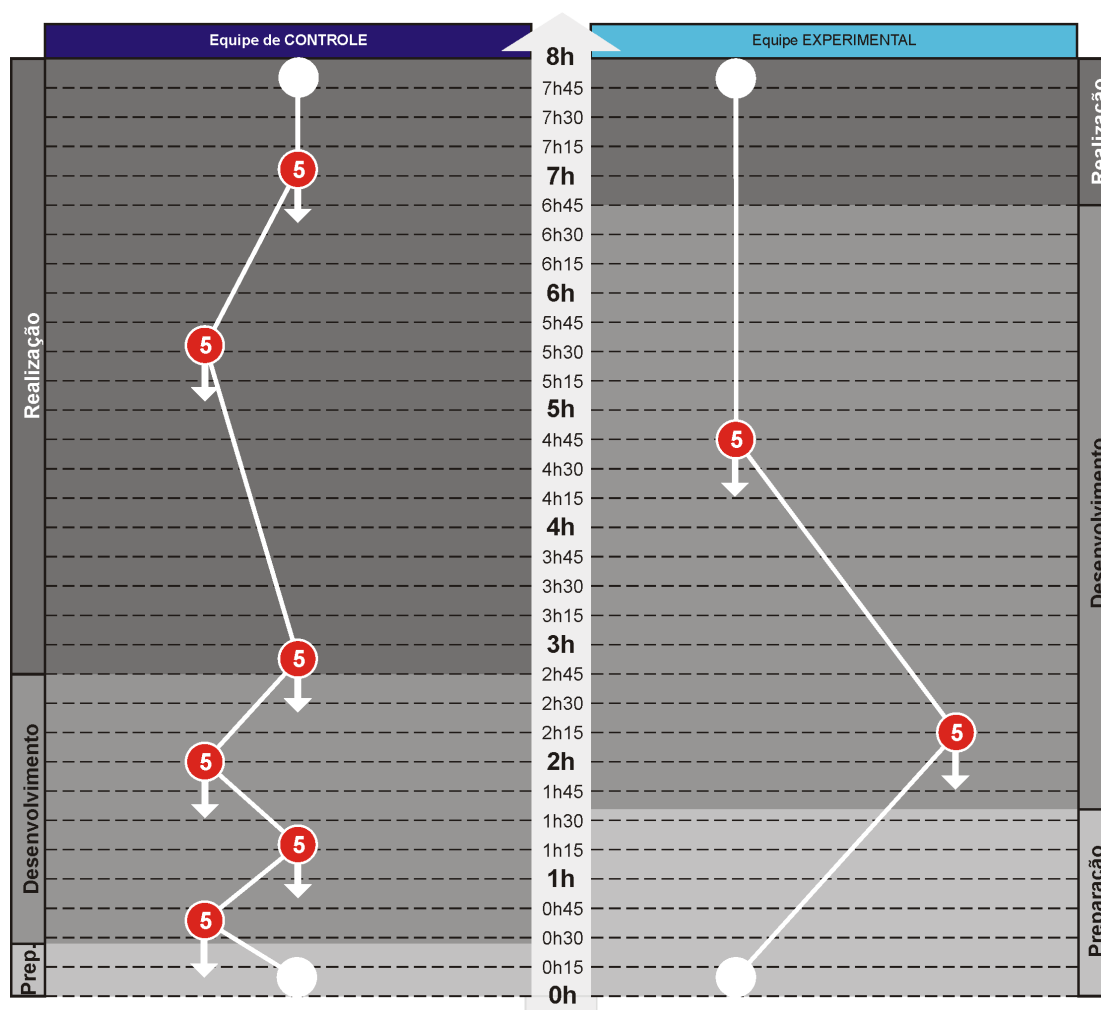


Na equipe experimental também registramos ocorrências de retomadas no processo de design. Contudo, elas ocorrem em um número bem menor, inclusive se comparadas ao desafio piloto, e ocorrem apenas durante a fase de desenvolvimento. As retomadas do grupo experimental são:

- (a) Novas demandas após iniciada a fase de desenvolvimento: Com a continuidade da pesquisa durante a fase de desenvolvimento, surgem novas demandas como: a necessidade do produto conter dois botões para interface após apreciação de um vídeo de uma interface de produto similar:
- (b) Definição de pesos para avaliação da interface. Necessidade de retomada para definição de pesos para os requisitos da interface que não haviam sido definidos no início do processo (fase de preparação)

Ao compararmos os dados (Gráfico 140) evidenciamos que a aplicação da metodologia de design no desenvolvimento de projeto, contribui para sistematização e para uma estruturação necessária para o avanço adequado do processo, reduzindo os retrocessos. Nesse caso, a utilização de portões (Gates) e de ferramentas de controle, com avaliação de resultados e metas, se torna um importante aliado para um fluxo mais contínuo do projeto.

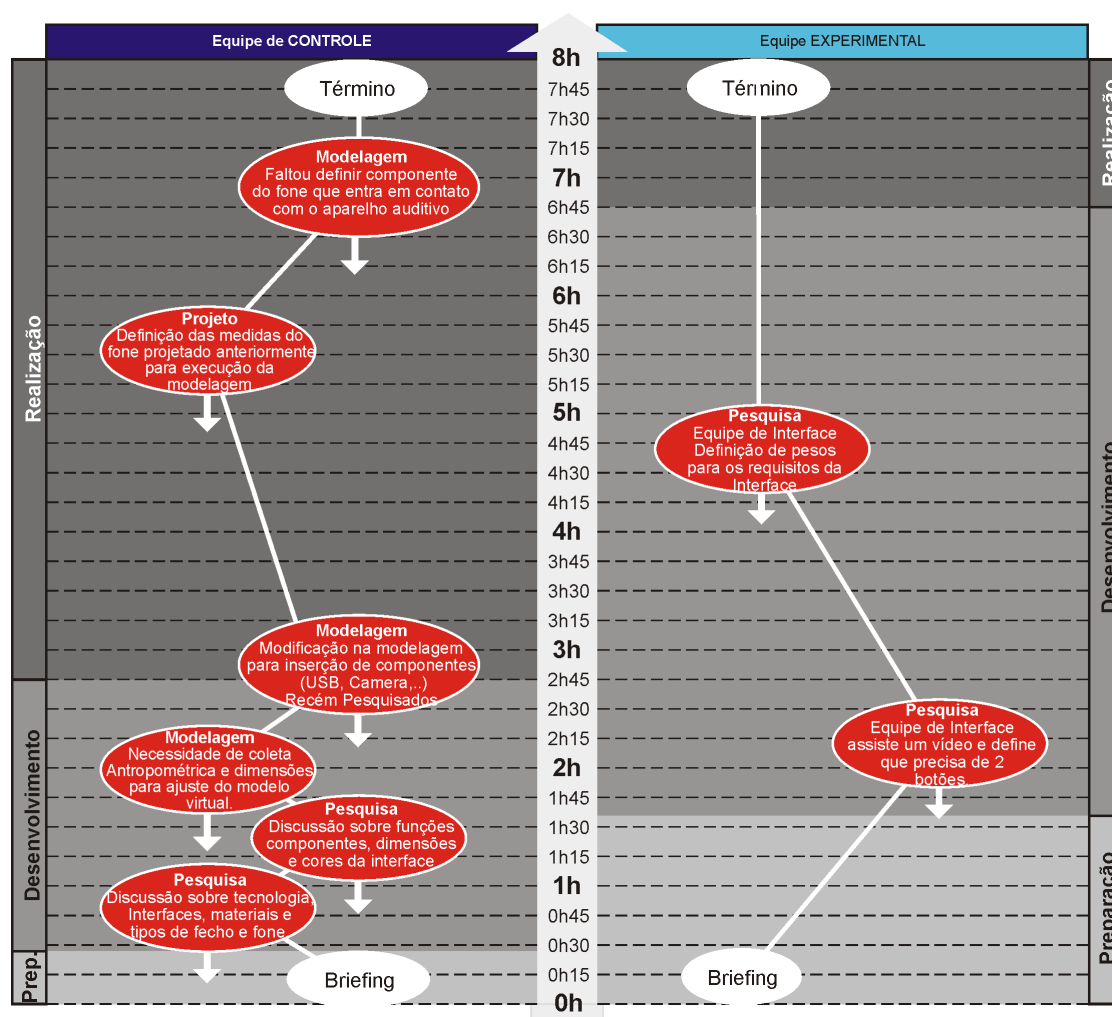
Gráfico 141 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Analisando os dados, verificamos que a equipe de controle, mesmo tendo uma estratégia interessante de integração entre as fases, ao antecipar o processo de modelagem virtual 3D, comete uma falha importante de procedimento metodológico, por não ter os elementos bases definidos para o início do modelo. Seria necessário ter antecipadamente a definição completa da forma, das dimensões, os resultados das avaliações de usabilidade e

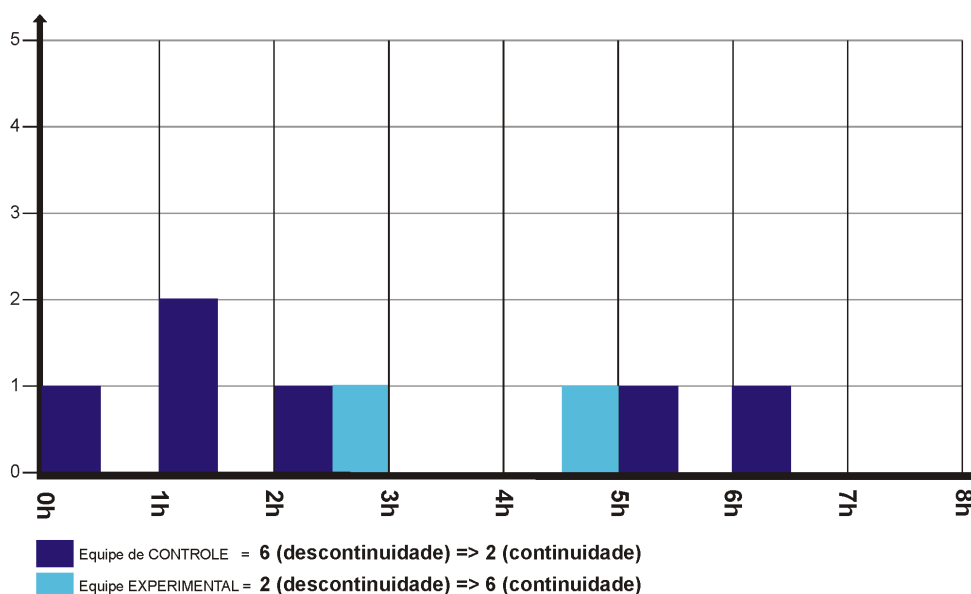
funcionalidade das alternativas desenhadas para evitar retrabalhos. Considerando ainda que não haveria tempo suficiente para testes com a impressão 3D desses protótipos virtuais que estavam sendo produzidos.

Gráfico 142 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Ao analisarmos o gráfico estatístico (Gráfico 143), constatamos uma diferença expressiva na continuidade do processo em favor da equipe experimental (6 a 2). Acreditamos que essa diferença tenha sido fundamentalmente gerada pela sistematização do processo de design, através da aplicação adequada da metodologia proposta. Essa propõe avaliações sistematizadas através do uso de planilhas de acompanhamento que facilitam a gestão e a tomada de decisões, reduzindo os erros e retomadas;

Gráfico 143 – Estatística de atividades de continuidade do PDP desenvolvido pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



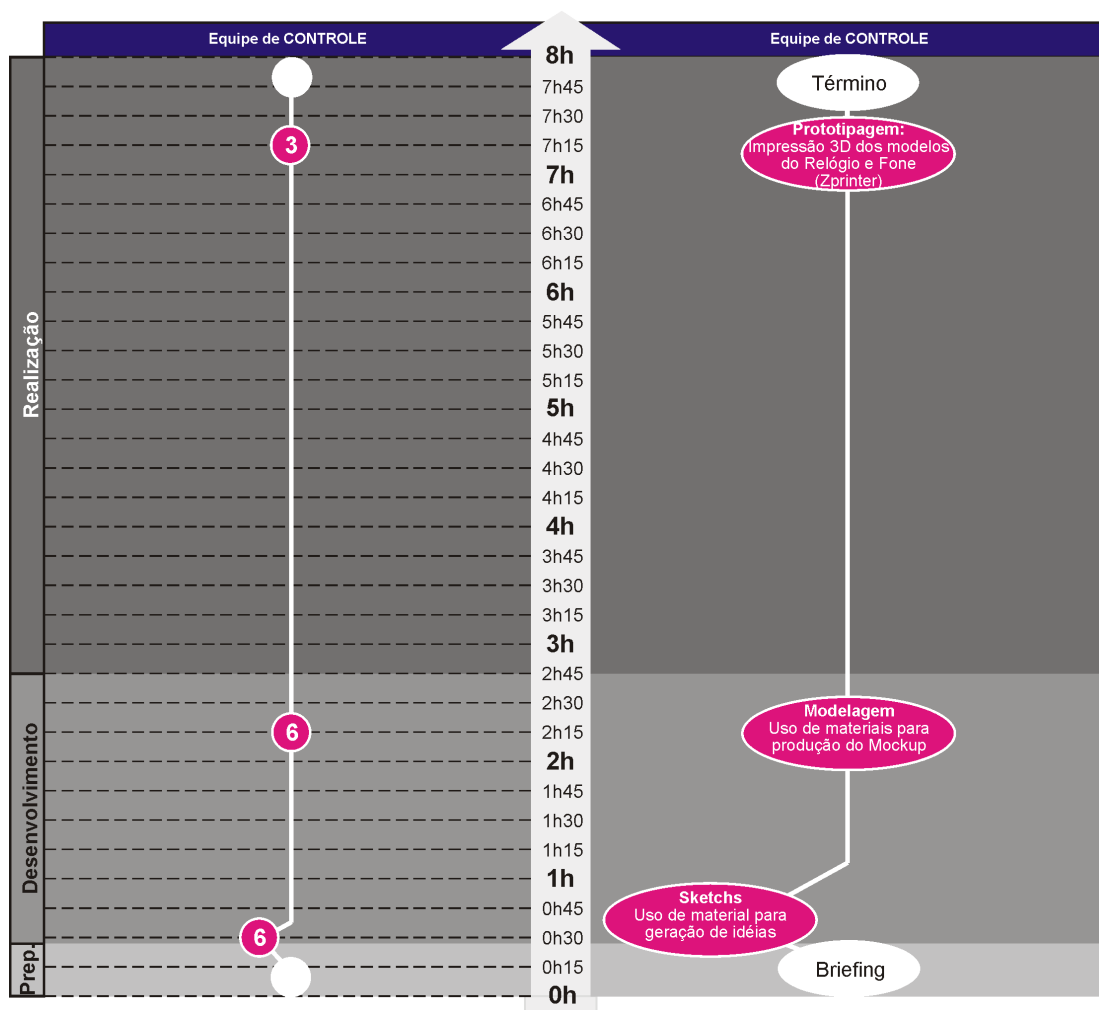
6 Indicador dos custos no PDP

Esse indicador verifica a eficiência da gestão dos recursos financeiros e uso de materiais e serviços ao longo do processo de design, levando em consideração a relação custo benefício e a premissa da necessidade de investir menos recursos quando as incertezas são maiores, ou seja, só devemos aumentar os gastos à medida que o processo de design avança.

Analisando as estratégias de projetos utilizadas pelas equipes e a relação dos custos com outros indicadores como: tempo e qualidade, por exemplo, podemos ter uma ferramenta importante para compreensão da relação de custo benefício de cada ação.

Verificamos também o momento de uso das novas tecnologias de impressão 3D em máquinas de prototipagem rápida, uma vez que, considerando o custo elevado dessa nova tecnologia, é necessário termos uma boa estratégia para sua utilização, inclusive de forma mista com tecnologias tradicionais.

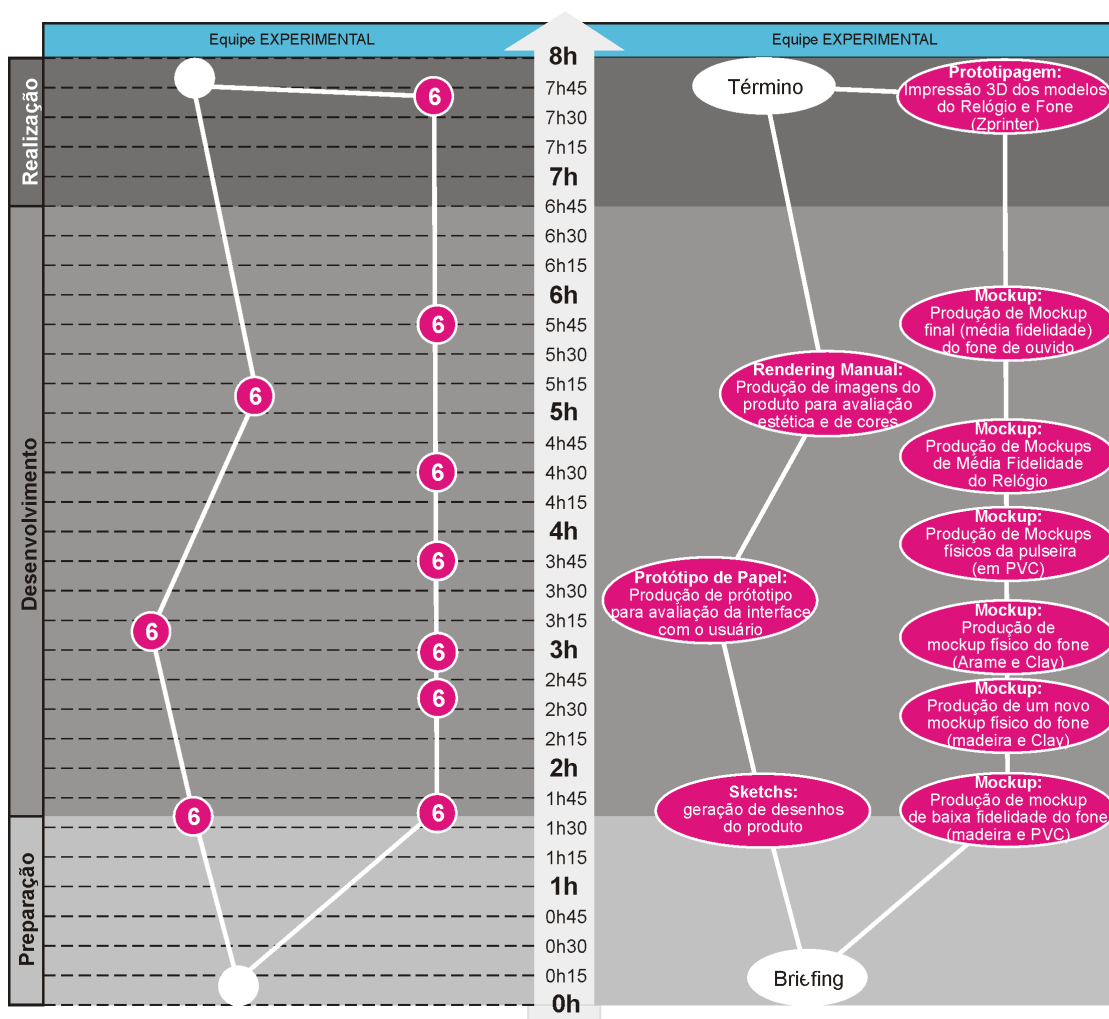
Gráfico 145 – Fluxograma de custos do PDP desenvolvido da equipe de controle.



No gráfico 144, observamos no início e na metade do processo da equipe de controle, gastos pequenos com uso de material de desenho e com a produção de um *mockup* dimensional em arame. No final, com um custo bem mais elevado, observamos a impressão 3D do fone e do relógio na impressora tridimensional Zcorps 3D Printer.

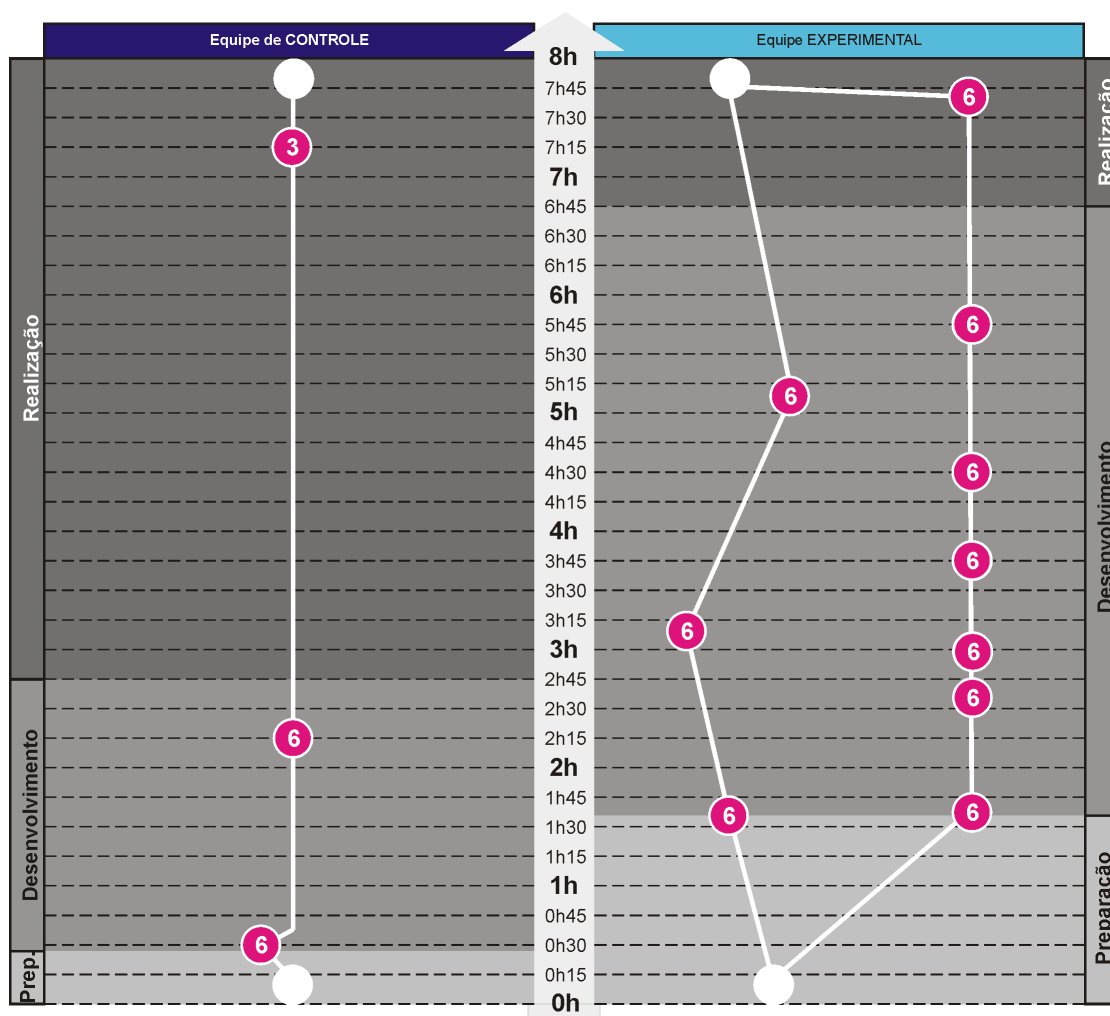
É importante resaltar que nesse levantamento não foram considerados os gastos com: uso do espaço, de equipamentos como: computadores e softwares. Pela dificuldade de estabelecer um calculo preciso.

Gráfico 145 – Fluxograma de custos do PDP desenvolvido da equipe experimental.



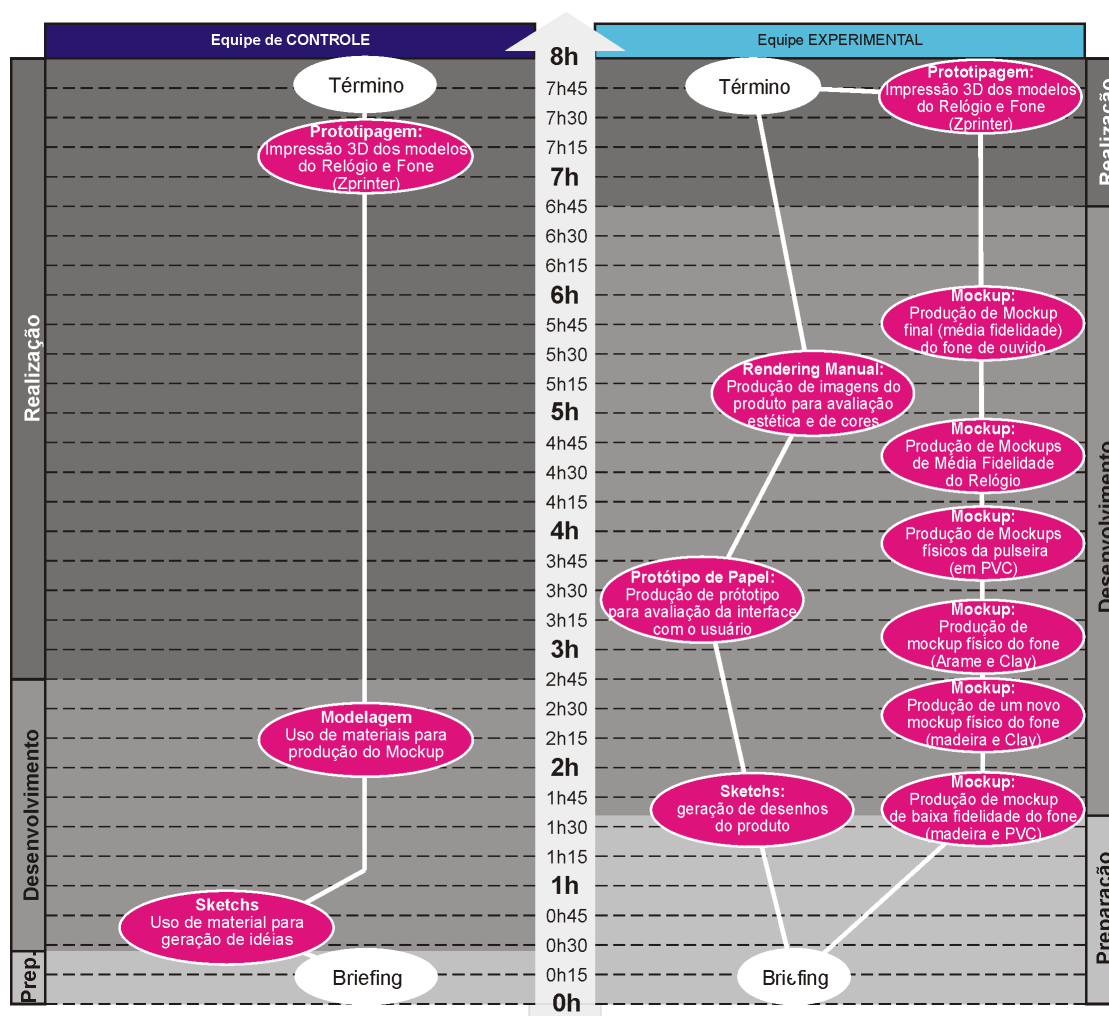
Na equipe experimental os gastos seguem no mesmo caminho. No início do processo verificamos gastos menores com elaboração de *sketches*, protótipos de papel e *mockups* de baixa fidelidade, na metade do processo novos *mockups* de média fidelidade e ao final, um novo *mockup* do fone de baixo custo (média fidelidade) e uma impressão 3D do protótipo virtual elaborado do relógio de custo mais elevado (Gráfico 145).

Gráfico 146 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Na análise comparativa das equipes, temos a mesma constatação do desafio piloto, ambas as equipes se utilizam de estratégias adequadas para esse indicador. Iniciam com gastos menores e aumentam gradativamente com o avanço do processo, momento em que as incertezas são menores, logo se torna mais seguro e adequado o emprego de um valor maior em recursos.

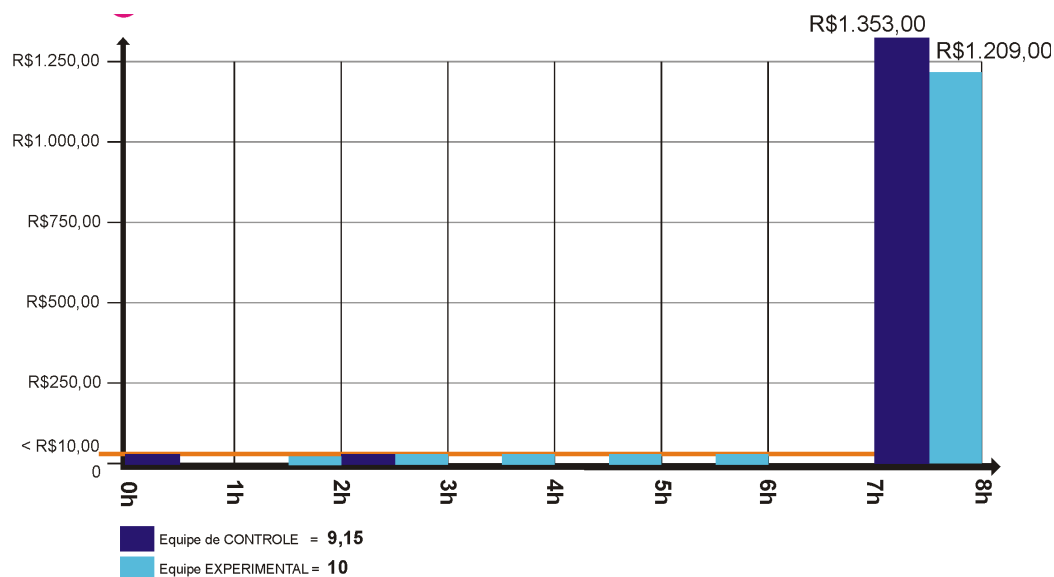
Gráfico 147 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Contudo, embora exista um equilíbrio de gastos entre as equipes, levemente favorável a equipe experimental (Gráfico 148), podemos afirmar que a relação custo benefício da equipe experimental se mostra mais eficiente, uma vez que ela consegue gerar um número maior de testes, gerando uma quantidade maior de avaliações, que naturalmente geram uma maior redução de incertezas no processo antes da impressão final em 3D.

Em oposição, a equipe de controle parte para uma impressão 3D, sem ter realizado nenhum teste de avaliação de usabilidade e funcionalidade da alternativa final desenvolvida. Isso aumenta muito os riscos de insucesso e necessidade de retomadas que resultariam em custos bem maiores.

Gráfico 149 – Estatística dos custos desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental (fonte: Autor)

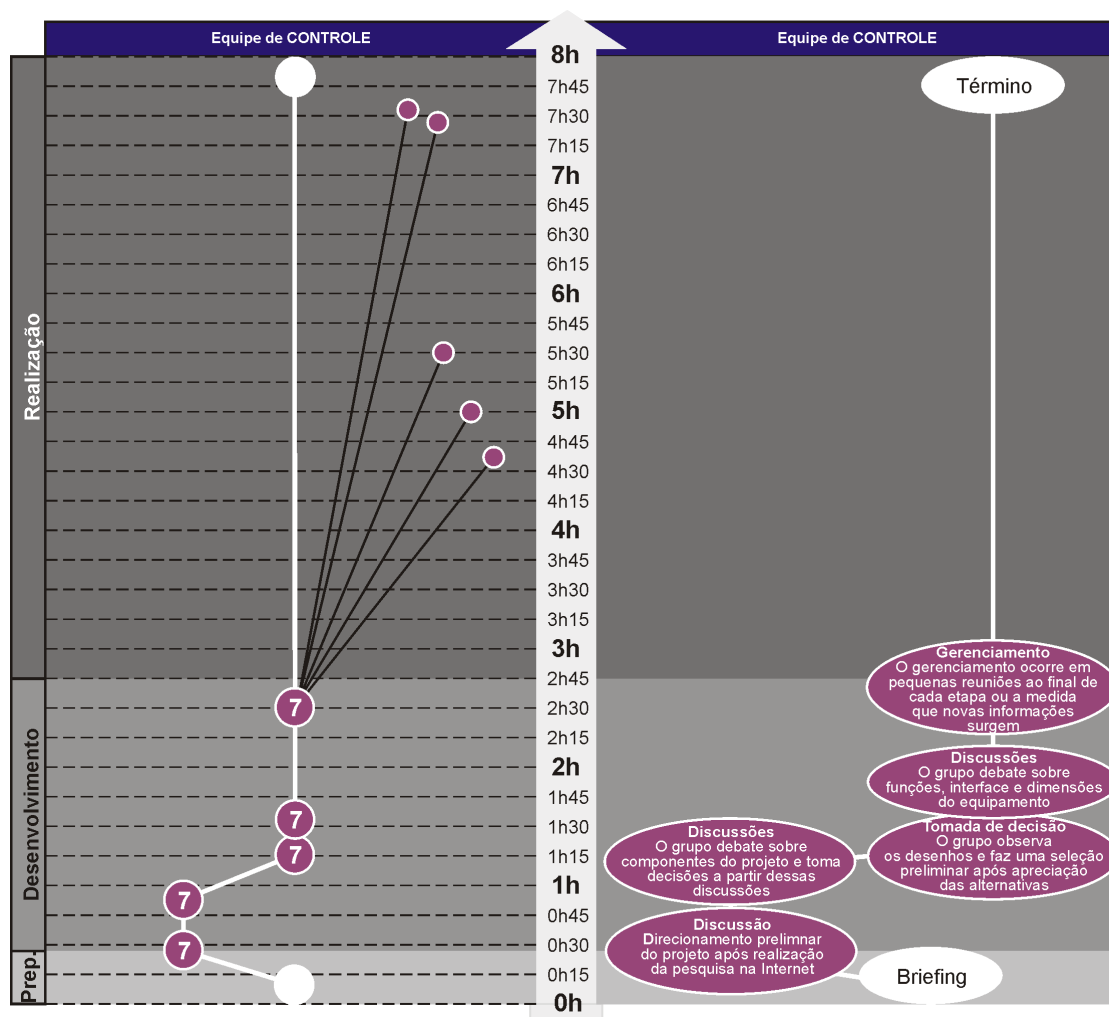


Sendo assim, como resultado da análise deste indicador, temos: embora os gastos tenham equilibrados entre as equipes, houve a produção de um número maior de *mockups* ao longo do processo pela equipe experimental. Esses criam novamente uma relação de custo benefício favorável a essa equipe.

7 Indicador da qualidade de comunicação, gestão de informação e tomada de decisões

Com esse indicador buscamos avaliar a qualidade da comunicação e gestão da informação dentro do PDP. O objetivo é observar aspectos que facilitam a comunicação entre os diversos atores do processo de design e dentro da equipe, o gerenciamento de informações das pesquisas e avaliações e a qualidade do processo de tomada de decisões.

Gráfico 149 – Fluxograma das atividades de comunicação no PDP desenvolvido da equipe de controle.



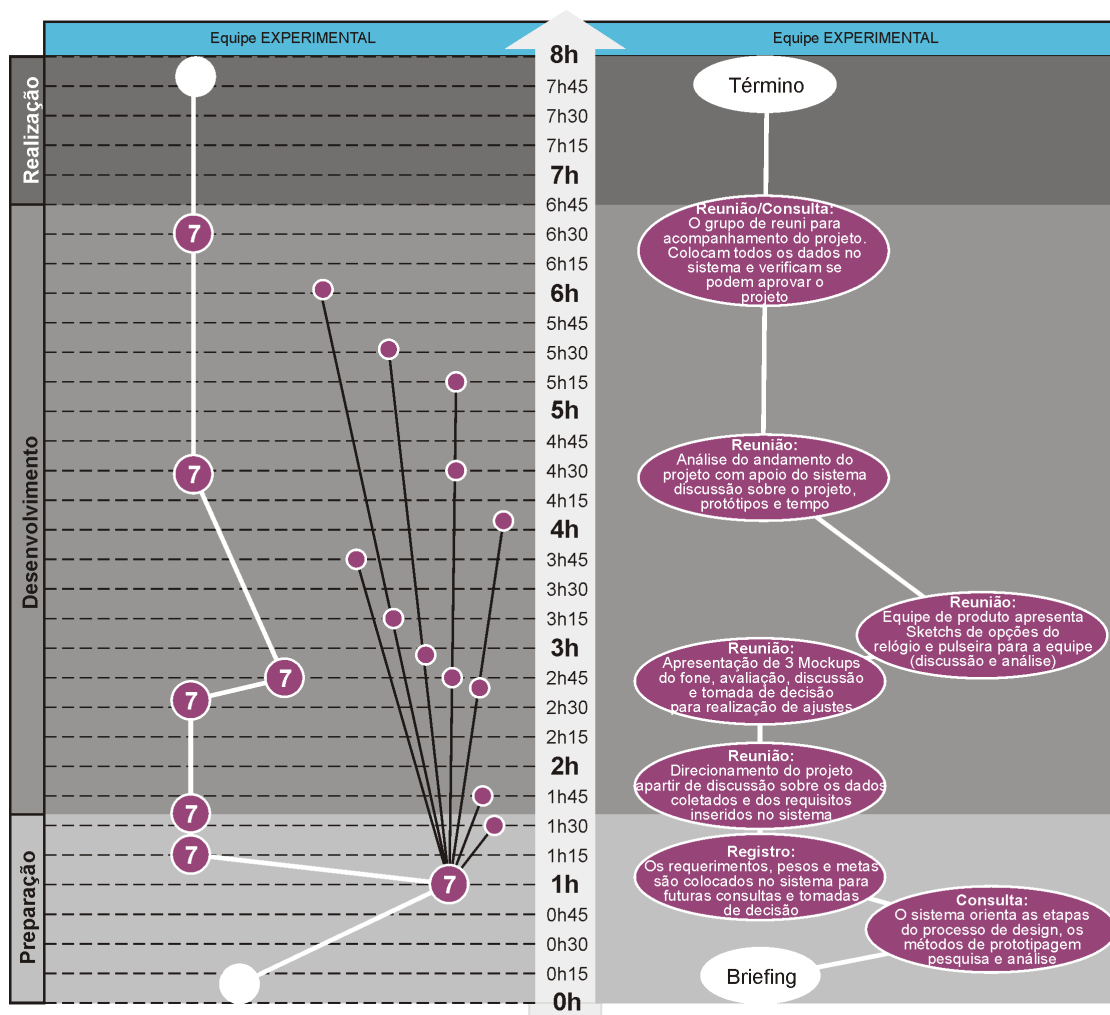
No Gráfico 149 destacamos os aspectos relacionados a esse indicador observados na equipe de controle:

- Realização de pesquisa para o melhor embasamento e direcionamento do projeto. Contudo, o tempo reduzido da pesquisa acaba por fragilizar a pesquisa.
- Reunião para Tomada de Decisões. O grupo utiliza os elementos pesquisados para promover uma discussão e tomada de decisões sobre os primeiros desenhos desenvolvidos. Contudo, as decisões são tomadas sem uso de ferramentas, métodos e com análise baseada apenas nos *sketches*.
- Reunião para debate de aspectos do produto: A equipe discute aspectos do projeto observando os desenhos realizados. Contudo, a superficialidade

da pesquisa inicial torna as discussões superficiais sobre: as funções, tecnologias, componentes e interface.

(c) Reuniões de acompanhamento, discussão e aprovação. O grupo realiza reuniões intercaladas e não sistematizadas para acompanhamento da produção do protótipo virtual e *rendering* (sala 3) e da produção da interface e da apresentação (sala 2). Elas ocorrem à medida que uma etapa é concluída ou à medida que dúvidas ou novos dados surgem.

Gráfico 150 – Fluxograma das atividades de comunicação no PDP desenvolvido da equipe experimental



Na equipe experimental, observamos que utilização da metodologia, do aplicativo e da planilha de acompanhamento (Anexo VII), apresentaram um impacto positivo na comunicação, gestão da informação e tomada de decisão

ao longo do desafio. No Gráfico 150 destacamos os aspectos relacionados a esse indicador observados nessa equipe experimental:

(a) Uso do aplicativo da metodologia: O sistema novamente serviu como plataforma de orientação a equipe em relação às: fases de design, ao uso de protótipos e dos métodos de avaliação. O seu uso passa a ser sistemático, ao longo de todo processo de desenvolvimento do design;

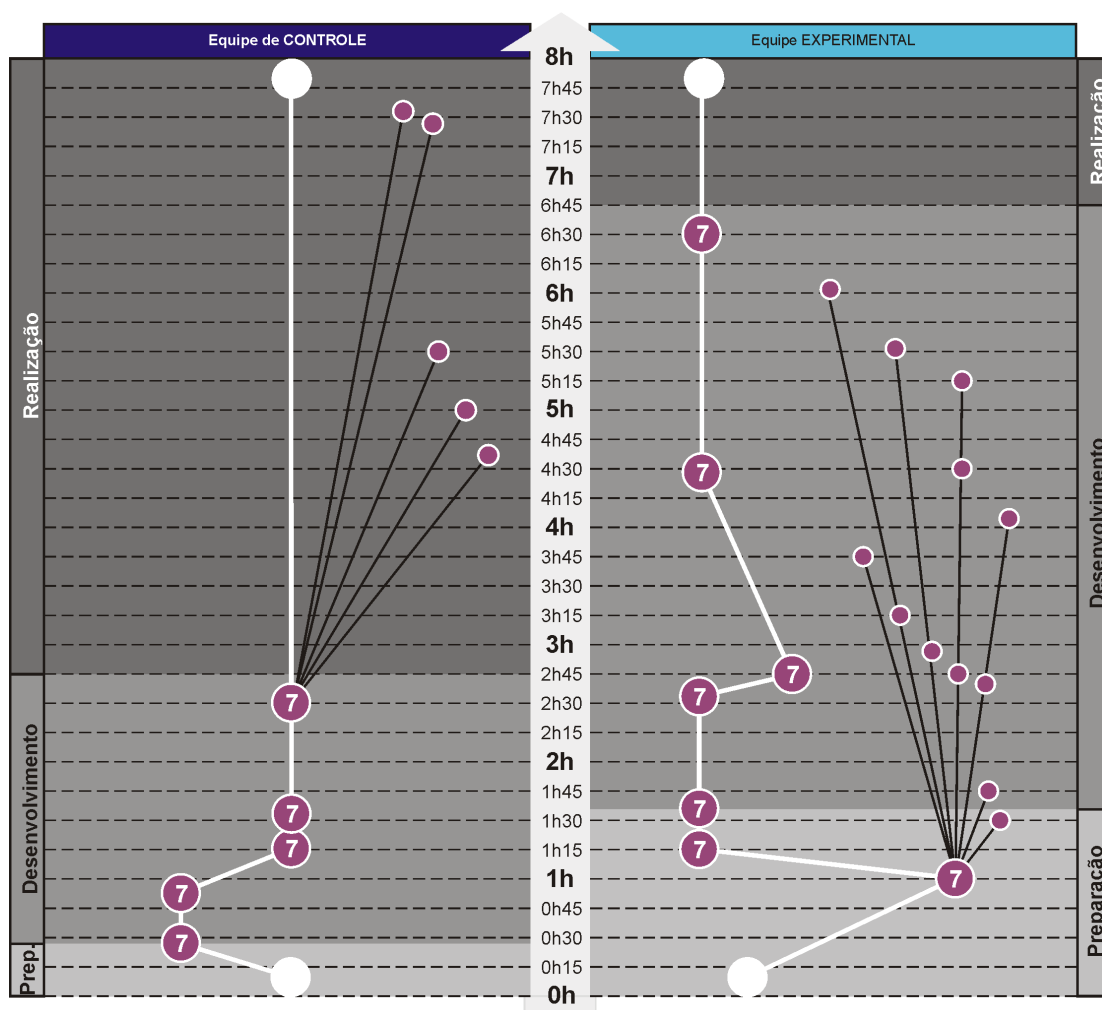
(b) Uso da planilha da metodologia: O registro dos requisitos, pesos e metas gera uma comunicação importante dentro do grupo e cria uma ferramenta de acompanhamento que facilitará todo o processo de gestão da informação;

(c) Reunião para fechamento dos requisitos, metas e pesos a partir dos primeiros dados coletados com a participação dos usuários. Esses dados registrados no sistema serviram de alicerce para o direcionamento do projeto e para a definição das atividades da equipe;

(d) Reunião para avaliação dos *mockups* produzidos para o fone de ouvido. Os protótipos passam a se comportar como mediadores de comunicação entre os membros da equipe e facilitador para estabelecimento de um senso comum para as discussões. A partir deles também foi possível planejar e avaliar o produto com a participação de usuários, facilitando o processo de tomada de decisões, com apoio da planilha;

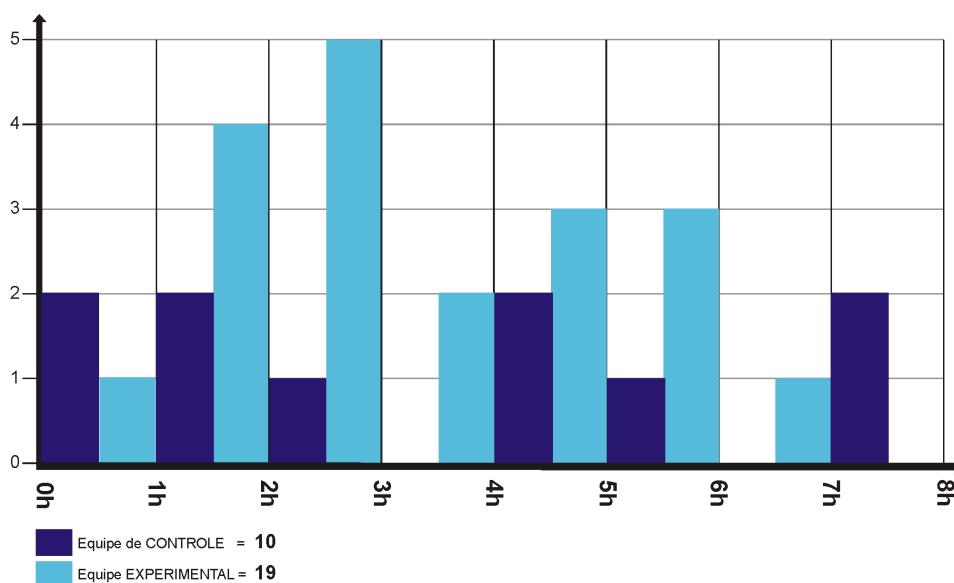
(f) Reunião final para verificação e aprovação da proposta final. Nessa reunião a equipe avalia o aplicativo para verificar a alternativa com maior pontuação, se existe segurança para uma tomada de decisão e realiza a escolha da alternativa final que passará para a fase de realização.

Gráfico 151 - Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Ao compararmos os gráficos das duas equipes (Gráfico 152), podemos verificar um equilíbrio no número de atividades (5 a 7). Contudo, considerando as repetições de atividades, verificamos um número de eventos bem maior no grupo experimental (19 a 10), principalmente pela presença de atividades de consulta ao sistema para orientação, registro e tomada de decisão.

Gráfico 152 – Estatística das atividades de comunicação no PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: Autor)



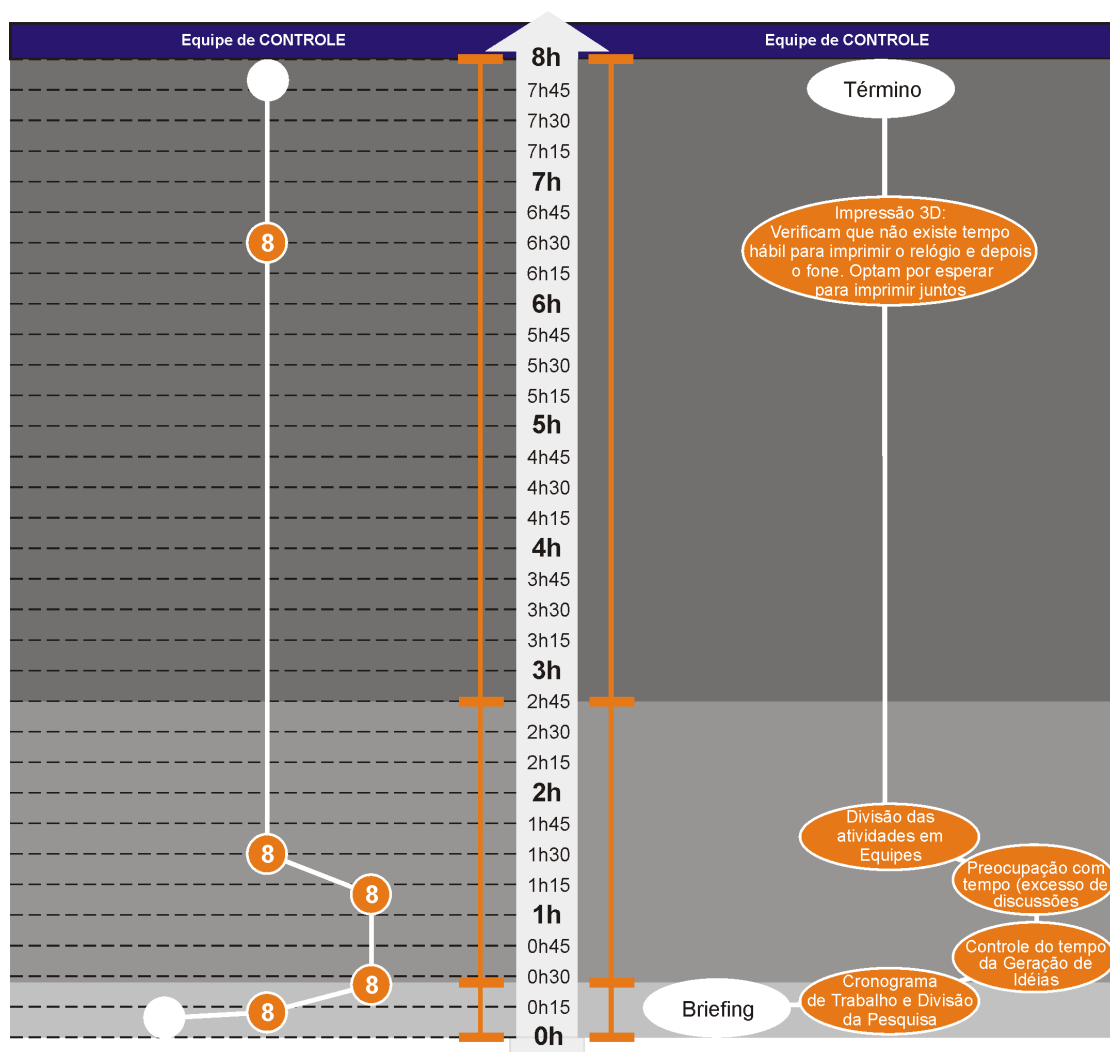
O gráfico estatístico (Gráfico 152) apresenta valores que indicam quantitativamente uma vantagem da incidência de eventos relacionados à comunicação, informação, gestão e tomada de decisão por parte do grupo experimental (19 a 10), diferença proporcionalmente menor que a registrada no desafio piloto (17 a 5), porém, ainda expressiva.

Isso se deve basicamente, ao maior uso de protótipos e a utilização de um sistema de orientação e de gerenciamento do projeto, formado pelo aplicativo e pela planilha de acompanhamento.

8 Indicador do tempo nas fases do PDP

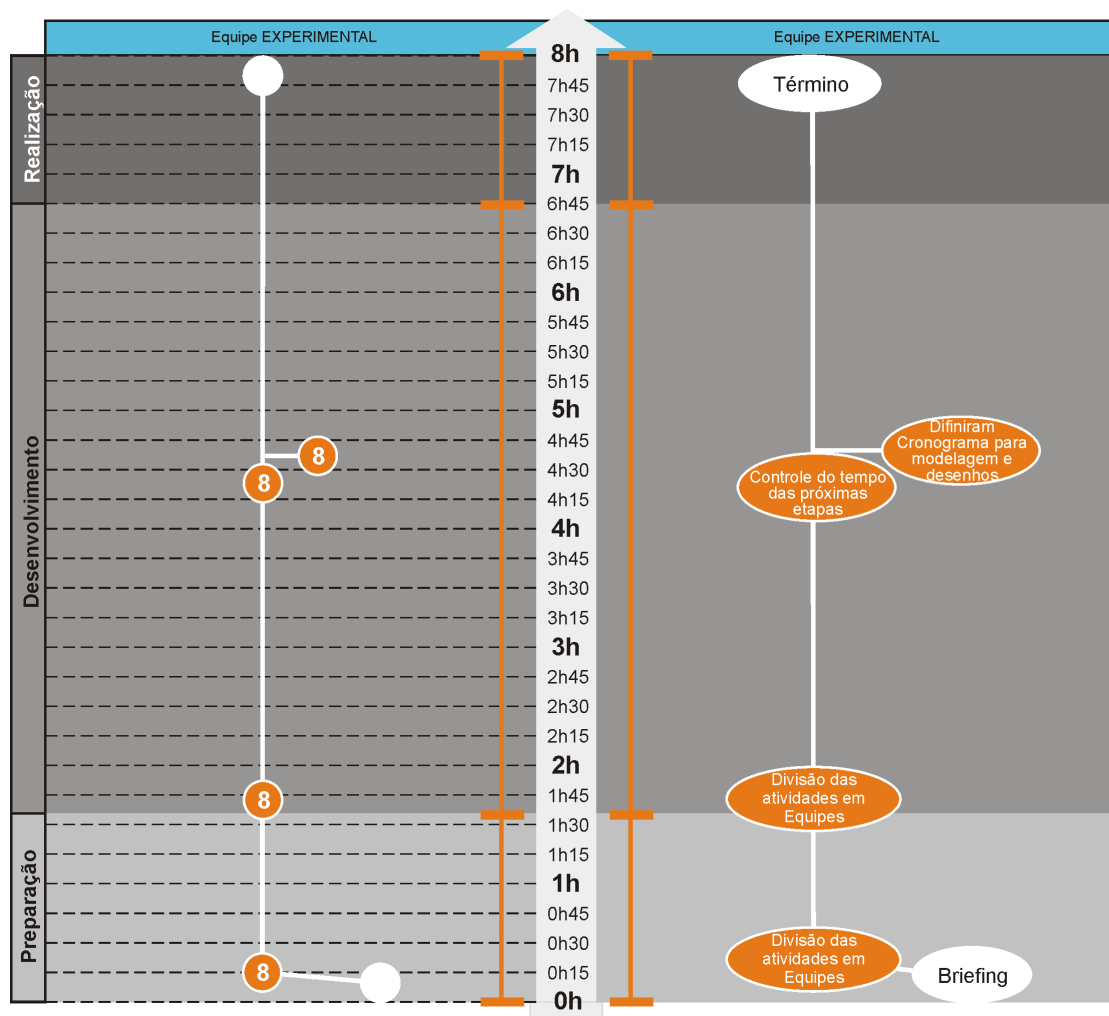
O desenvolvimento de produtos estabelece um diálogo entre a necessidade de reduzir o tempo projeto com a de diagnosticar corretamente do problema. Sendo assim, o equilíbrio da distribuição desse tempo ao longo das fases de design passa a ser um parâmetro de análise da eficiência do PDP.

Gráfico 153 – Fluxograma do tempo no PDP desenvolvido da equipe de controle.



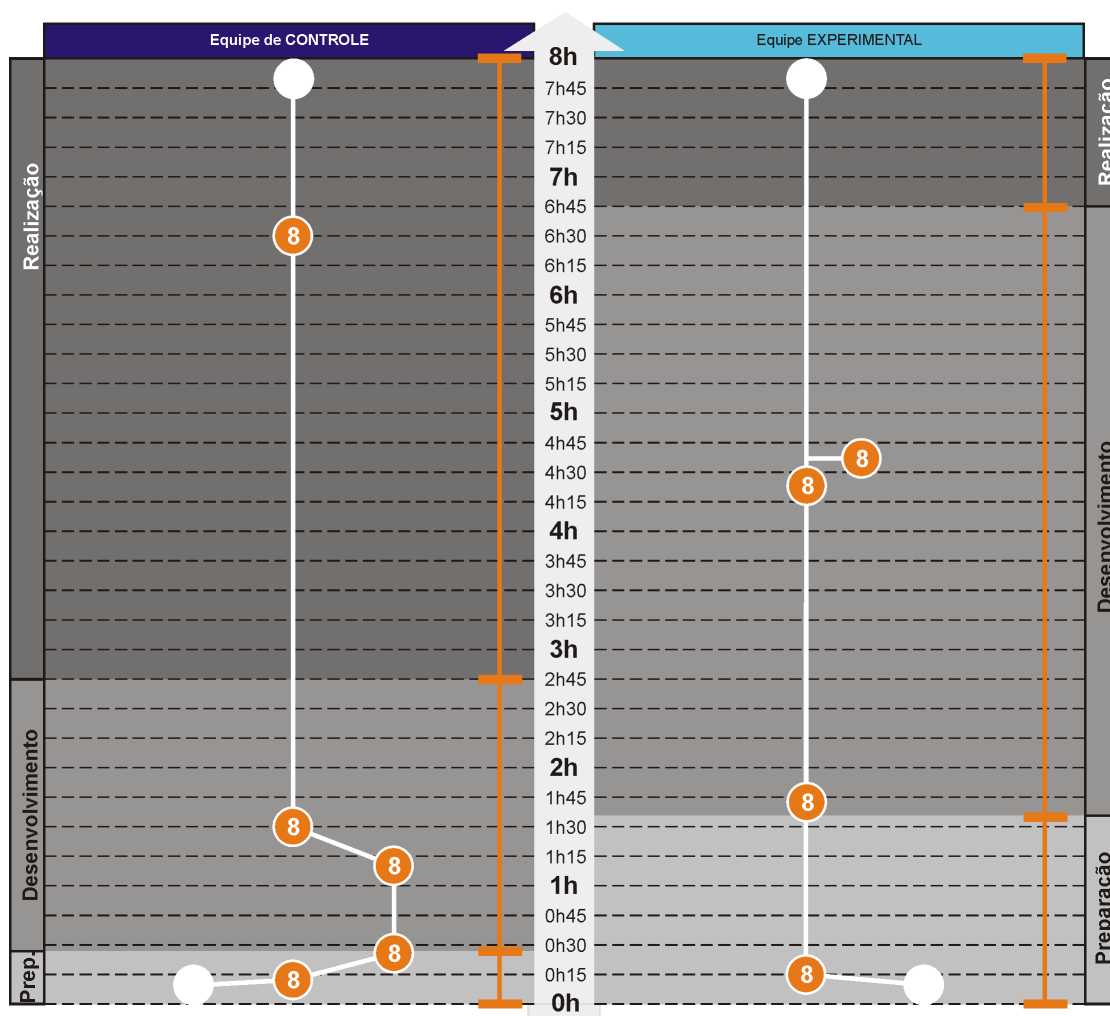
Ao analisarmos o Gráfico 153, verificamos que a equipe de controle, nesse segundo desafio reduz ainda mais o tempo dedicado a macrofase de preparação (5,9%), mantém estável o tempo de desenvolvimento (28,5%) e amplia ainda o tempo de realização do projeto (65,6%), ou seja, as atividades detalhamento, representação e prototipagem final. No primeiro desafio os números são respectivamente (18,8%, 22,9% e 58,3%). Ampliando ainda mais a importância da apresentação do produto em relação à pesquisa e ao desenvolvimento do produto.

Gráfico 154 – Fluxograma do tempo no PDP desenvolvido da equipe experimental.



No gerenciamento do tempo da equipe experimental (Gráfico 154), já é possível identificar um equilíbrio maior entre as mesmas três macrofases se comparado a equipe de controle (19,8%, 64,5% e 15,7%). Contudo, o tempo dedicado a fase de desenvolvimento, amplia o desequilíbrio em relação ao desafio piloto e as demais fase (de 47,9% para 64,5%). Isso se deve ao excesso de avaliações e a falta de compreensão da alternativa que havia obtido o melhor desempenho, somada a pouca experiência no uso da metodologia, do aplicativo e da planilha.

Gráfico 155 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.

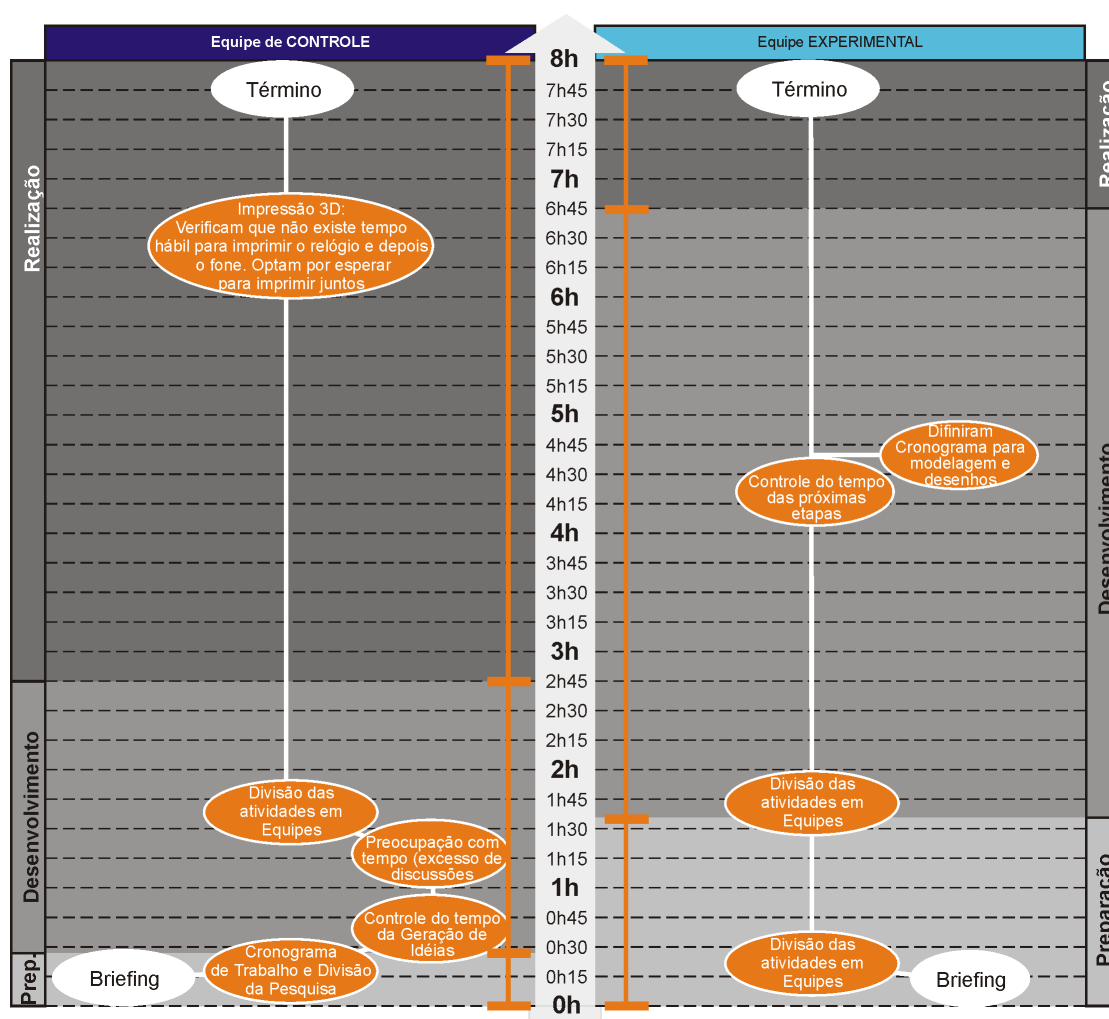


Ao analisarmos o gráfico comparativo verificamos que a equipe de controle demonstra uma grande preocupação com tempo, sem muitas ações práticas para gerenciá-lo, ao passo que a equipe experimental trabalha mais a questão do tempo através divisão das tarefas e tentativas de cronometragem das atividades.

Outro aspecto importante da equipe experimental em relação ao tempo é que ao utilizar o aplicativo, verificando fases, registrando requisitos, metas e pesos, acabam por perceber de forma mais precisa o andamento do projeto, e assim, acabam se preparando melhor para a tomada de decisão (portão de passagem de macrofase). Dessa forma, a equipe consegue ter uma visão mais ampla do processo e do controle do tempo nas fases.

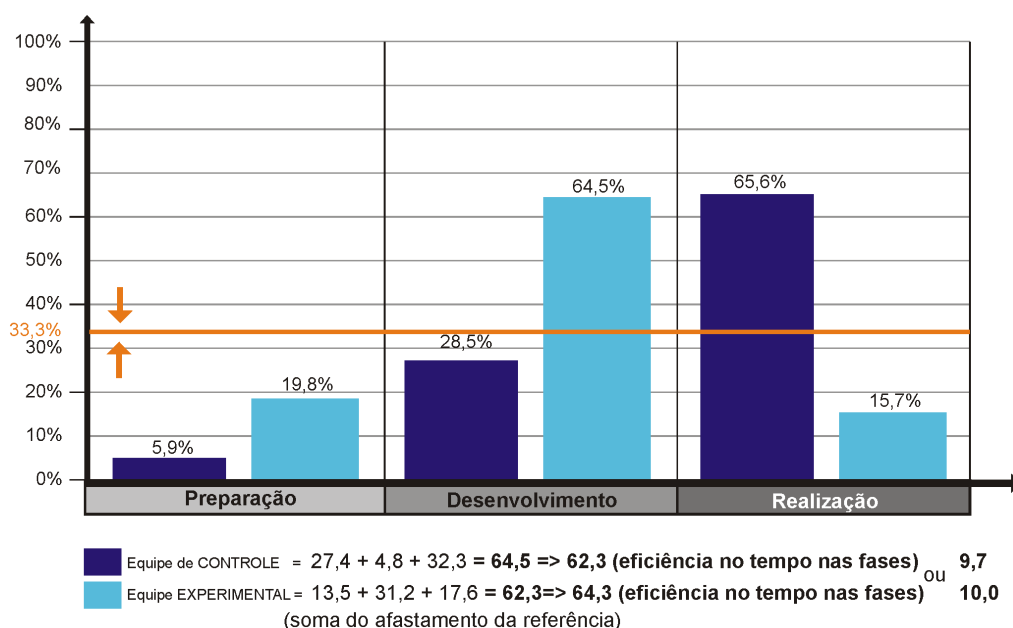
Mesmo assim, foi possível ver uma fragilidade causada pela ausência de uma liderança e de instrumentos mais eficazes de gerenciamento desse tempo na metodologia.

Gráfico 156 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes: experimental e de controle.



Ao observarmos o Gráfico 157, verificamos uma distribuição do tempo média semelhante entre a equipe experimental e a equipe de controle nas macrofases (usando a referência do equilíbrio da macrofases, 33,3%). Assim o distanciamento dos tempos nas três macrofase (preparação, desenvolvimento e realização), em relação à média, ficou na equipe experimental em: 13,5%, 31,2% e 17,6% respectivamente e na equipe de controle em: 27,4%, 4,8% e 32,3%. Isso tornou a diferença total da eficiência dos tempos entre as equipes (na base 10) em 10 a 9,7, ou seja, uma diferença pequena em favor da equipe experimental (0,3 apenas).

Gráfico 157 – Estatística do tempo no PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



Esses dados revelam que não houveram dados ou diferenças expressivas que apresentem uma maior eficiência da metodologia experimental na gestão do tempo do processo de design nesse segundo experimento.

9 Indicador da qualidade e viabilidade do produto

Para avaliação desse indicador no experimento final também foi utilizado o mesmo protocolo de avaliação do experimento piloto, composto de: (1) *Briefing* do projeto (2) uma apresentação com imagens da geração e *renderings* do produto gerado por cada equipe; (3) Disponibilização dos protótipos construídos e (4) uma ficha de avaliação do projeto com nove quesitos, três para cada grupo avaliativo de usabilidade, funcionalidade e estética do produto (anexo VIII).

Foram submetidos ao protocolo de avaliação cinco especialistas, professores do curso de design da UNESP e da UFPE, e cinco usuários, alunos das referidas universidades, adequados ao perfil do *briefing* projetual.

Tabela 91 – notas das avaliações dos projetos da equipe experimental e de controle (fonte: autor).

Critérios de Avaliação	grupo	Avaliação (Especialista)						Avaliação (Usuário)					
		E1	E2	E3	E4	E5	MD	U1	U2	U3	U4	U5	MD
Relação: Recursos x forma x função	Controle	10	8	9	7	10	8,8	9	10	10	10	8	9,4
	Experim.	8	6	6	9	9	7,6	8	9	8	9	7	8,2
Inovação e viabilidade do produto para empresa, produção e para o mercado	Controle	10	8	10	7	10	9	9,5	9	9	10	10	9,5
	Experim.	8	6	6	9	9	7,6	9,5	9	9	9	6	8,5
Funcionalidade geral do produto e da proposta de Interface Gráfica	Controle	10	8	9	9	10	9,2	9	10	10	10	10	9,8
	Experim.	7	4	7	7	7	6,4	8	8	9	10	6	8,2
Adequação do produto as medidas do corpo e às proporções humanas	Controle	10	8	8	9	10	9	9	10	9	10	8	9,2
	Experim.	8	5	6	7	9	7	9	10	9	10	5	8,6
Interface homem x Artefato (Produto, Gráfico e Digital)	Controle	10	8	9	9	10	9,2	8,5	9	9	10	9	9,1
	Experim.	8	4	6	7	7	6,4	8	8	9	9	7	8,2
Considerações do usuários e Usabilidade geral do produto	Controle	9	9	9	7	10	8,8	8,5	9	10	9	9	9,1
	Experim.	7	4	6	9	8	6,8	8	8	10	10	7	8,6
Qualidade estético-formal (geral)	Controle	9	9	10	6	10	8,8	9,5	10	9	10	10	9,7
	Experim.	9	6	5	9	8	7,4	7,5	8	9	9	6	7,9
Qualidade Estética da proposta da Interface gráfica e digital	Controle	10	6	10	7	10	8,6	9	10	8	10	10	9,4
	Experim.	8	5	8	9	7	7,4	7,5	8	8	9	5	7,5
Qualidade geral da combinação de cores, materiais, textos e acabamentos	Controle	10	9	9	7	10	9	9,5	9	10	10	10	9,7
	Experim.	10	6	6	9	8	7,8	7,5	9	8	10	8	8,5
		Média Geral Especialistas		Controle	8,9	Média Geral Usuários		Controle	9,4				
				Experim.	7,1			Experim.	8,2				
		Avaliação média geral (Especialistas e Usuários)						Controle	9,1				
								Experim.	7,7				

Os resultados apresentam que a equipe de controle obtém uma avaliação de qualidade e viabilidade superior à equipe experimental tanto na percepção dos especialistas (20,2%) quanto na dos usuários (9,8%), fazendo com que ele no geral seja considerado 15,3% melhor avaliado nesse indicador.

Acreditamos que o resultado apresentado tenha influencia de dois aspectos principais: (1) A equipe de controle investe a maior parte do tempo do processo de design no detalhamento, aprimoramento estético (cores, *renderings* e ilustrações) e preparação da apresentação para uma alternativa do produto, ao passo que a equipe experimental investe um maior tempo nos ciclos iterativos, avaliações com usuários, sobre a usabilidade e

funcionalidade para seleção das melhores alternativas. Isso possibilita a equipe de controle dedicar um maior tempo para a geração imagens e protótipo final que acaba por influenciar a apreciação dos avaliadores e conseqüentemente o resultado da avaliação; (2) A capacidade projetual e qualidade estética de alguns membros da equipe de controle. Aspecto que facilitou a criação de uma proposta estético-formal apreciável para o produto proposto pelo *briefing*, mesmo que esse tenha uma forte influencia de produtos já existentes no mercado.

Figura 86 – Projeto desenvolvido pela equipe de controle no desafio 2.

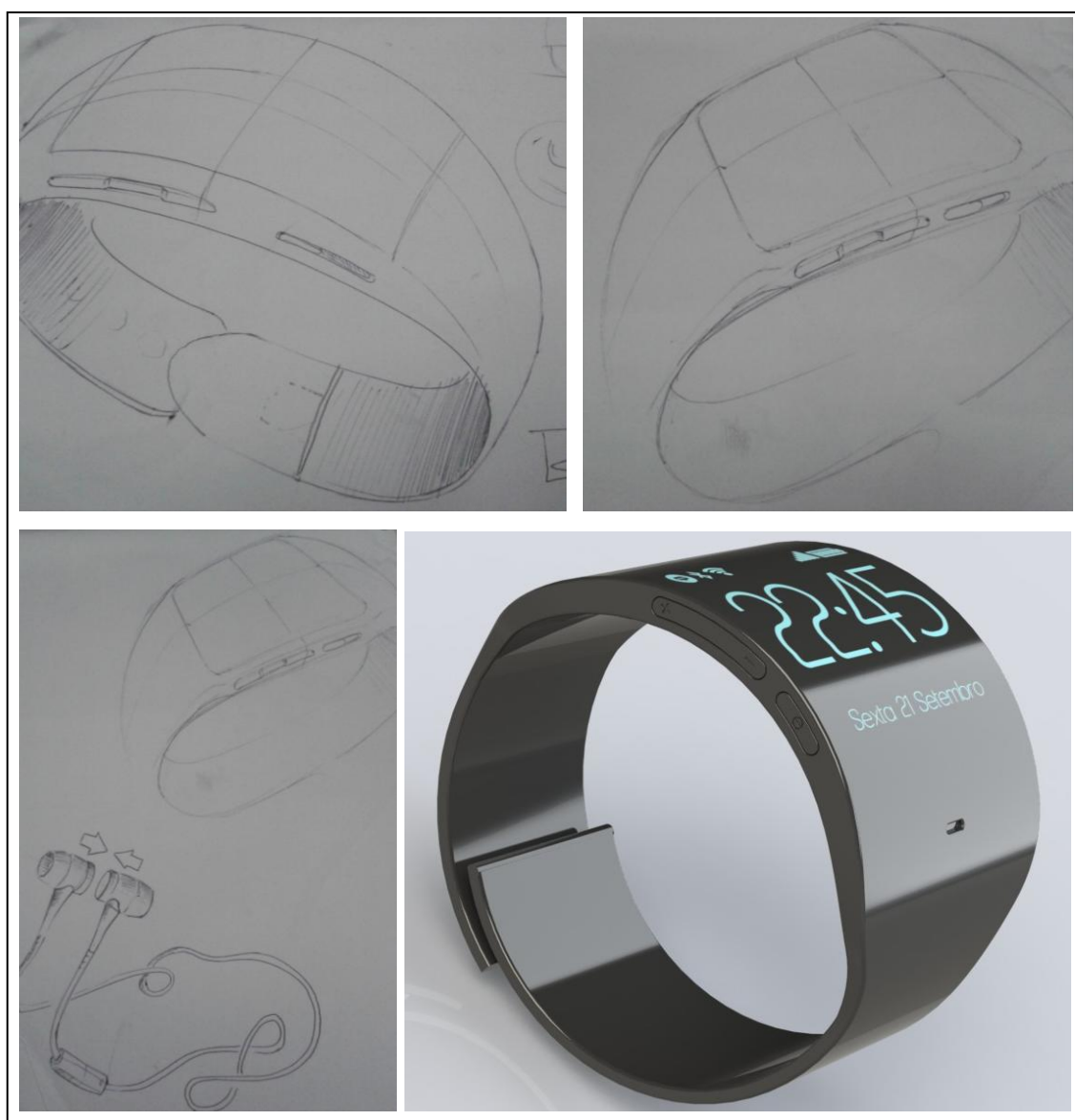


Figura 87 – Interface, fone e desenho técnico do projeto da equipe de controle no desafio 2.



Figura 88 – Projeto desenvolvido pela equipe experimental no desafio 2.

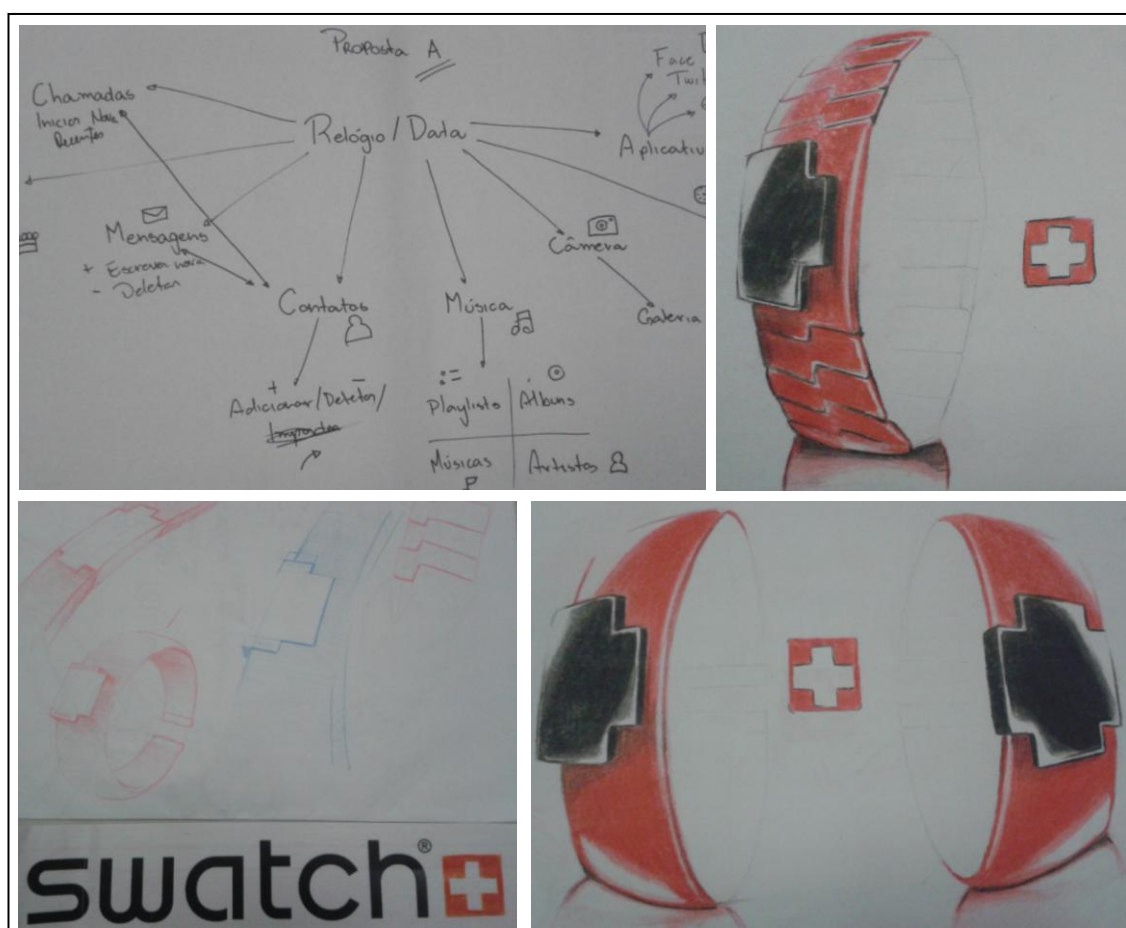
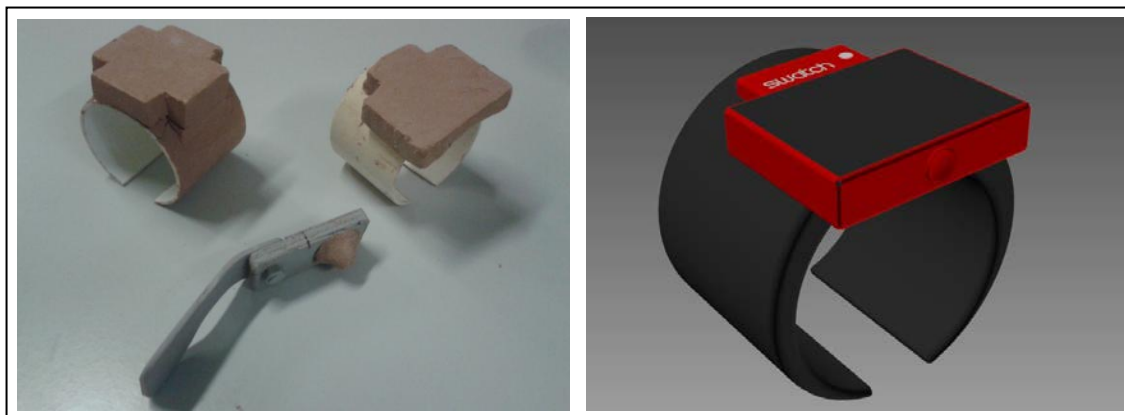


Figura 89 – Modelos e *Rendering* do projeto da equipe experimental no desafio 2.

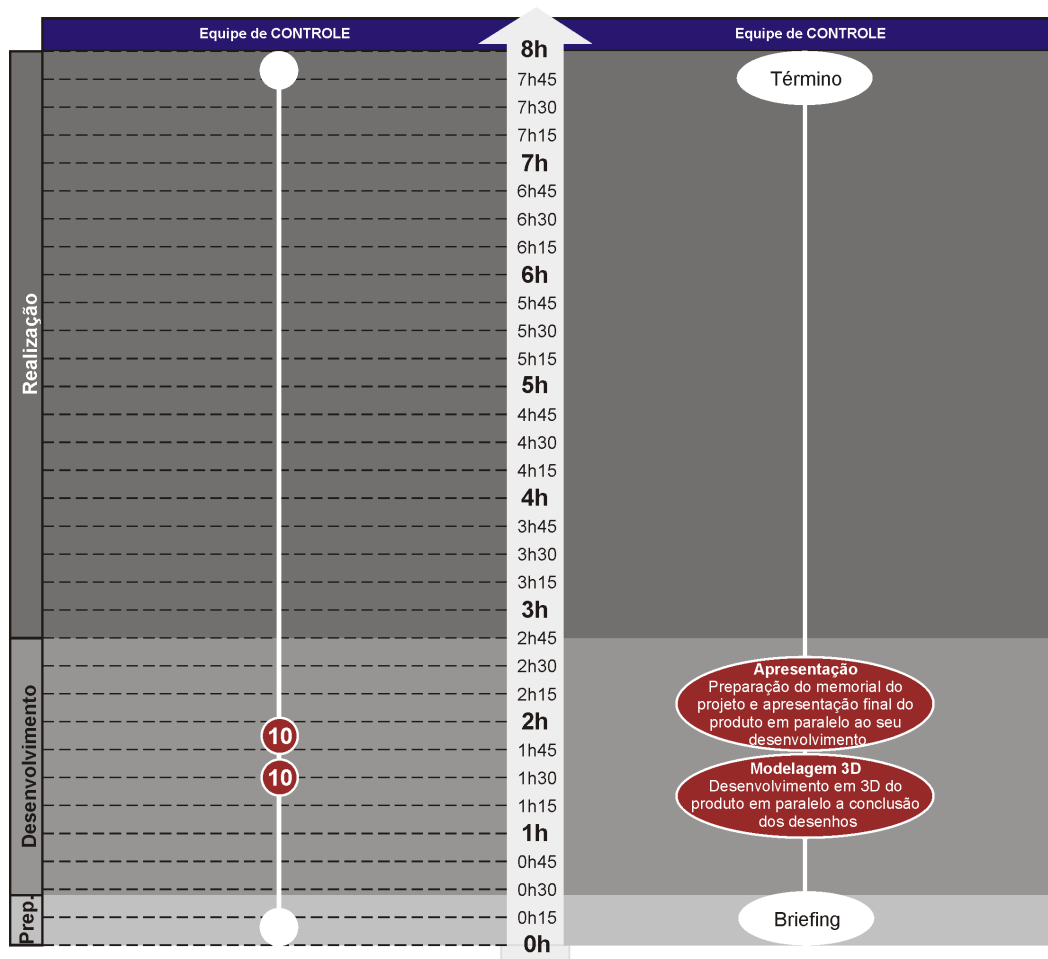


10 Indicador de integração entre as fases do PDP

No contexto de competitividade, estratégias para antecipação de problemas e redução do ciclo de desenvolvimento passam a ser considerados como elemento de análise do PDP. Nesse sentido, verificar as estratégias de integração entre as fases e sua influência na qualidade e tempo de projeto passam a ser elementos fundamentais para a avaliação da sua eficiência.

Essas estratégias podem ser: (a) a avaliação antecipada das preferências dos usuários por formas, cores, funções,..., antes do início da geração de ideias; (b) criação de protótipos verticais de forma, usabilidade e funcionalidade para verificação de aspectos específicos do projeto; (c) modelagens virtuais, testes virtuais, impressões 3D para simulações de testes; (d) teste de tecnologias, matérias e produção para antecipação de problemas que só seriam descobertos na produção em série e ainda (e) testes de mercado para antecipar problemas com consumidores, distribuidores e mercado.

Gráfico 158 – Fluxograma de atividades de integração no PDP da equipe de controle.



Avaliando o Gráfico 158, verificamos que a equipe de controle utilizou as seguintes estratégias de antecipação entre fases de design:

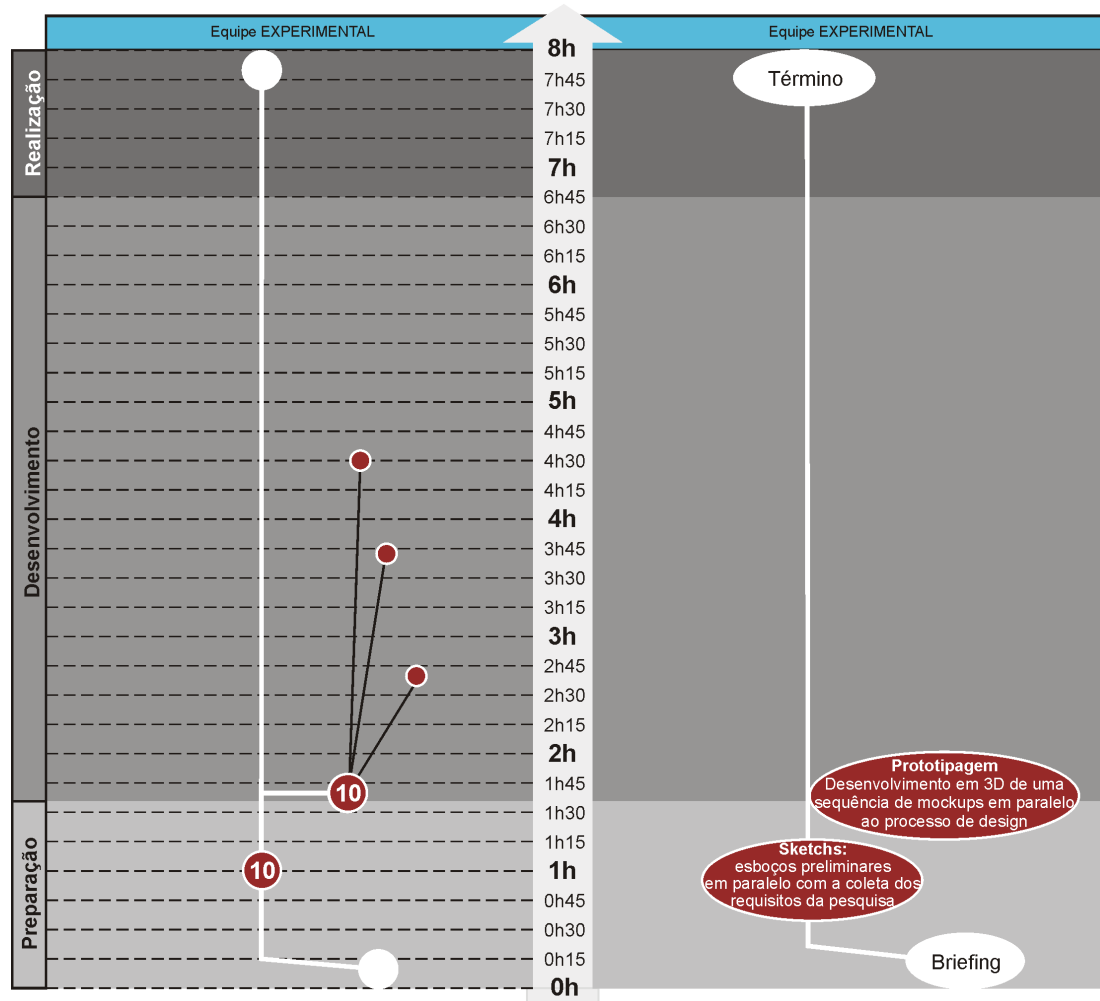
- Antecipação da fase de realização e da prototipagem virtual 3D – A equipe inicia a prototipagem virtual à 1h50, assim que a alternativa final é selecionada, ou seja, no final da fase de desenvolvimento. Contudo, em um momento onde ainda não haviam definições gerais do produto: dimensionamento, detalhamento, definição final da forma e dos componentes do produto.
- Antecipação da preparação da apresentação final do produto – A equipe usa como estratégia o direcionamento de um membro da equipe para a realização de pesquisa de especificações, preparação do memorial e apresentação final do produto que ainda estava sendo desenvolvido. O Objetivo era garantir ao final um bom material de apresentação do projeto.

Contudo, no *briefing* a apresentação não consta como item obrigatório do desafio.

As estratégias adotadas são interessantes como ferramenta de integração entre as etapas. Contudo, precisariam ser iniciadas em um momento em que já existissem definições suficientes de forma a evitar retomadas e retrabalhos no processo de design.

Observamos que a equipe de controle dedicou um grande tempo às reuniões, às discussões sobre tecnologias, dimensões, formas, uso, atividade, componente... Sem a realização, por exemplo, experimentação de materiais e tecnologias, prototipagem ou avaliações para antecipação de resultados e preferenciais do usuário.

Gráfico 159 – Fluxograma de atividades de integração no PDP da equipe experimental.

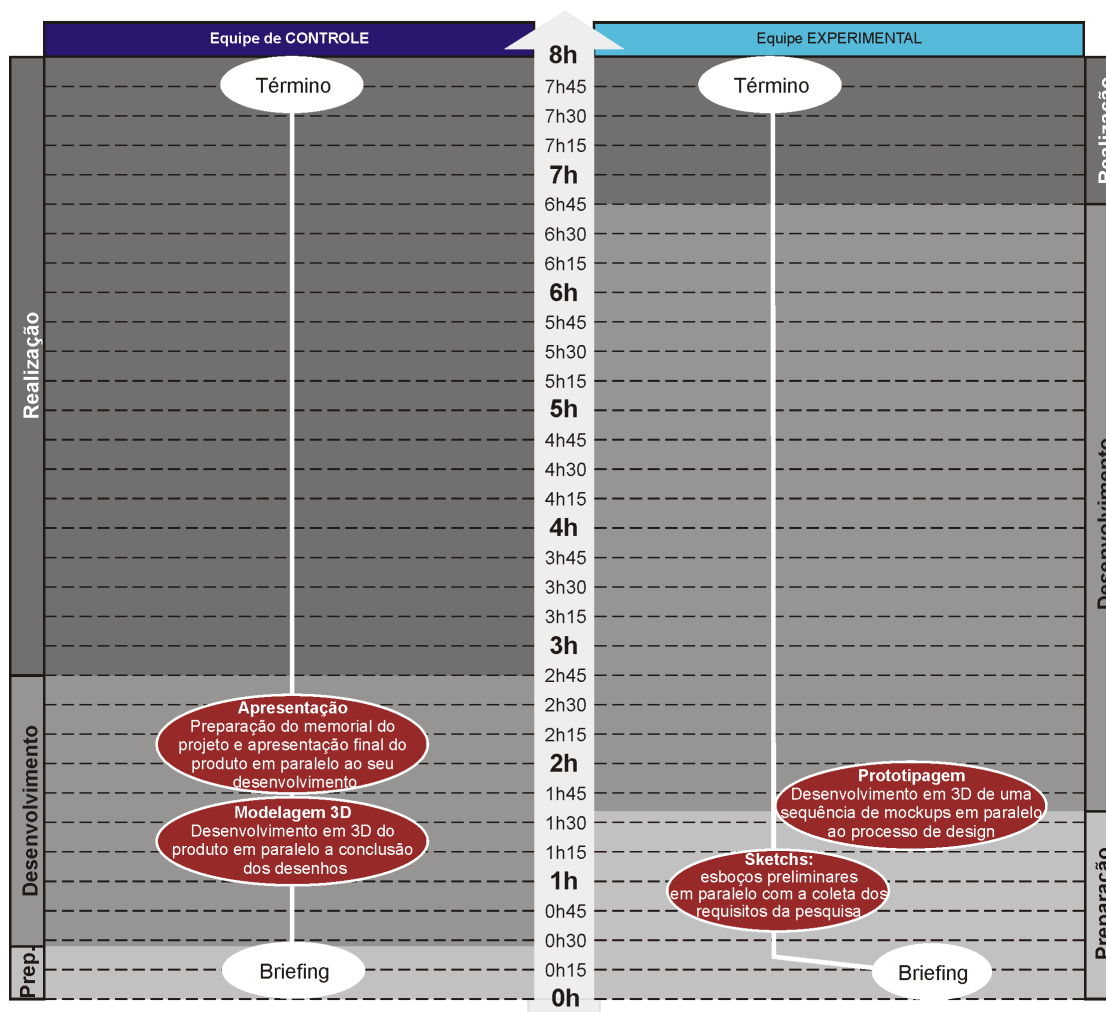


A equipe experimental, seguindo a equipe de controle, pouco utilizou de estratégias de integração entre as fases (Gráfico 159). As ações desenvolvidas nesse sentido foram:

- (a) Antecipação de *sketches*. Desenho de alternativas à medida que os requisitos estavam sendo definidos, durante a reunião de discussão dos aspectos pesquisados, antes da geração de alternativas;
- (b) Antecipação da produção de *mockups* de baixa fidelidade. Com objetivo de antecipar avaliações e direcionamento de forma e dimensão, durante a fase de realização da geração de alternativas.

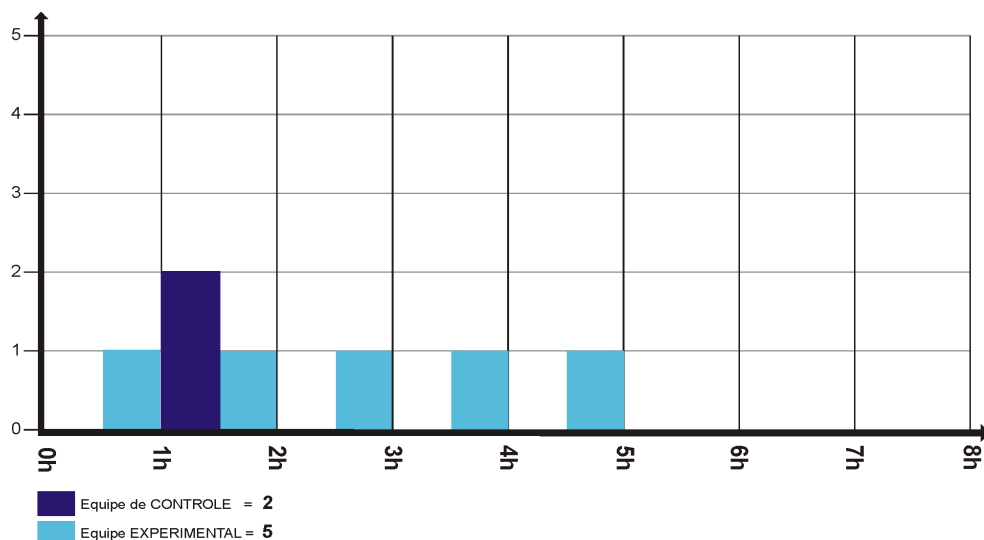
As estratégias usadas pela equipe experimental são interessantes e promovem uma antecipação importante de problemas que auxiliam o direcionamento do projeto. Contudo, ainda são ações tímidas diante das possibilidades existentes para essa integração.

Gráfico 160 – Fluxograma comparativo das atividades das equipes.



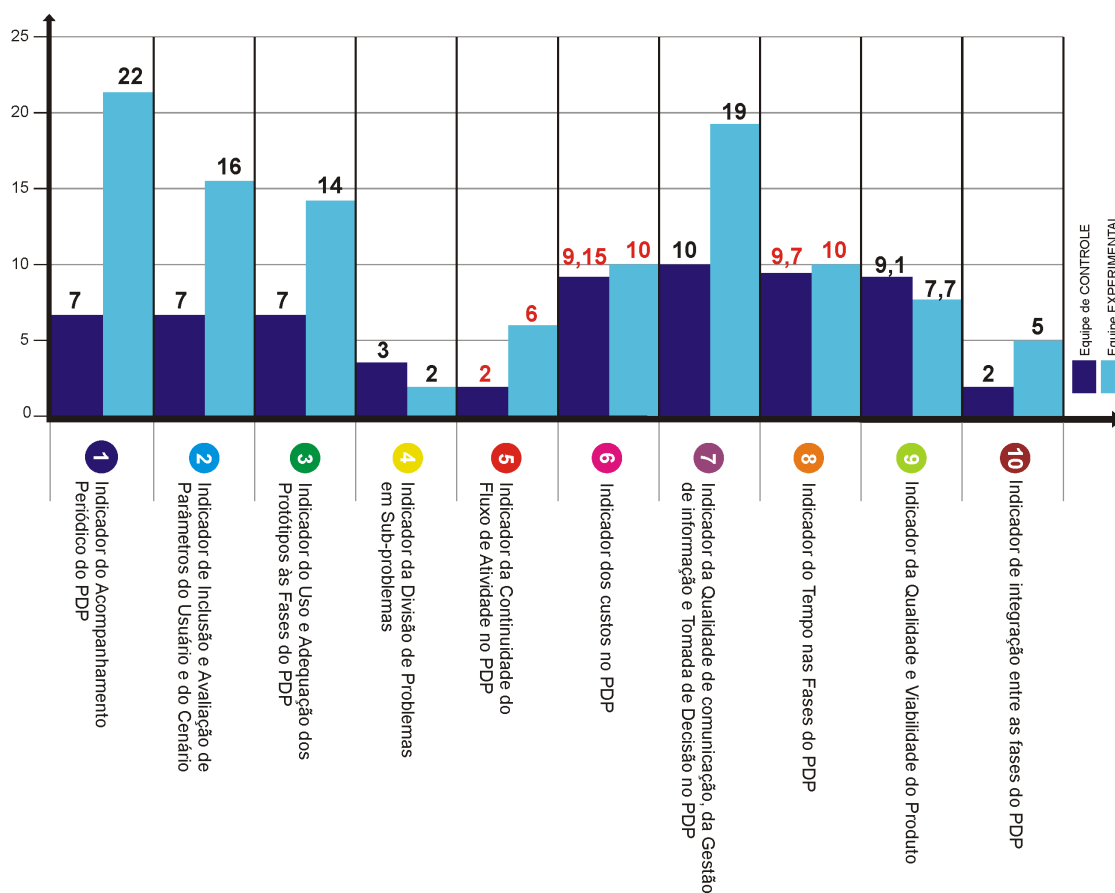
Ao analisarmos o gráfico, percebemos que nesse segundo desafio houve uma redução da diferença entre as ações de integração das equipes experimental e de controle, de 5 a 0 no primeiro desafio para 5 a 2 nesse segundo, respectivamente. Contudo, ela continua sendo expressiva (60%).

Gráfico 161 – Estatística das atividades de integração no PDP desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental (fonte: autor)



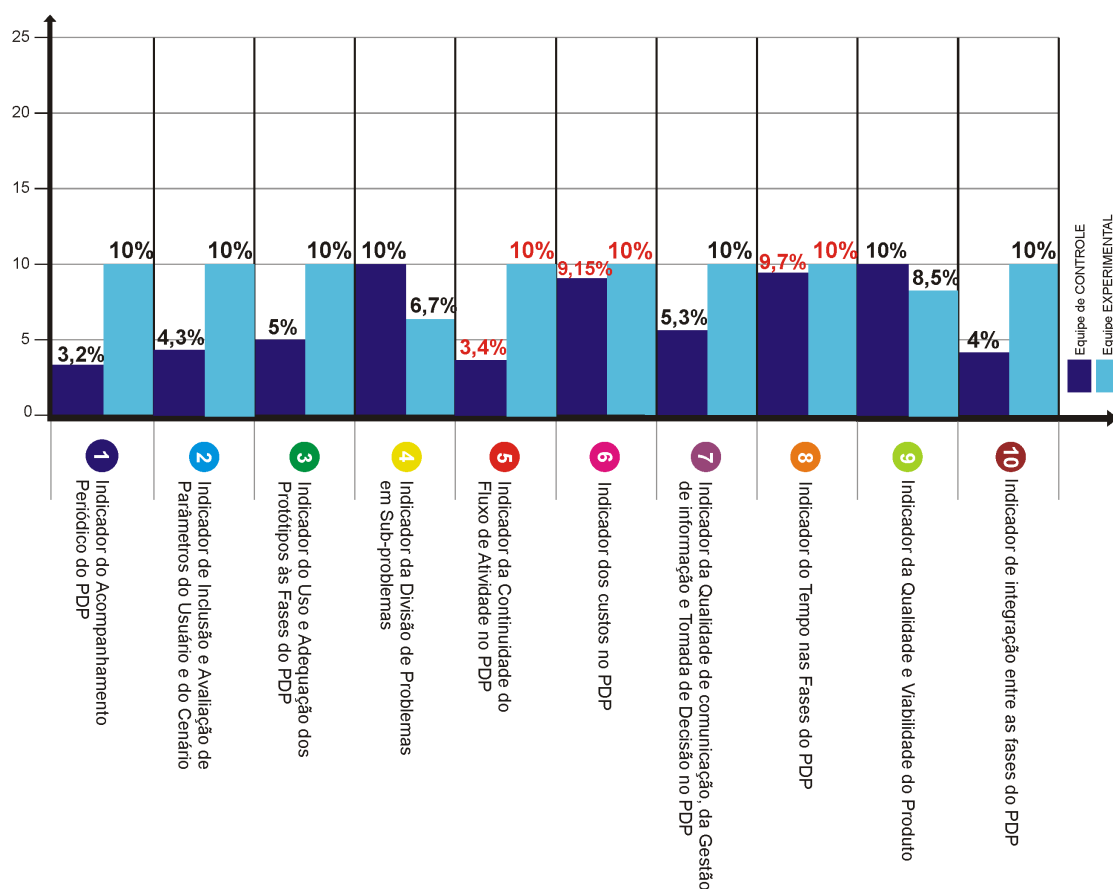
O fator principal para essa diferença de integração foi a utilização de uma sequência de *mockups* estimulados pelo uso da metodologia e do aplicativo de seleção de protótipos. Essas ferramentas levaram os membros da equipe a sugerirem a antecipação dessas atividades devido ao curto tempo do desafio.

Gráfico 162 – Estatística de todos os indicadores desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental.



O Gráfico 162 apresenta o resultado dos 10 indicadores pesquisados. Nele observamos que a equipe experimental consegue resultados expressivos nos itens: (1) acompanhamento periódico do PDP; (2) Inclusão e avaliação de parâmetro do usuário e do cenário; (3) Uso e adequação dos protótipos às fases do PDP; (5) indicador de continuidade do fluxo de atividade do PDP; (7) Indicador de comunicação, Informação, Gestão e tomada de decisão e (10) Integração entre as fases do PDP.

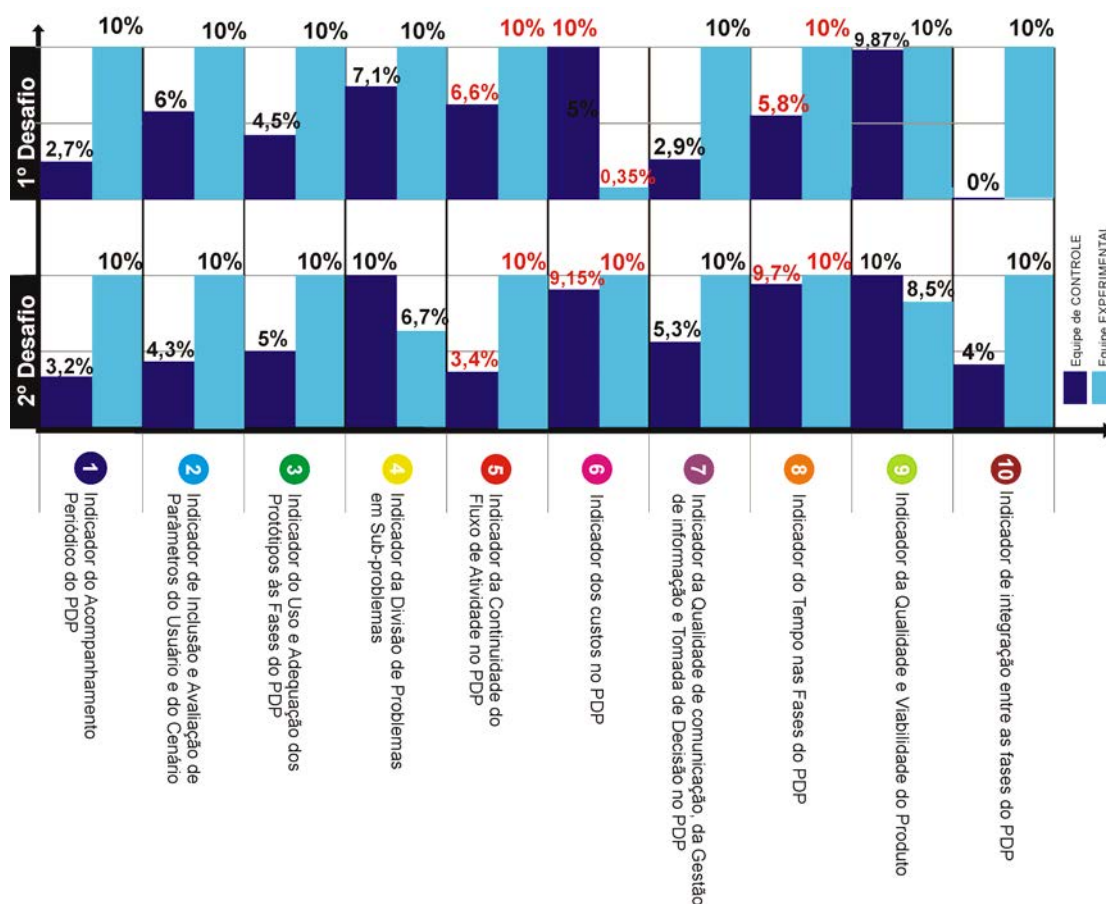
Gráfico 163 – Estatística de porcentagem dos indicadores desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental



Se transformarmos cada indicador em porcentagem, utilizando a relação direta dos resultados de cada item e aplicando ao valor maior a porcentagem 10%, teríamos 10 itens com o valor máximo de 10%, ou seja, o valor total de 100%.

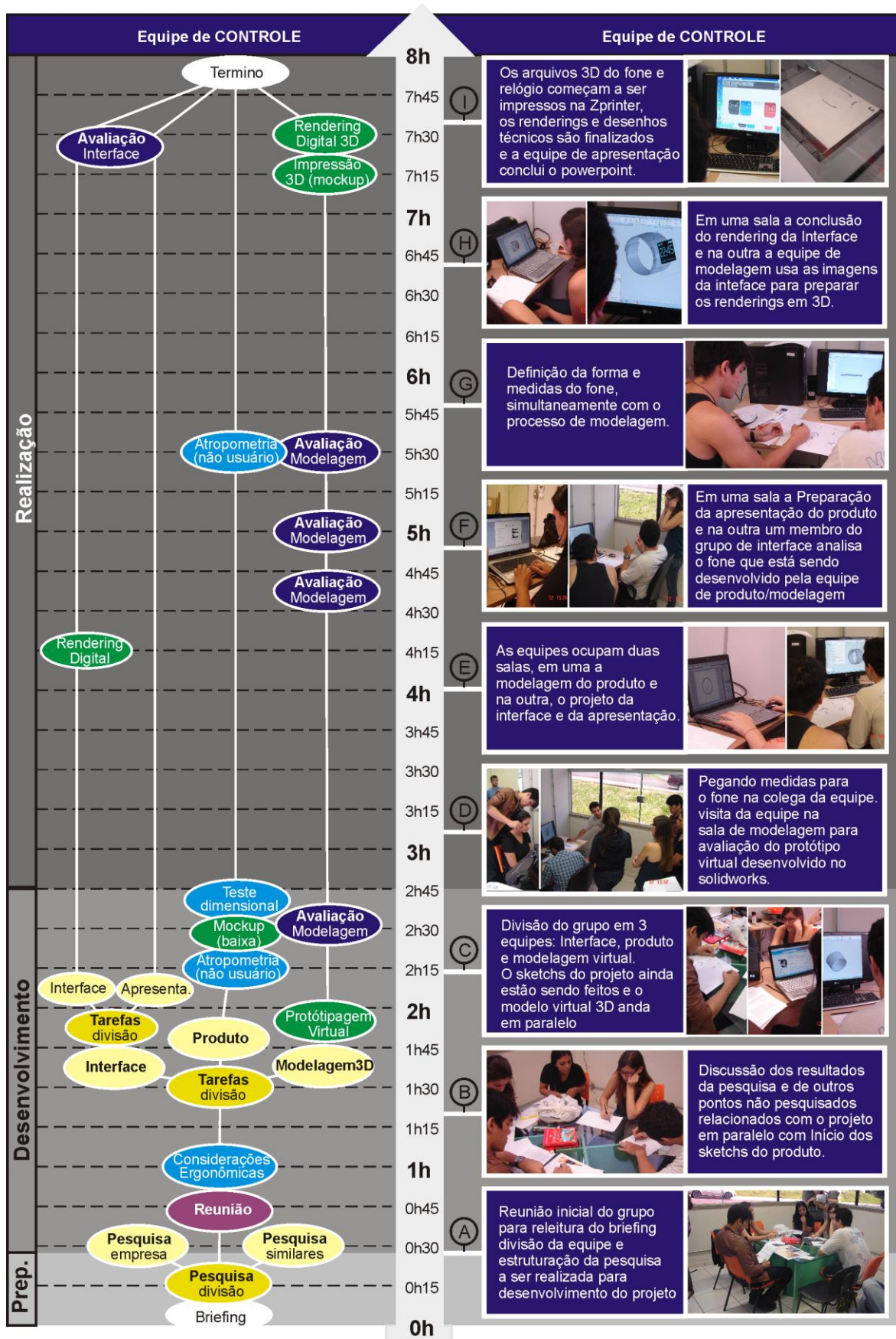
Sendo assim, ao transformarmos os valores do Gráfico 162 na nova planilha de porcentagem, teríamos os seguintes valores (Gráfico 163). A partir do gráfico podemos afirmar que a equipe experimental, no total, foi 31,15% mais eficiente no processo metodológico de design que a equipe de controle (95,2% a 64,05%).

Gráfico 164 – Gráfico estatístico comparativo de todas as porcentagens dos indicadores desenvolvidos pelas equipes de controle e experimental nos dois desafios.



Ao compararmos os resultados de todos os indicadores das duas equipes em ambos os desafios temos a situação apresentada no Gráfico 164. No primeiro desafio a equipe experimental foi 34,88% mais eficiente que a equipe de controle. Já no segundo desafio essa diferença reduziu para o valor apresentado anteriormente, 31,15%. Contudo, os resultados gerais apresentam uma diferença expressiva geral de desempenho da equipe experimental, na média dos dois desafios, 33,01% mais eficiente.

Gráfico 165 – Síntese do fluxograma de atividades desenvolvidas pela equipe de controle.



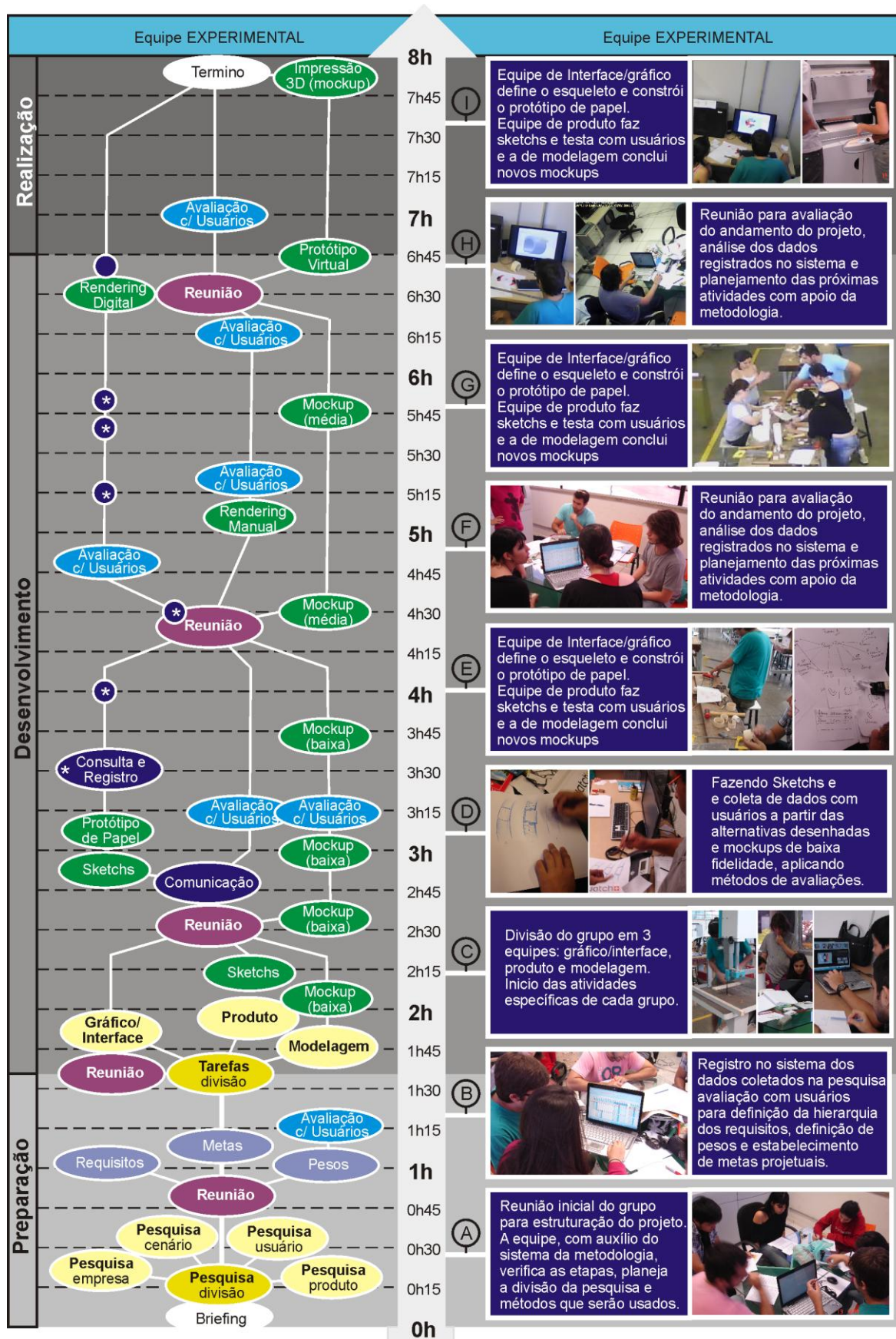
O Gráfico 165 ilustra o fluxograma completo do processo de design, desenvolvido pela equipe de controle ao longo das 8h do segundo desafio. Nele indicamos as principais atividades do processo e as relações e conexões existentes entre elas. Então temos:

- (0h15) Após a leitura do *briefing* a equipe realiza um planejamento rápido e realiza uma divisão de equipe em: (a) pesquisa da empresa e (b) pesquisa de similares e parte para a pesquisa;
- (0h25) Reúnem-se após a pesquisa e começam a apresentar e discutir os dados encontrados na pesquisa e sobre outros aspectos que surgem dessa discussão;
- (0h30) Iniciam o desenvolvimento dos *sketches*, interrompendo periodicamente para discussão sobre algum aspecto do projeto, utilizando os *sketches* em algumas delas;
- (1h30) Com a definição e escolha do desenho final do produto, propõem uma divisão da equipe em: (a) Produto, que continuaria a desenvolver os desenhos do relógio e o projeto do fone (sala 1); (b) Interface, que iria projetar a interface do relógio, definir especificações e preparar a apresentação final do projeto (sala 2) e (c) Modelagem 3D, que iria iniciar a prototipagem virtual no Solidworks (sala 3);
- (1h45) A equipe de interface se divide novamente em: (a) Projeto da Interface e (b) Apresentação (especificação, memorial e apresentação em Powerpoint);
- (1h45) O membro de produto, avança com os desenhos do relógio e do fone, realiza medições antropométricas em outros integrantes do grupo para definição das dimensões do fone e acompanha os trabalhos do integrante que desenvolve a prototipagem virtual;
- (2h50) O integrante da prototipagem virtual 3D, avança com o desenvolvimento do modelo no Solidworks, solicita definições de medidas e desenhos dos produtos ao membro de produto e a alguns membros de

gráfico, responsáveis em definir os componentes (ex: pulseira, bateria, câmera e conexão USB);

- (7h15) O membro de prototipagem virtual 3D envia os modelos do relógio e do fone para impressão 3D na máquina Zcorps Zprinter 650 e começa a realizar os desenhos técnicos e os *renderings* do produto para compor a apresentação;
- (7h30) O grupo de interface conclui o projeto, envia as telas para o membro de prototipagem virtual gerar os *renderings* 3D e para o membro responsável pela apresentação inserir nos slides do powerpoint;
- (7h50) O membro da apresentação recolhe todo material produzido (especificações, memorial, telas da interface, *renderings* e desenho técnico) e conclui a montagem da apresentação em Powerpoint.

Gráfico 167 – Síntese do fluxograma geral de atividades desenvolvidas pela equipe experimental.



O Gráfico 166 ilustra o fluxograma completo do processo de design, desenvolvido pela equipe experimental ao longo das 8h do desafio. Nele, também indicamos as principais atividades do processo e as relações existentes entre elas. Então temos:

(0h15) Após a leitura do *briefing* projetual, a equipe reunida consulta o aplicativo e divide a equipe em 4 subgrupos para realização da pesquisa sobre: a empresa, o cenário, o produto e o usuário;

(0h50) As equipes se dividem nos ambientes e depois retonam a sala 01, onde iniciam a leitura e discussão dos resultados da pesquisa. Os aspectos pesquisados são transformados em requisitos e registrados na planilha da metodologia;

(1h15) O grupo aplica o teste THCP com usuário para determinação da hierarquia dos requisitos para uma definição de peso. Após a definição de peso definem as metas a serem atingidas, registrando tudo na planilha da metodologia;

(1h40) A equipe se divide novamente em três subgrupos: produto, modelagem e gráfico/interface/aplicativo, e passam a trabalhar em salas separadas;

(1h45) A equipe de produto inicia geração de alternativas a partir dos requisitos definidos na fase anterior;

(1h45) A equipe de modelagem prepara novos *mockups* do fone para realização de avaliações com o grupo e com usuários;

(1h45) A equipe de interface inicia a estruturação da interface através de um esqueleto em papel e organiza o processo de design e as avaliações com auxílio da metodologia e do aplicativo;

(2h30) Uma nova reunião ocorre para avaliação de *mockups* produzidos, para discussão de aspectos do projeto, para tomadas de decisão em relação aos *sketches* produzidos e para preparação das avaliações com usuários com os 3 *mockups* do fone produzido e com *Sketches* do relógio e pulseiras;

(2h45) Equipe de interface se comunica com a de produto para tratar da necessidade de dois botões e inicia a preparação do protótipo de papel a partir do esqueleto montado com objetivo de realizar avaliações com os usuários;

(3h30) Os resultados das avaliações realizadas com os usuários são registrados na planilha. Fato que se repete ao longo de todo processo, sendo realizado pela equipe de interface/gráfico.

(4h20) Reunião da equipe para acompanhamento do projeto, discussão sobre a produção do *mockup* e definição de um cronograma de atividades;

(5h10) Equipe de produto começa a produzir *renderings* manuais para realização de testes com usuários;

(5h10) Equipe de modelagem continua a modelagem do fone;

(5h20) Equipe de interface prepara e realiza o teste com o protótipo de papel para realizar avaliação com usuários;

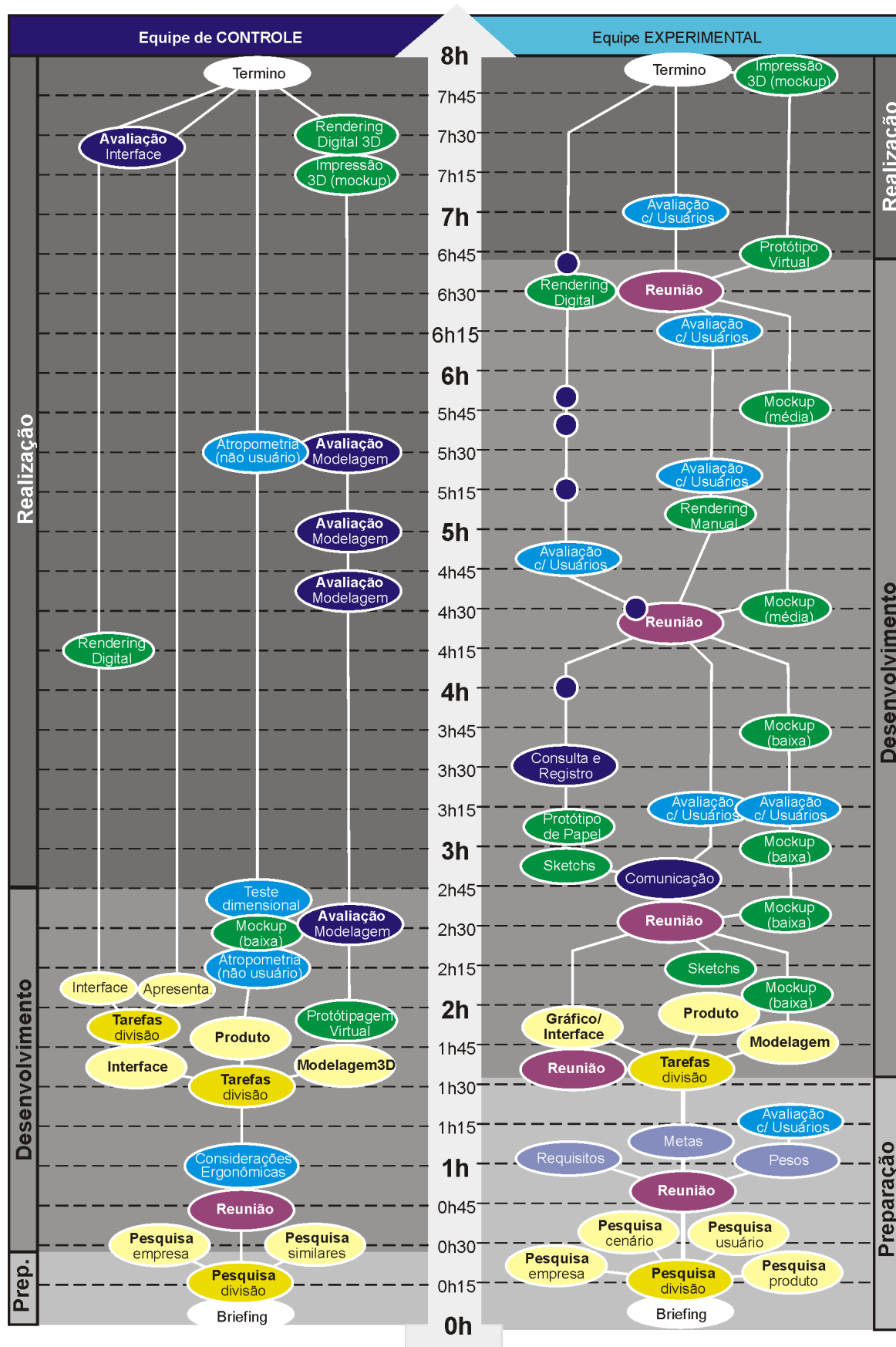
(6h30) Reunião final para escolha da alternativa que passará para a fase de realização com auxílio da planilha e da ferramenta digital;

(6h30) Equipe de Interface inicia o *rendering* 2D da interface no Adobe Illustrator;

(6h45) Equipe de Modelagem parte para a prototipagem virtual 3D no Solidworks enquanto outro integrante prossegue com a modelagem tradicional do *mockup* do fone;

(7h55) Integrante da equipe de produto conclui a modelagem virtual e leva para imprimir na impressora 3D Zcorps Zprinter 650 enquanto outros finalizam os *mockups*;

Gráfico 167 – Comparativo das sínteses dos fluxogramas gerais de atividades desenvolvidas pelas equipes de controle e experimental.



Ao compararmos visualmente os dois fluxogramas das equipes, novamente alguns aspectos ficam evidentes em relação à equipe experimental: (a) a geração de requisitos, pesos e metas no início do processo; (b) existe uma aceleração do processo e do número de atividades; (c) uma maior quantidade de reuniões, de forma intercalada e sistemática; (d) um número maior e mais distribuído do uso de protótipos e avaliações com usuários ao longo do processo e (e) um uso sistematizado do aplicativo e da metodologia;

Na equipe de controle, verificamos uma grande melhoria no desenvolvimento do projeto do primeiro desafio para o segundo, principalmente na: (a) divisão de atividades dentro da equipe; (b) comunicação entre os membros; (c) Integração entre as fases com uso da prototipagem virtual e da preparação da apresentação final.

Contudo, alguns problemas permaneceram como: (a) Má distribuição do tempo no processo, reduzindo ainda mais o tempo de pesquisa (0h30) e ampliando o tempo de realização (5h15); (b) Não utilização dos usuários para realização de testes com as alternativas de projeto e (c) Inexistência de protótipos tridimensionais completos para a realização de avaliações funcionais e de usabilidade ao longo do processo.

Outro aspecto importante é que a equipe de controle realiza o processo de tomada de decisão para escolha de alternativas apenas com uso de *sketches* e reuniões de discussão com votação dos membros da equipe, sem o uso de métodos de avaliação e seleção ou ferramentas de prototipagem 3D, que permitiriam uma melhor compreensão de aspectos relacionados com a funcionalidade e usabilidade das alternativas.

Em contrapartida, a equipe experimental realiza diversas atividades de prototipagem e avaliação ao longo do processo o que permite reduzir as incertezas do projeto e ampliar os conhecimentos sobre aspectos não apenas estéticos, mais funcionais e de usabilidade;

7.3. Síntese dos resultados

Os resultados apontam para validação da metodologia com indicativos de eficiência em indicadores importantes do PDP:

(1) No Indicador do acompanhamento periódico do PDP, observamos que a produção e avaliação das alternativas, materializadas nos protótipos, estimulou a realização de alguns encontros da equipe experimental e serviu de suporte para a realização deste acompanhamento.

Enquanto a equipe de controle deixa de explorar métodos e ferramentas para realizar o acompanhamento do projeto e concentra suas atividades na verificação do desenvolvimento da modelagem virtual 3D e apresentação final do projeto, a equipe experimental define e hierarquiza requisitos, define metas realiza reuniões de acompanhamento do projeto, utiliza o aplicativo e a planilha para análise e tomada de decisão a partir dos dados gerados.

Os dados quantitativos revelam uma diferença expressiva no número de atividades de acompanhamento do projeto nos dois desafios (10% a 2,7% e 10% a 3,2% respectivamente), em favor da equipe experimental, o que revela um resultado expressivo da metodologia no acompanhamento periódico e na sistematização do PDP.

(2) No indicador de inclusão parâmetros do usuário e do contexto, verificamos que a equipe de controle dá pouca importância às avaliações com usuários e passam a utilizar as análises entre os membros da própria equipe, que possuem um perfil diferente do indicado no *briefing* e acreditam que esse tipo de avaliação tomaria muito tempo. Isso faz com que algumas considerações de usabilidade sejam realizadas utilizando apenas os sketches.

Em contrapartida, a equipe experimental utiliza os usuários disponíveis desde o início e ao longo de todo o projeto, aplicando métodos e técnicas de coleta e avaliação de dados sob a orientação da metodologia. Essa ao orientar, estimular e gerenciar a sua utilização e ampliar a produção de protótipos, em diversos níveis de fidelidade, amplia também a quantidade de dados coletados, principalmente os dados referentes aos usuários.

Os resultados dos dois desafios nesse indicador (10% a 6% e 10% a 3,4% respectivamente) são favoráveis a favor da equipe experimental e ilustram uma influencia expressiva da metodologia na inclusão e avaliação do cenário e dos usuários.

(3) O indicador do uso e adequação dos protótipos às fases do PDP, foi um dos que mais se evidenciou a influência da metodologia sobre a prática das equipes durante o desafio. A equipe de controle visualizou o protótipo sempre como artefato de apresentação final de suas ideias, não de avaliação e redesign. Já a equipe experimental incorporou uma filosofia de utilização dos protótipos como instrumento de avaliação do design, de facilitador de comunicação e mediador de informação. Por isso, a sua utilização se fez constante durante todo o processo.

Observamos também que o aplicativo se mostrou eficiente em orientar o uso do protótipo adequado contribuindo também uma maior utilização de protótipos.

No desafio final, a preocupação central da equipe de controle pode ser resumida na prototipagem virtual e impressão 3D do produto, o que fez com que ela seja iniciada de forma bem antecipada (às 2h45). Como a impressão só foi iniciada no final do desafio (às 7h15), o protótipo não teria mais a finalidade de realização de avaliações.

Constatamos que a metodologia exerceu expressiva influência no uso de protótipos pela equipe experimental no PDP nos dois desafios, fazendo com que ela obtivesse valores superiores nesse indicativo (11 a 5 e 14 a 7 respectivamente). Os protótipos utilizados estavam ainda adequados à fase e estágio de design, o que permitiu a sua melhor adequação e utilização, considerando tempo, custo e propósito.

(4) No indicador da divisão de problemas em subproblemas, constatamos que ambas as equipes, sobre a pressão do fator tempo, ou seja, 8h para o desenvolvimento de um produto compreendem a necessidade de divisão de problemas em subproblemas e executam estratégias eficientes nesse sentido em ambos os desafios. O equilíbrio dos resultados no primeiro e segundo

desafio (7,1% e 10% e 10% e 6,7% respectivamente) pelas equipes de controle e experimental, não permitem afirmar que exista eficiência da metodologia neste indicador.

(5) No Indicador da continuidade do fluxo de atividade no PDP, verificamos que os resultados possuem relação direta com o fato de utilizar uma metodologia de projeto que propõe portas (Gates) de passagem de uma fase a outra. Nessa passagem, se verifica a consistência dos dados antes da aprovação final. Esse aspecto, ao mesmo tempo: eliminam as incertezas, reduzem as retomadas e aumentam a fluidez do processo.

Ele contribui ainda para sistematização, para estruturação do processo, para avaliação das metas e resultados, para evitar erros e retomadas, e assim, passa a ser um importante aliado para estabelecer um fluxo mais contínuo do desenvolvimento do projeto.

Nos resultados do desafio constatamos uma diferença expressiva na continuidade do processo em favor da equipe experimental nos dois desafios (10% a 6,6% e 10% a 3,4% respectivamente).

(6) No indicador dos custos no PDP, verificamos que ambas as equipes usam estratégias adequadas em relação ao gerenciamento dos gastos. Iniciam com gastos menores e aumentam gradativamente com o avanço do processo, quando as incertezas são menores e se torna mais seguro o emprego de recursos maiores.

Contudo, embora exista um equilíbrio de gastos no segundo desafio (10% a 9,15%), onde ambas as equipes, controle e experimental respectivamente, completam o processo de geração de protótipos 3D em impressão 3D, podemos afirmar que a equipe experimental consegue ser mais eficiente em relação aos gastos por ter desenvolvido um número bem superior de protótipos ao longo do processo (10% a 5%, ou seja, 100% a mais)

(7) No indicador da qualidade de comunicação, gestão de informação e tomada de decisões, verificamos que a equipe controle direciona antecipadamente o projeto para uma única solução, não estabelecem requisitos e metas projetuais e ainda realizam o processo de tomada de

decisão sem uso de métodos ou instrumentos. Em oposição, a equipe experimental, ao utilizar a metodologia, o aplicativo e a planilha de acompanhamento (Anexo VII), consegue desenvolver ações que geram um impacto positivo na comunicação, gestão da informação e tomada de decisão da equipe, ao longo de todo o processo. Essas ações se refletem nos resultados dos dois experimentos (10% a 2,9% e 10% a 5,3% respectivamente) a favor da equipe experimental.

(8) No indicador do tempo nas fases do PDP, verificamos que a equipe de controle, reduz o tempo de dedicação às macrofases de preparação e desenvolvimento e amplia para mais da metade (58,3%) o tempo dedicado a fase de realização, ou seja, às atividades detalhamento, representação e prototipagem final. Assim, a equipe de controle investe a maior parte do tempo na apresentação do produto, em detrimento à: (a) pesquisa: compreensão do problema, contextualização, conceitualização, definição de requerimentos e metas e (b) desenvolvimento: ciclo de projeto, construção e teste.

Os resultados de eficiência na gestão do tempo entre as três macro fases do PDP, nos dois desafios (10% a 5,8% e 10% a 9,7% respectivamente) mesmo sendo favoráveis e apresentando um equilíbrio maior entre as mesmas três macrofases (29,2%, 47,9% e 22,9% respectivamente) à equipe experimental no primeiro desafio, não são suficiente para comprovar uma eficiência da metodologia nesse indicador.

(9) No Indicativo de qualidade e viabilidade do projeto, os resultados apresentados revelam que a equipe experimental consegue um resultado levemente superior a de controle no primeiro desafio (10% a 9,87%) e uma avaliação superior à equipe experimental (10%, a 8,5%) no segundo desafio, tendo uma média aproximada dos dois desafios em 1,3% mais eficiente em favor da equipe controle.

Os resultados médios da equipe de controle nesse indicador são mais expressivos na percepção dos especialistas do que na percepção dos usuários. Eles também não permitem garantir a eficiência da metodologia nesse indicador.

Acreditamos que o resultado apresentado tenha influencia de dois aspectos principais: (1) O fato da equipe de controle investir um tempo maior na preparação e apresentação do produto final e (2) pela capacidade projetual e qualidade estética de alguns membros da equipe de controle.

Os resultados nos permitem afirmar que, embora exista uma eficiência maior da equipe experimental com a aplicação da metodologia, no que se refere ao processo de design, aspectos criativos e de qualidades estético-formais são bastante influenciadas pela qualidade do designer, por sua criatividade, bagagem e por sua percepção do mundo. Estes podem influenciar decisivamente na qualidade percebida do produto final, principalmente pelo fato das avaliações serem hoje fortemente influenciadas por esses aspectos.

(10) No indicador de integração entre as fases, a equipe de controle no primeiro desafio não utiliza estratégias de antecipação de tarefas entre macro fases, fazendo uso apenas no segundo desafio da prototipagem digital 3D, iniciada em paralelo ao processo de definição do produto. Contudo de forma não muito estruturada.

Embora a metodologia experimental proponha caminhos para integração das fases do design, a equipe experimental pouco colocou em prática essas ações. Podemos constatar-las apenas nas seguintes ações: (a) antecipação de sketches durante o registro de requisitos e (b) ações de prototipagem, com *mockups* de baixa fidelidade em paralelo ao processo de geração de alternativas.

O fator principal para a realização das ações de integração foi a utilização do aplicativo de seleção de protótipos, que apontava a necessidade de realização de testes com protótipos e da planilha que indicava a necessidade de registro dos dados coletados e uma maior visão do processo como um todo.

Os resultados revelam uma diferença expressiva nos dois desafios a favor da equipe experimental (10% a 0% e 10% a 4% respectivamente) e permitem validar uma eficiência da metodologia nesse indicador.

7.4. Validação da metodologia

Os resultados dos dois experimentos revelam que a metodologia proposta por esse estudo, aplicada pela equipe experimental, consegue uma eficiência expressiva nos seguintes indicadores: (1) acompanhamento periódico do PDP; (2) Inclusão e avaliação de parâmetro do usuário e do cenário; (3) Uso e adequação dos protótipos às fases do PDP; (5) indicador de continuidade do fluxo de atividade do PDP; (7) Indicador de comunicação, Informação, Gestão e tomada de decisão e (10) Integração entre as fases do PDP.

A partir dos resultados gerais de eficiência dos dois experimentos, piloto e final, em 34,88% e 31,15% respectivamente, ou seja, uma média de 33,01%, podemos afirmar que a metodologia proposta é válida, sob as mesmas condições experimentais. Nesse caso, aplicada com estudantes de design representativos do Brasil com os 10 indicadores de eficiência utilizados no experimento.

Acreditamos que essa vantagem a favor da metodologia experimental deva se reduzir à medida que a mesma seja aplicada de forma comparativa em grupos ou escritórios de designers mais experientes.

Mesmo assim, acreditamos que ela deva promover uma vantagem competitiva, mesmo em grupos mais experientes, podendo contribuir para o aperfeiçoamento do processo de design.

Dessa forma, sugerimos que outros experimentos semelhantes sejam realizados com alunos de graduação e que novos estudos sejam realizados com esse grupo de profissionais de design em escritórios, empresas e indústrias, para que alcance uma validação ampliada da metodologia.

8. CONCLUSÃO

Ao pesquisarmos as origens da metodologia de design, que são contemporâneas ao surgimento da escola de Design alemã Hfg-Ulm (1952), podemos identificar que as justificativas e motivações que nos levam hoje a retomar as discussões e pesquisa sobre metodologia de projeto são bastante semelhantes aos aspectos que levaram ao surgimento formalizado delas nos anos 50 e 60: complexidade dos problemas projetuais, quantidade de informações, quantidade de problemas, variedade de problemas, capitalismo, e internacionalização dos produtos.

Verificamos que nas primeiras metodologias formalizadas questões relacionadas à complexidade do cenário e da atividade projetual, mudanças sociais e políticas, capitalismo e redução do ciclo de desenvolvimento de produtos, internacionalização dos produtos e até mesmo as questões de sustentabilidade já haviam iniciado.

O contexto atual verificado: globalizado, competitivo, com ciclos de desenvolvimento de produtos demasiadamente reduzidos, de grande serialização, proliferação e segmentação de produtos, com novas demandas sociais, agora “fluida”, “líquida” e “dinâmica”, valorização de aspectos emocionais e sinestésicos, impõem as empresas práticas, metodologias e tecnologias inovadoras como forma de adaptação, crescimento ou sobrevivência no mercado.

As pressões impostas em produzir o novo, primeiro, melhor e de forma sustentável, criam demandas de abordagens metodológicas mais interativas, sistemáticas e gerenciáveis. Nesse sentido, compreendemos que uma metodologia ao colocar os protótipos no centro do processo, poderia contribuir com as demandas apontadas pelo cenário apresentado.

A fundamentação utilizada em nosso estudo revela, entre outros aspectos, a importância das representações como estratégia para ampliação de nossas capacidades mentais e habilidades cognitivas, principalmente para atividades criativas, de decomposição e combinação e análise para o processo criativo e de tomada de decisões.

Esse aspecto fez crescer a importância dos ciclos iterativos de: Projetar, Construir e Avaliar, onde os protótipos assume a função principal para tornar o processo de

design mais interativo, ou seja, atividades repetidas de design-avaliação-redesign em ciclos envolvendo usuários, como um caminho para integrar o conceitual e o físico, a teoria e a prática.

Nessa interação estaria o conceito de “*experience prototype*”, que seria a experiência adquirida por intermédio da interação com os protótipos que propõe um diálogo com o material, ao longo de todo o processo, ou seja, com versões interativas de nossas ideias e nossas alternativas materializadas através dos protótipos.

Com intuito de investigar esse conceito e sua relação com a metodologia de design, buscamos encontrar respostas aos seguintes questionamentos iniciais: em que momento deve ser utilizado os protótipos? Que tipos de protótipos existem? O que o protótipo prototipa ou comunica e em que ele pode contribuir com o processo de Design? Durante o estudo pudemos compreender que os protótipos podem e devem ser utilizados em todas as etapas do processo design, que existe uma grande variedade de tipos de protótipo e de métodos e técnicas de prototipagem, que permitem adequar o uso de protótipos, de diversos níveis de fidelidade e de comunicação, às diversas áreas, finalidades, estágios e propósitos do processo de design.

Compreendemos que existem protótipos mais adequados para cada tipo de avaliação de funcionalidade, usabilidade e estética das alternativas de design e ainda que eles possam contribuir expressivamente para tornar o processo de design mais fluido, interativo, inclusivo, comunicativo, gerenciável e eficiente.

Na nossa pesquisa, ao aprofundar os conhecimentos em outras metodologias, consegue compreender e problematizar que: (a) As macro fases principais do design podem ser estruturadas e sintetizadas em: (1) Preparação, (2) Desenvolvimento e (3) Realização; (b) A atividade de prototipagem se concentra nas fases de desenvolvimento e realização; (c) A prototipagem quase sempre aparece após o processo de avaliação e seleção de alternativas, ou seja, essas são realizadas sem a sua utilização; (d) A prototipagem não é tida nas metodologias como uma atividade sistematizada; (e) As metodologias não oferecem ferramentas para auxiliar o designer na escolha do protótipo e (f) As metodologias de design não orientam na sua estrutura ciclos iterativos.

A partir dos aspectos apresentados anteriormente criamos questões que agora podem ser respondidas: (a) É possível avaliar e selecionar a melhor alternativa de design sem o uso de protótipos? (b) É possível definir adequadamente o problema projetual na fase de preparação sem o uso de protótipo? (c) A prototipagem nas fases finais do projeto, limita o diagnóstico e a antecipação de problemas? (d) A falta de ferramentas e métodos que indiquem qual o protótipo mais adequado a cada fase, estágio e propósito de design, dificulta a escolha adequada, o processo de avaliação e seleção de alternativas, tornando o processo de desenvolvimento de produtos impreciso e custoso?

Como resposta encontramos em nosso estudo que:

(a) não é possível selecionar adequadamente as melhores alternativas sem o uso de protótipos. Considerando que cada tipo de representação possui características comunicativas específicas, sem utilizarmos o protótipo adequado, podemos estar selecionando alternativas sem a correta avaliação de aspectos de funcionalidade, usabilidade e estética;

(b) Embora o problema projetual possa ser definido com pesquisas e outros métodos de diagnose do problema como: construção do cenário, perfil do usuário,... Alguns métodos que usam protótipos se mostram eficientes e podem contribuir com a fase preparação;

(c) Sim, deixar os protótipos para as fases finais de projeto, com a finalidade apenas de apresentar o produto, limita o diagnóstico de problemas, principalmente nos aspectos de funcionalidade e usabilidade, que poderiam e deveriam ser detectado e antecipado ao longo de todas as fases de design;

(d) O uso das ferramentas, como: o aplicativo, a planilha e os cartões de métodos de prototipagem, propostos pelo nosso estudo, facilitaram a compreensão e aplicação da metodologia e a seleção e uso do protótipo adequado. Assim, as metodologias que não propõem ferramentas com essa finalidade dificultam a sua aplicação e o uso de protótipos adequados.

Ao compararmos as micro fases das metodologias estudadas, conseguimos perceber semelhanças que permitiram definir uma nova estrutura para a fase de Preparação. São elas: (a) A Compreensão dos Usuários, (b) Compreensão do

cenário, mercado e dos competidores, (c) Compreensão do produto, (d) Compreensão da empresa. Incluímos (e) a definição de requisitos projetuais e de performance.

Na fase de desenvolvimento e realização, aplicamos os princípios do design interativo, o design centrado no usuário e os ciclos iterativos com protótipos, para definimos as seguintes microfases: (a) gerar, construir, testar/ avaliar e aprovar e (b) detalhar, construir, testar/ avaliar e documentar/ aprovar, respectivamente.

Essa estrutura da metodologia, com a inserção de portões de avaliação e tomada de decisão, permitiu: tornar mais claras as fases e as atividades previstas em cada uma delas e tornar o processo de desenvolvimento mais interativo, estimulando o uso de protótipos e com maior controle e sistematização.

A pesquisa dos 10 indicadores usados para avaliação da eficiência do PDP, além de permitir avaliar a eficiência da metodologia e ferramentas propostas, elas permitiram aprofundar o conhecimento nos aspectos fundamentais envolvidos na eficiência do processo de design e contribuíram para construção da metodologia proposta.

Acreditamos que a nossa pesquisa irá contribuir para atualizar a visão sobre o conceito dos protótipos no Brasil. Ela irá nos aproximar da visão adotada por diversos pesquisadores ao redor do mundo que consideram o conceito de protótipo além da versão final de um produto. Eles são vistos por esses pesquisadores, tanto como uma versão completa de produto como partes ou atributos independentes. Esse conceito se aproxima das definições de protótipos verticais ou horizontais, ou seja, os protótipos poderiam ser produzidos com diferentes níveis de fidelidade para ter a sua utilização adequada a qualquer uma das três macrofases definidas por nosso estudo. Macrofases essas que possuem características, níveis de incertezas, demandas diferentes e assim exigem protótipos adequados a cada uma dessas necessidades.

Através da nossa pesquisa encontramos que a avaliação do design pode ser agrupada em três canais de comunicação: Funcionalidade, Usabilidade e estética, e que o diálogo com o material, ou seja, com os protótipos, ocorrem nesses canais, fazendo com que a compreensão do que cada tipo de protótipo comunica

habilitará os designers escolher o protótipo adequado a cada necessidade de avaliação.

Ao classificarmos os tipos de protótipos e construirmos uma ferramenta para aplicação dos métodos e técnicas de prototipagem, chamada de *prototypes cards*, com 59 cartões, acreditamos que iremos auxiliar os designers durante o projeto apontando métodos para construí-los e caminhos para sua utilização nas avaliações das alternativas.

A fundamentação teórica da pesquisa permitiu aprofundar o conhecimento da aplicação dos protótipos no PDP, considerando questões: (a) Área de uso: produto, gráfico ou digital; (b) Comunicativas: visual, comportamental e de funcionamento; (c) de Fidelidade: baixa, média e alta e suas relações com a complexidade, incertezas e demandas das fases de design; (d) de Finalidade de: contextualização e conceitualização, representação, desenvolvimento e produção (e) de Propósito em: estabelecer e explorar conceitos, de desenvolver o produto, de compreender e experimentar as possibilidades do produto, de testar a produção e de verificar os seus impactos no mercado e (d) dos Estágios: (a) exploratório de conceitos, (b) experimental, para desenvolver a técnica do produto e (c) evolucionário, para evoluir continuamente o produto até a versão final.

Todas essas características pesquisadas contribuíram para desenvolvimento do aplicativo de seleção de protótipos e servirão de filtro para a indicação do protótipo mais adequado as necessidades de cada fase e estágio de design.

A visita a outras áreas como: gestão de projetos, administração e engenharia de produção e o estudo de modelos como: sequencial (Partial Design), Engenharia Simultânea (total design), funil de desenvolvimento (Clark e Wheelwright), LEAN (sistema Toyota da família Toyoda), design for SIX Sigma (DFSS), Abordagem Phase Review (McGrath), Stage-Gates (Cooper) e modelo da maturidade (CMMI do SEI) e (OPM3 da PMI) permitiram aprofundar aspectos importantes do gerenciamento de projetos e de desenvolvimento de produtos. Esses contribuíram para construir a metodologia proposta, principalmente nos aspectos referentes à: integração das fases, gerenciamento de tempo e qualidade, divisão de problemas em subproblemas, processo de tomada de decisões baseada no modelo de funil

de decisões e de maturidade e processos contínuos, sistemáticos e gerenciáveis com uso de portões de verificação, avaliação e decisão.

A metodologia proposta buscou conduzir todo o conhecimento pesquisado durante a fundamentação teórica para a construção formal da sua estrutura e das ferramentas de apoio a sua utilização como: (1) o aplicativo de seleção, orientação e avaliação com uso de protótipos (2) os cartões de métodos e técnicas de prototipagem (*Prototypes cards*) com 59 cartões e (3) a planilha automatizada de gerenciamento do PDP.

Os resultados do aplicativo digital criando *link* com os *prototypes cards*, permitiu que os designers trabalhassem tanto com apoio de equipamentos digitais (computadores desktop, notebooks, tablets e smartphones), quanto os cartões de métodos, que poderiam ser levados para diversos ambientes, inclusive oficinas onde não seria indicado o uso de equipamentos eletrônicos.

Como um dos objetivos principais do trabalho era validar a metodologia proposta, estruturamos um experimento de Estudo de Caso-Controle (ECC) com formulações de pressupostos, verificação de variáveis dependentes (indicadores) e independentes (metodologias), estruturação de grupo experimental e de controle, coleta e análise de dados a partir de método comparativo.

A estrutura de treinamento proposta para o experimento, capacitando ambas as equipes no uso dos métodos e tecnologias de prototipagem e da equipe experimental no uso da metodologia proposta pelo nosso estudo, permitiu atrair e motivar os alunos de design da UNESP a se envolverem no experimento. Ele ampliou a visão desses alunos sobre o uso protótipos no processo de design e orientou adequadamente a equipe experimental no uso da metodologia da tese para que a mesma pudesse ser avaliada corretamente de forma comparativa.

A aplicação do experimento em formato de desafio projetual com 8h de duração, adaptando a proposta apresentada por Gill (2005) e Griffiths (2004) se mostrou eficiente. A estruturação de quadros e gráficos com o mapeamento de todas as atividades desenvolvidas pelas equipes ao longo do processo de design, no caso específico desse estudo, incluindo os 10 indicadores de eficiência definidos,

favoreceu a parametrização dos dados necessários à avaliação dos resultados do nosso experimento.

Acreditamos que estrutura do experimento de nossa pesquisa poderá ser utilizada com sucesso em outros estudos de nossa área, contribuindo para cientificação do design.

Mesmo o desafio projetual tendo sido estruturado em apenas 8h se comparado com as 24h proposta por Gill (2005) e Griffiths (2004), o tempo se mostrou suficiente para avaliação do processo de design e para se completar o desenvolvimento do produto. Esse fato tornou o desafio ainda maior, e permitiu ressaltar ainda mais as estratégias metodológicas das equipes e um exame ainda mais claro da sua influencia.

Os *briefings* projetuais, propondo o desenvolvimento de produtos com interfaces gráficas digitais, ampliou a complexidade, mas permitiu aos alunos experimentarem uma atividade nova e motivante, ainda pouco explorada ao longo do curso de design. Esse fato favoreceu o uso de uma ampla gama de métodos de prototipagem voltados para as três áreas do design: produto, gráfico e digital, que era uma das propostas do nosso estudo.

A utilização dos laboratórios avançado de desenvolvimento de produtos (CADEP) e o laboratório didático de materiais e protótipos (LDMP), permitiu as equipe terem acesso à diversos espaços e à diversas tecnologias de prototipagem: (a) prototipagem tradicional, com espaços de modelagem, pintura, marcenaria e serralharia; (b) prototipagem rápida, com equipamentos de digitalização, impressão, fresagem e roteamento 3D e (c) prototipagem virtual, com aplicativos de prototipagem de produtos em 3D, projeto gráfico e interfaces. Esse aspecto viabilizou a criação de um ambiente adequado e necessário para realização do experimento e para avaliação da metodologia.

Como os custos envolvidos no experimento foram altos, principalmente nos materiais e uso das impressoras 3D, o financiamento de uma agência de fomento à pesquisa, no caso, da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (A FACEPE), foi fundamental para viabilizar a execução do

desafio projetual e dos experimentos. Esses se tornariam inviáveis com recursos próprios.

A pesquisa ao utilizar procedimentos mistos, ou seja, qualitativos e quantitativos, com métodos de observação, captura e registro de avaliadores, posteriormente sincronizados, permitiu uma avaliação mais ampla. Posteriormente a quantificação dos dados coletados e geração de gráficos, realizado através da análise dos registros e do mapeamento dos 10 indicadores de eficiência ao longo das 8 horas do experimento, ampliam a confiabilidade dos resultados obtidos.

O objetivo principal da tese, de desenvolver e validar a metodologia de design mediada por protótipos, foi atingido. O experimento realizado confirma que a metodologia proposta contribui para um processo de design mais iterativo, a partir do uso e gestão dos protótipos em todas as fases, estágios e propósitos do processo de design, tendo atingido uma eficiência expressiva de 33,01% na média dos 10 indicadores estabelecidos, que validam a sua eficiência nas condições experimentais.

Durante a tese, desenvolvemos o aplicativo digital online de auxílio à seleção e uso dos protótipos no processo de design e validamos a sua aplicação no experimento, ao verificarmos que a sua utilização contribui para a escolha do protótipo adequado para cada área, fase, estágio e propósito de design.

Ao projetar as macro e micro fases da estrutura da metodologia, bem como, a planilha de acompanhamento e gestão do processo de design, a partir da teoria e dos princípios que guiaram o nosso estudo, ou seja, de um processo iterativo com uso de protótipos, conseguimos atingir o objetivo específico de transformar esses ciclos em um sistema periódico de prototipagem. Esses contribuem para a gestão de informação, comunicação, avaliação e seleção de alternativas ao longo de processo de design.

Ao aplicarmos e validarmos a metodologia experimental, atendemos também ao nosso pressuposto de que a metodologia de design estruturada em ciclos iterativos e sistema periódico de prototipagem, quando realizados com os protótipos adequados, tornam a gestão da informação, a comunicação e a metodologia de design de produtos mais eficientes.

O nosso estudo contribuirá com o processo de design, ao propor uma metodologia mais interativa, com um diálogo permanente com o material, possível através do uso de protótipos, em ciclos iterativos, sistemáticos e gerenciáveis, pois acreditamos que da mesma forma que uma criança precisa interagir com mundo para crescer, as nossas ideias e propostas de design, necessitam interagir com mundo para evoluir.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, Manoel Guedes ; PASCHOARELLI, L. C. ; SILVA, J. C. P. ; MENEZES, M. S. . **A importância dos protótipos no Processo de Design**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design P&D2012, São Luis. Anais do P&D, 2012.

ALCOFORADO, Manoel Guedes ; LANDIM, Paula da Cruz ; SILVA, J. C. P. **Hfg-Ulm e a origem da metodologia de design**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design P&D 2012, 2012, São Luis - MA. Anais do P&D, 2012.

ALCOFORADO, Manoel Guedes ; PLÁCIDO, José Carlos ; NEVES, André . **Comunicação Intermediada por Protótipos**. In: VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design CIPED, 2011, Lisboa - Portugal. Anais do VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design CIPED, 2011.

ALCOFORADO, Manoel Guedes. **Comunicação Intermediada por protótipos**. Dissertação de Mestrado. UFPE, 2007.

ALEXANDER, C. **Notes on the Synthesis of Form**. Cambridge: Harvard University Press, 1964.

ANDRIOLE, Stephen J. **Storyboard Prototyping: a new approach to user requirements analysis**. Wellesley: QED Information Sciences, 1989.

ANGGREENI, Irene Anggreeni. **Prototyping Tools for the Early Stages of Web Design**. Final Thesis. Department of Computer and Information Science, Linköpings universitet, 2006.

<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-6487> (acessado em março 2007).

ARCHER, B. **Systematic Method for Designers**, London: The Design Council, 1965.

ARLETH, Jens. **Most companies don't measure and don't know how well (or poorly) they are doing at product innovation: How to measure and improve your new-product development performance and practices**. Denmark: Stage-Gate.EU, 2010. Disponível em: <http://www.stage-gate.eu/articles> Acessado em 14/05/2013.

ARLETH, Jens. **Streamlining Your Company's Development Process: Opportunities made available by introducing Stage-Gate**. Denmark: Stage-Gate.EU, 2011. Disponível em: <http://www.stage-gate.eu/articles> Acessado em 14/05/2013.

ASIMOV, Morris. **Introduction to Design**. Prentice-Hall, New Jersey, 1962

AVRAHAMI, Daniel; HUDSON, Scott E.. **Forming Interactivity: An tool for Rapid Prototyping of Physical Interactive Products**. Proceedings of the conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques. London, 2002.

BACKX, Hugo Borges, **O modelo no projeto de produto: uma proposta para classificação de modelos tridimensionais**. Estudos em Design, v.2, n.1, p. 81-86, julho, 1994.

BANZI, A. **Modernità debole e diffusa: il mondo del progetto all'inizio del XXI secolo**. Milano: Skira, 2006. 180 p.

BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. de. **Metodologias de Pesquisa em Ciências: análises quantitativa e qualitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

BAUDRILLARD, Jean. O mundial e o universal. In: _____. **Tela**

total: mito-ironias da era do virtual e da imagem. Porto Alegre: Sulina, p. 127-132, 1997.

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2001.

BAXTER, Mike. **Projeto do produto: Guia Prático para o desenvolvimento de novos produtos**. Tradução de Itiro lida. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

BECK, U. **Che cos'è la globalizzazione**. 198 p. Roma: Carroci, 1999.

BERNSEN, Niels Ole ;DYBKJAER, Hans; DYBKJAER, Laila. **Wizard of OZ prototyping: When and How?** CCI Working Papers in Cognitive Science and HCI, v. WPCS-94-1, Centre for Cognitive Science, Roskilde University, 1994.

BOMFIM, G. A. **Metodologia para desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Editora da UFPB, 1995.

BONSIEPE, Gui. **Teoria y práctica del diseño industrial**. Barcelona: Gustavo Gli, 1978.

BONSIEPE, Gui. **A Tecnologia da Tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

BROWN, Tim. **Design Thinking**. Harvard Business Review. p. 86-97. Jun 01, 2008.

BUCHENAU, Marion; SURI, Jane Fulton. **Experience Prototyping**. Proceedings of the conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques. New York, p.424-433, 2000.

[www.ideo.com/pdf/FultonSuri&Buchenau-Experience_Prototyping\(ACM_8-00\).pdf](http://www.ideo.com/pdf/FultonSuri&Buchenau-Experience_Prototyping(ACM_8-00).pdf)
(acessado em novembro 2006).

BUDDE, R; KAUTZ, K; KUHLENKAMP, K; H.Zullighoven **Prototyping: an approach to evolutionary system development**. Berlin: Springer, 1992.

BULLINGER, H., BREINING, R., BAUER, W. **Virtual Prototyping – State of the Art in Product Design**. Proceedings of the 26th International Conference on Computers and Industrial Engineering. Melbourne, p. 103-107, 1999.

BURDEK, Bernhard E. **História, Teoria e Prática do Design de Produtos**. Trad. Freddy Van Camp. São Paulo: Ed Edgard Blucher, 2006.

BUSKIRK, R. Van; MORONEY, B. W. **Extending Prototyping**. IBM Systems Journal. n. 4, p. 613–623, 2003

BYLUND, Nicklas. **Models, Methods and tools for car body development**. Tese de doutorado. Gothenburg: Lulea University of Techonology – Division of Computer Aided design, 2002.

CARTER, S. e MANKOFF, J. . **Momento: Early Stage Prototyping and Evaluation for Mobile Applications**. Technical Report CSD-05-1380, UC Berkeley, 2005.

- CASTORIADIS, Cornelius. **A Instituição Imaginária da Sociedade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.
- CHEN, Jack. **SUEDE: A Speech User-interface Experimenting Design Environment**. Master's Report, Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California, Berkeley, CA, 2000.
- CHRISSIS, M. B.; KONRAD, M.; SHRUM, S. **CMMI: Guidelines for process integration and product improvement**. USA: Addison-Wesley, 2003.
- CHOI, S. H.; SAMAVEDAM, S. **Visualisation of Rapid prototyping**. Rapid Prototyping Jornal. v.7, n. 2, p.99-114, 2001
- CONSTANTINE, Larry. **Cutting Corners: Shotcuts in model-driven web design**. ACM Press. New York, p.177-184, 2001
- CONSTANTINE, Larry. **Rapid Abstract Prototyping**. Software development, outubro, 1998.
- COOK, Damon J.; BAILEY, Brian P. **Understanding Designers' Use of Paper in Early Design and its Implication for Informal Tools**. In Proceedings OzCHI, 2005.
- COOPER, Robert G. **Maximising Productivity in New-Product Development**. Denmark: Stage-Gate.EU, 2011. Disponível em: Acessado em 14/05/2013.
- COOPER, Robert G; KLEINSCHMIDT, Elko J. **Stage Gates process for New Product Success. Innovation Management**. Denmark: Stage-Gate.EU, 2001.
- COOPER, Robert G. Perspective: **Third-Generation new product process**. Journal of Product Innovation Management. n.11. p3-14. New York: Elsevier, 1994.
- COUGHLAN, Peter; MASHMAN, Robert. **Once is not enough: repeated exposure to and aesthetic evaluation of an automobile design prototype**. Design Studies 20. p. 553-563. Great Britain: Elsevier Science, 1999.
- CRESWELL, JOHN W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Magda Lopes; 3a edição. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p.
- CROSS, Nigel. Engineering **Design Methods: Strategies for Product Design**. 3 Ed. John Chichester: Wiley & Sons Ltd, 2005.
- CURTIS, G., e VERTELNEY, I., **Storyboards and sketch prototypes for rapid interface visualization**. CHI 1990 Tutorials, 1990.
- DAI, F., GOBEL, M. **Virtual Prototyping – An Approach Using VR-technique**. Proceedings of the 1994 ASME Computers in Engineering Conference. Minneapolis, 1994.
- DAVIS, Richard C.; SAPONAS, T.Scott; SHILMAN, Michael; LANDAY, James. **SketchWizard: Wizard of Oz Prototyping of Pen-Based User Interfaces**. Proceeding of the 20th annual ACM Symposium on User Interface Software and technology (UIST'07). p. 117-128. Newport, Rhode Island, USA. 2007
- DEARDEN, Andy; SIDDIQI, Jawed; NAGHSH, Amir. **Using cognitive dimensions to compare prototyping techniques**. Work in Progress paper at PPIG, 2003.

DEGRAFF, Jeff; LAWRENCE, Katherine **A. Creativity at Work: Development right Practices to make innovation happen.** San Francisco: Jossey-Bass, 2002

DENIS, Rafael Cardoso. **Design, Cultura material e o Fetichismo dos objetos.** São Paulo: Revista Arcos, v. 1, 1998.

DIMITROV, D; SCHREVE, K.; BEER, N. **Advances in three dimensional printing – State of the art and future perspective.** Esmerald – rapid prototyping jornal. v.12, n.3. p.136-147, 2006.

DUBRAVCIK, Michal; BABJAK, Štefan e KENDER, Štefan. **Product Design Techniques.** Automotive Production American International Journal of Contemporary Research Vol. 2 No. 5; May 2012.

ELLIOTTE, Louise. **Collaborative Design: Cut Cycle Times and Costs.** Revista Desktop Engineering. v.8 n.7. Helmers Publication. Março, 2003.

EVANS, Mark A. **Rapid Prototyping and industrial design practice: Can haptic feedback modeling provide the missing tactile link?** Esmerald - Rapid Prototyping Jornal. v.11, n.3, p.153-159, 2005

EVANS, Mark A. CAMPBELL, R. Ian. **A comparative evaluation of industrial design models produced using rapid prototyping and workshop-based fabrication techniques.** Rapid Prototyping Journal. v.9, n.5, p. 344-351, 2003.

EVERAERT, Patrícia; BRUGGEMAN, Werner. **Cost targets and time pressure during new product development.** Internacional Jornal of Operations & Production Management. v. 22, n 12, p. 1339-1353, 2002.

FARELL, Vivienne et al.. **PICTIOL: a case study in participatory design OZCHI '06 Proceedings of the 18th Australia conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments.** p. 191-198. New York: ACM, 2006.

FERRÃO, Leonor. **A propósito de metodologia de Design.** Artitextos, 2006

FERRARA, Lucrecia D'Alessio. **Cidade: Imagem e Imaginário.** Conferência no seminário "imagem da cidade" UFRGS, Abril, 1994.

FINIZIO, G.. **Design e management: gestire l'idea Ginevra.** 245 p., Milano: Ed. Skira: 2002

FORTI, Fábio Siqueira D'Alessandri Forti. **Uma avaliação do Ensino de prototipagem virtual nas graduações de Design de produto no estado do Rio de Janeiro.** Dissertação. COPPE/UFRJ – Engenharia Civil, 2005

FOX, Brent. **Game Interface Design.** Boston: Thomson course technology, 2005.

GALITZ, Wilberto O. **The essencial guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques.** 2a edição. New York: John Wiley and Sons, 2002 .

GEBHARDT, Andreas. **Rapid Prototyping.** Ohio: Hanser, 2003.

GEORGE, Michael L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma quality with Lean production speed.** New York: McGraw-Hill, 2002.

GIBSON, I. **Rapid Prototyping: A Tool for Product Development**. Computer-Aided Design & Application, v. 2, n. 6, p. 785-793, 2005

GIBSON, I; BROWN, D. J., COBB, S.V. **Virtual Reality and Rapid Prototyping**. Virtual Reality in Engineering, IEE, p.51-63 London: in Warwick, K., Gray, J. and Roberts, D. (Eds.), 1993

GILL, S., JOHNSON, P., DALE, J., LOUDON, G., HEWETT, B. ; BARGAM, G. **The traditional design process versus a new design methodology: a comparative case study of a rapidly designed information appliance**. The Proceedings of the Human Oriented Informatics & Telematics Conference. York: University Of York, 2005.

GILL, Steve; et al.. **How to design and prototype an information appliance in 24 hour – integrating product & Interface design processes**. Proceedings of The 6th international conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, Delft University of Technology, May 29 - June 1, 2005

GILL. Robert W. **Basic Rendering: Effective Drawing for designers, Artists and Illustrators**. New York :Thames and Hudson, 1991.

GLADDEN, G. (1982), **Stop the life-cycle, I want to get off**. Software Engineering Notes. ACM SIGSOFT. v. 7, n.2, p. 35-39, 1982.

GREENBERGER, Saul. **Prototyping for Design and Evaluation.CPSC**. California, 1998.

<http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~saul/681/1998/prototyping/survey.html> (acessado em novembro 2006).

GREEN, T.R.G. & BLACKWELL, A. F. **Cognitive Dimensions of information artefacts: a tutorial**. Version 1.2. revision of “Cognitive Dimensions of notations and other Information Artefacts” at HCI’98, October 1998.

<http://www.cl.cam.ac.uk/~afb21/CognitiveDimensions/CDtutorial.pdf> (acessado em abril 2007)

GRIFFITHS, R. **The 24-hour Product – From concept to interactive model in less than a day**. Proceedings of The 2nd International Engineering and Product Design Education Conference, September 2 – 3. Delft: The Netherlands, 2004.

GRINOVER, Lúcio et al. **Desenho Industrial. Atividades e trabalhos didáticos**, AUP-438, Desenho Industrial III, 1o Projeto. São Paulo: FAUUSP, 1982.

GOLDSCHMIDT, Gabriela; PORTER, William L. **Design Representation**. London: Springer, 2004.

HALL, Stuart. **Identidade Cultural na Pós-modernidade**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

HALLGRIMSSON, Bjarki. **Prototyping and Modelmaking for Product Design**. London: Laurence King Publishing, 2012.

HARKER, Susan. **Rapid Prototyping as a Tool for User Centered Design**. Journal Human-Computer Interaction, p. 365-372, 1987.

HARTMANN, Bjorn.; S. R. Klemmer, et al.. **Reflective physical prototyping through integrated design, test, and analysis**. Proceedings of UIST 2006: ACM Symposium on User Interface Software and Technology. Montreux, Switzerland, 2006.

HARTMANN, Bjorn et al.. **Wizard of Oz Sketch animation for experience prototyping**. proceedings of Ubicomp 2006, Setembro - 2006.

HOLTZMAN, T. G. **Computer-Human Interface solution for emergency medical care. Interactions**. v.6 n.3, p.13-24, 1999.

HOLMQUIST, Lars Erik. **Prototyping: Generating ideas or cargo cult designs?** Interactions, Março-abril, p. 48-54, 2005

HOPKINSON, Neil; DICKENS, Phill. **Rapid prototyping for direct manufacture**. Rapid Prototyping Journal. v. 7, n. 4, p.197-202, 2001

HOUDE, Stephanie; HILL, Charles. **What do Prototypes Prototype?** Cupertino: Apple Computer, Inc, 2004. Disponível em: < www.viktoria.se/fal/kurser/winograd-2004/Prototypes.pdf>

HOYSNIEMI, Johanna; READ, Janet. **Wizard of OZ Studies with Children**. Proceedings of Interact 2005 Workshop on Child Computer Interaction: Methodological Research. Rome, September, 2005

HUTCHINS, E.L., HOLLAN, J.D. and NORMAN, D.A. **Direct manipulation interfaces. Human-Computer Interaction**. v.1, p. 311-338, 1985

ICSID(International Council of Societies of Industrial Design) Definition of Design <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm> (acessado em Abril/2007).

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo : Edgard Blücher, 2005

JONES, Matt; MARSDEN, Gary. **Mobile Interaction design**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2006

JONES, J.C. **Design Methods**. Chichester: John Wiley, 1970

KAI, Chua Chee; FAI, Leong Kah; CHU-SING, Lim. **Rapid Prototyping: Principles and Applications**. 2nd edition. Singapore: World Scientific, 2003

KATZ, Gerry. **Rethinking the Product development Funnel**. Visions, 2011.

KJELDSKOV, J. and HOWARD, S. **Envisioning mobile information services: combining user and technology-centered design**. Proceedings of the 6th Asia Pacific Conference, APCHI 2004, LNCS 3101. Nova Zelândia, Springer, p. 180–190, 2004.

KLEIN, N.. **No logo: economia globale e nuova costellazione**. 454 p. Milano: Baldini & Castoldi, 2001

KLEMMER, Scott R. ; SINHA, Anoop K.; CHEN, Jack; LANDAY, James A.; ABOOBAKER, Nadeem Aboobaker; WANG, Annie. **A Wizard of Oz Prototyping Tool for Speech User Interfaces**. UIST. CHI Letters. v.2, n.2, p.1-10, 2000.

KOOIJMANS, Tijn; REESKAMP, Wouter; SLEGERS, Anouk; PLOEGMAKERS, Katrien. **IndiAction: a case study on user centered product design methods in rural India**. Department of Industrial Design University of Technology Eindhoven, 2005. Disponível

em: http://www.kooijmans.nu/publications/Kooijmans_SIDER05.pdf (acessado em 11/07/2013)

LANDAY, James A. **DENIM: Finding a Tighter Fit Between Tools and Practice for Web Site Design & The NetRaker Suite of Web Site Usability and Market Research Tools**, 2000

<http://http.cs.berkeley.edu/~landay/research/talks/razorfish-denim/index.htm> (acessado em abril 2007)

LANDAY, J. A., and MYERS, B. A. **Interactive sketching for the early stages of user interface design**. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., p. 43–50, 1995.

LANDAY, J. A., and MYERS, B. A. **Sketching Interfaces: toward more human interface design**. IEEE Computer. v.34, n.3, p. 56-64, 2001.

LANSDALE, Mark. W.; ORMEROD, Thomas. **Understanding Interfaces: A handbook of human-computer dialogue**. London: Academic Press, 1995.

LEE, Woohun. e PARK, Jun. **Augmented foam: A tangible augmented reality for product design**. In ISMAR '05, pp. 106-109. 2005.

LELIE, C. van der. **The value of storyboards in the product design process**. Personal and Ubiquitous Computing, 10(2–3), p. 159–162. 2006.

LI, Yang e LANDAY, James. **Activity-Based Prototyping of Ubicomp Applications for Long-Lived, Everyday Human Activities**, CHI 2008, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems: pp. 1303-1312. CHI Best Paper Award Nomination. Florence, 2008.

LIMA, Marco Antônio Magalhães; MEDEIROS, Estevão Neiva. **A semântica no projeto de produtos**. Estudos em Design, p. 69-88, v.8, n.2, Maio, 2000.

LIN, James; NEWMAN, Mark W.; HONG, Jason I.; LANDAY, James A. . **DENIM: An Informal tool for early stage web site Design**. Extended Abstracts of Human Factors in Computing Systems: CHI 2001. p. 205–206. Seattle, 2001

LIN, James, et. al. **DENIM: Finding a Tighter Fit Between Tools and Practice for Web Site Design**. CHI Letters: Human Factors in Computing Systems, CHI 2000, p.510-517, 2000.

LIN, James. **A visual language for a Sketch-Based UI prototyping tool**. Proceedings CHI '99 Extended Abstracts. Pittsburgh, PA. p.298-299, 1999.

LIN, James. **An Ink and Voice Annotation System for DENIM**. 1999.

<http://www.cs.berkeley.edu/~jfc/hcc/courseF99/projects/lin.pdf> (acessado em abril 2007)

LIU, Guohe; LOH, Han Tong; BROMBACHER, A.C. e TAN, Hong San. **Design animation for rapid product development**. disponível em: <http://www.cdt.nus.edu.sg/research/doc/ICMA%20Hong%20Kong%20Dec.pdf> (acessado em 12/09/2013)

LIU, Guohe et al.. **Design Animation for Rapid Product Development**. Proceedings of International Conference on Manufacturing Automation, p.99-106, December 10-12, Hong Kong, 2002.

LOBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para configuração dos produtos industriais**. Tradução de Freddy Van Camp. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

LOCH, Christoph H. Loch, KAVADIAS, Stylianos. **Handbook of New Product Development Management**. BurlingtonButer: Butterworth-Heinemann, 2008

LOPEZ, Samual M.; WRIGHT, Paul K. **The Role of Rapid Prototyping in product development process: A Case Study on ergonomics factors of handheld video game**. Esmerald – rapid prototyping. v.8, n. 2, p.116-125, 2002.

MADSEN, Kim H. e AIKEN, Peter. **Experiences Using Cooperative Interactive Storyboard Prototyping**. Communications of the ACM. Volume 36, Issue 4. p. 57-67, 1993.

MACARRÃO, Leonardo Júnior. **Importância do uso de mock-ups e de técnicas de prototipagem e ferramental rápido no processo de desenvolvimento de produto na indústria automotiva**, 141p. Dissertação (Mestrado da Escola Politecnica), USP, São Paulo, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 4ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; PRESOTTO, Zélia Maria Neves. **Antropologia: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 2001.

MARCZYK, Geoffrey; DEMATTEO, david e FESTINGER, David. **Essentials of Research Design and Methodology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005

MAULSBY, D., GREENBERG, S. and MANDER, R. **Prototyping an intelligent agent through Wizard of Oz**. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Amsterdam, 1993.

MAURI, Francesco. **Progettare Progettando Strategia**. Milano: Ed. Dunob, 1996

MEALING, Stuart. **Art and Science of computer animation**. Exeter-England: Intellect, 1998.

MEDLAND, Tony. **An Engineering Designer's view of virtual engineering and rapid prototyping. world class design to manufacture**. MCB university press. v.2, n 3, p.41-44, 1995.

MOGGRIDGE, Bill. **Designing Interactions**. Mit Press, 2006

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem as coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

MUÑOZ, Richard., MILLER-JACOBS, Harold. H., SPOOL, Jared. M., VERPLANK, Bill., **Search of the Ideal Prototype**. CHI '92 Conference Proceedings. Reading: Addison-Wesley, 1992.

MORAES, Dijon de. **Metaprojeto: o Design do Design**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010

MURDOCH, J., McDERMID, J.A.; **Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) and Systematic Design**. High Integrity Systems Engineering Group. New York: Disponível em: <ftp://ftp.cs.york.ac.uk/pub/hise/Failure%20Modes%20&%20Effects%20Analysis.pdf> (acessado em 25/06/2013)

NAM, T. J.; GILL, Steve. **Framework for information Ergonomics**. In Industrial Design Education: Application of a Dynamic rapid prototyping method. Education Seminar ICSID, 2001

www.uwic.ac.uk/sped/research/PAIPR/Publications/FullPaper_EducationSeminar_ICSID2001.pdf (acessado em dezembro 2006)

NAM, T. -J.; LEE, W. **Integrating hardware and software: augmented reality based prototyping method for digital products**. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '03). p. 956–957. Flórida: ACM Press, 2003.

NEWELL, A.; SIMON, H.A. **Human Problem Solving**. Englewood Cliffs N.J: Prentice Hall, 1972.

NEWMAN, M.W.; LIN, J.; HONG, J.I.; LANDAY, J.A. **DENIM: An Informal Web Site Design Tool Inspired by Observations of Practice**. Human-Computer Interaction Journal. v.18, n.3, p. 259-324, 2003.

NEWMAN, M. W; LANDAY, J. A. **Sitemaps, Storyboards, and Specifications: A Sketch of Web Site Design Practice**. Proceedings of Designing Interactive Systems, NewYork, p.263-274, 2000.

NIELSON, J. **Paper versus computer implementations as mockup scenarios for heuristic evaluation**. Proceedings of the Third International Conferences on Human-Computer Interaction. p. 315-320, 1990.

NORMAN, Donald A. **Emotional Design**. New York: Basic Books, 2004.

NORMAN, Donald A. **The Psychology of Everyday Things**. USA.: Basic Books, 1988.

ONO, Maristela Mitsuko. **Design e Cultura: Sintonia Essencial**. Curitiba: Autores Paranaenses, 2006.

PARK, Hyungjun, MOON, Hee-Cheol, LEE, Jae Yeol. **Tangible augmented prototyping of digital handheld products**. Computers in Industry, Vol. 60-2, pp. 114-125. 2009.

PASCHOARELLI, L.C. **Usabilidade aplicada ao design ergonômico de transdutores de ultra-sonografia: uma proposta metodológica de análise e avaliação do produto** [Tese de Doutorado]. São Carlos: UFSCar, 2003, 142p.

PETRIE, Jennifer N.; SCHNEIDER, Kevin. **Mixed-Fidelity Prototyping of User Interfaces**. 2006

<http://www.collectionscanada.ca/obj/s4/f2/dsk3/SSU/TC-SSU-02072006220157.pdf> (acessado em abril 2007)

PMI. Organizational Project Management Maturity Model (OPM3). Knowledge Foundation, white paper, 2003, 195p.

RANEY, Colin e JACOBY, Ryan. **Decisions by Design: Stop Deciding, Start Designing**. Rotman Magazine Winter. Jan,2010.

REEDER, Kevin. **Visual Storyboarding Provides a Conceptual Bridge From Research to Development**. Development Technology Teacher. Vol. 65 Issue 3, p9-167. 4p. nov, 2005.

REEDER, Kevin. **Using Storyboarding Techniques to Identify Design Opportunities: When Students Employ Storyboards, They Are Better Able to Understand the Complexity of a Product's Use and Visualize Areas for Improvement.** Development Technology Teacher. Vol. 64 Issue 7, p9. Abril, 2005.

RIGHETTI, Xavier. **Study of prototyping tools for user interface design.** Tese de doutorado. Geneva: University of Geneva, 2005.

RITTEL, H. **The state of the art in design methods.** Design Research and Methods (Design Methods and Theories) Vol .7 N 2. p. 143-147, 1973.

RIZZO, Antonio; MARCHIGIANI, Enrica; ANDREADIS, Alessandro. **The AVANTI Project: Prototyping and evaluation with a Cognitive Walkthrough based on the Norman's model of action.** ACM Conference on Designing Interactive Systems. Amsterdam, 1997.

RODGERS, Paul; BRODHURST, Libby e HEPBURN, Duncan. **Crossing Design Boundaries.** Proceedings of the 3rd Engineering & Product Design Education International Conference. 15-16 September. Edinburgh: Taylor & Francis, 2005

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jenny. **Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction.** New Delhi: Wiley India, 2002.

ROOKS, Brian. **A Shorter product development time with digital mockup.** Assembly automation. MCB University press. v. 18, n. 1, p. 34-38, 1998.

ROSEN, David W. et al. (2003). **The rapid tooling testbed: a distributed design-for-manufacturing system.** Rapid Prototyping Journal. v.9, n.3, p.122-132, 2003.

ROUSE, William B. **Design for Success: A Human-Centered Approach to Designing Successful Products and Systems.** Chichester: John Wiley & Sons Inc, 1991.

ROZENFELD, Henrique et al.. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

RUDD, Jim, STERN, Ken, ISENSEE, Scott. **Low us High fidelity prototyping debate.** ACM Interactions Interactions, v. 3, n. 1, p.76–85, 1996.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, Pilar B. **Metodologia de pesquisa.** 3.ed. São Paulo: Mc Graw, 2006.

SANDERS, E.B. **Converging Perspectives: Product Development Research for the 1990s.** Design Management Journal. Fall, 1992.

SANTOS, José Luiz dos. **O que é cultura.** São Paulo: Brasiliense, 2006.

SAURA, Carlos Eduardo; DEDINI, Franco Giuseppe. **Prototipagem rápida aplicada a cadeira de desenvolvimento de produtos.** X Simpep - Simpósio de engenharia de produção. São Paulo, 2003

<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais10/engprodprocesso/arq05.PDF> (acessado em novembro 2006)

SAYER, Natalie J. e WILLIAMS, Bruce. *Lean for Dummies.* Hoboken, NJ: Wiley Publishing, Inc., 2007.

SCHAUER, Brandon. **Sketchboards: Discover Better + Faster UX Solutions**. December 14, 2007. <http://www.adaptivepath.com/ideas/sketchboards-discover-better-faster-ux-solutions/> (acessado em 20/02/2014).

SCHRAGE, M. Cultures of Prototyping. **Bringing Design to Software**. Boston: Addison-Wesley, 1996.

SCHKOLNE, Steven. **Drawing with the Hand in Free Space: Creating 3D Shapes with Gesture in a Semi-Immersive Environment**. Leonardo, Volume 35, Number 4, p. 371-375. Mit Press, 2002.

SCHUMANN, Jutta et al. **Assessing the Effect of Non-Photorealistic Rendered Images in CAD**. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Common Ground, p.35-41, 1996.

SCHWAAB, Marcio;PINTO, José Carlos. **Análise de Dados Experimentais: Fundamentos de Estatística e Estimação de Parâmetros**. Vol I. Rio de Janeiro: e-papers, 2007.

SELLE, G. **Ideologia y utopia del Diseño**. Barcelona, Gustavo Gili, 1975.

SHAH, J. J., VARGAS-HERNANDEZ, N., SUMMERS, J. D., & Kulkarni, S.. **Collaborative sketching (C-sketch) e an idea generation technique for engineering design**. The Journal of Creative Behavior. Volume 35, Issue 3, 2011.

SHOUQIAM, Sun ; ZONGKAI, Lin. **Model and techniques of computer supported cooperative conceptual design**. Journal: Integrated Manufacturing Systems. Publisher: MCB UP Ltd. v. 14, n.6, p.530 – 536, 2003.

SILVA, João Gilberto Corrêa. **Estatística Experimental: Planejamento de Experimentos**. Versão preliminar. Pelotas, 2007.

SINHA, Anoop K. et al.. **SUEDE: Iterative, Informal Prototyping for Speech Interfaces. Video poster in Human Factors**. Computer Systems: CHI 2001 Conference Extended Abstracts, Seattle, p. 203-204, 2001.

SMITH, P. G. ; REINETSEN, D. G. **Developing products in half the time**. New York: Von Nostrand Reinhold, 1998.

SMPAROUNIS, Konstantinos, MAVRIKIOS, Dimitris, PAPPAS, Menelaos, XANTHAKIS, Vagelis, VIGANO, Giovanni Paolo e PENTENRIEDER, Katharina (2008): **A Virtual and Augmented Reality Approach to Collaborative Product Design and Demonstration**. Proceedings of the 14th International Conference on Concurrent Enterprising ICE 2008, Lisboa, 2008.

SCHNEIDER, Beat. **Design uma introdução: o design no contexto social, cultural e econômico**. São Paulo: Blucher, 2010.

SNYDER, Carolyn. **Paper Prototyping: The fast and easy way to define user interfaces**. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2003.

SONG, P., KROVI, V., KUMAR, V., MAHONEY, R. **Design and Virtual Prototyping of Human-worn Manipulation Devices**. Proceedings of the 1999 ASME Design Technical Conference and Computers in Engineering Conference, DETC99/CIE-9029, Las Vegas, p.11-15, 1999.

SOUZA, Hiran R. **Desenhista de Máquinas**. São Paulo: Pro-tec, 1972.

SPENCER, Donna. **Card Sorting: Designing Usable Categories**. Rosenfeld Media, New York: USA, 2009.

STRAUB, Ericson et al.. **ABC do Rendering**. Curitiba: Infolio, 2004.

SURI, Jane Fulton. **Developments in design practice**. San Francisco: IDEO, 2005

http://www.ideo.com/pdf/fultonsuri-developments_in_design_practice.pdf (acessado em setembro 2006)

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Metodologia da Pesquisa**. 2.ed. Curitiba, IESDE Brasil S.A., 2009.

TRUONG, K. N.; HAYES, G. R. e ABOWD, G. D. **Storyboarding: an empirical determination of best practices and effective guidelines**. Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems, p.12-21. New York: ACM, 2006.

TSENG, M; JIAO. J; SU. C. J. **Virtual prototyping for customized product development. integrated manufacturing systems**. v.9, n.6, p.334-343, 1998.

TVERSKY, Barbara. **What do Sketches say about Thinking?** Sketch Understanding, Papers from the AAAI SpringSymposium. p.148–151, 2002.

TU Delft OpenCourseWare on Jul 05, 2010 <http://pt.slideshare.net/DelftOpenEr/the-brainstorming-method>.

TULLIS, T. S. **High Fidelity prototyping throughout the design process**. Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting (Human Factors Society). Santa Monica, p. 266, 1990.

ULLMAN, D. G. **The mechanical design process**. 4a Edição. New York : McGraw-Hill, 2010.

ULLMAN, David G. **The Mechanical Design Process**. 4th edition. New York: Mc Graw Hill, 2009.

ULLMAN, D. G. **The mechanical design process**. 2a Edição. New York : McGraw-Hill, 1997.

ULLMAN, D. G. **The mechanical design process**. 3a Edição. New York : McGraw-Hill, 2003.

ULLMAN, D. G, WOOD, Stephen, CRAIG, David **The Importance of drawing in the mechanical design process**. Computers & Graphics. v. 14, n.2, p.263-274, 1990.

VERPLANK, Bill. **Interaction Design Sketchbook**. dezembro, 2009. disponível em: <http://www.billverplank.com/lxDSketchBook.pdf> (acessado em 11/09/2013)

VILAS, Carlos M. **Seis Ideias falsas sobre a Globalização**. Estudos de Sociologia, Ano 3, n.6, 1999, p. 21-61.

VOLPATO, N. **Prototipagem rápida / ferramental rápido no processo de desenvolvimento de produto**. Revista Máquinas e Metais. São Paulo: Aranda Editora. Ano XXXV, N° 401, junho, p. 76-89, 1999.

ZATTA, A. M. ; ALCOFORADO, Manoel Guedes . **Design, complexidade e Cultura de Prototipagem**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design P&D 2012, São Luis - MA. Anais do P&D, 2012.

WAINWRIGHT, Charles. **Design: a missing link in manufacturing strategy**. World class design to manufacturing. v.2, n.3, p.25-32, 1995.

WALSH, G. Walsh et al.. **DisCo: a co-design online tool for asynchronous distributed child and adult design partners**. IDC'12 Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Childre. p. 11-19. Bremen, 2012.

WANG, G. Gary. **Definition and Review of Virtual Prototyping**. Transactions of the ASME, Journal of Computing and Information Science in Engineering. v.2, p. 232-236, 2002.

WALKER, Miriam; TAKAYAMA,Leila; LANDAY, James A. **High-fidelity or low-fidelity, paper or computer? Choosing attributes when testing web prototypes**. Proc. Human Factors and Ergonomics Soc. 46th Ann. Meeting, Human Factors and Ergonomics Soc. p. 661–665, 2002.

WEISS, Renee E; KNOWLTON, Dave S. e MORISSON, Gary R. **Principles for using animation in computerbased instruction: theoretical heuristics for effective design**. Computers in Human Behavior, vol.18 . p. 465–477, 2002.

WHEELWRIGHT.Steven C; CLACK, Kim B. **Accelerating the Design-buildtest Cycle for Effective Product Development**. International Marketing Review, Vol. 11 No. 1, pp. 32-46. Massachusetts, 1994.

WHITE, C; TALLEY A; JENSEN, D; WOOD, K, SZMEREKOVSKY, A; CRAWFOARD, R. **From Brainstorming to C-Sketch to Principles of Historical Innovators: Ideation Techniques to Enhance Student Creativity**. Proceedings of the 2010 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition, June 20 – 23. Louisville: Kentucky, 2010.

WOHLERS, T. **Rapid prototyping & tooling: State of the industry**. Fort Collins: Wohlers Associates, 1998.

WONG, Yin Yin. **Rough and ready prototypes: lessons from graphic design**. Posters and short talks of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, California, 1992.

YANG, Maria C. Yang, EPSTEIN, Daniel J. Epstein. **A Study of prototype, design activity e design outcome**. Los Angeles : Elsevier, 2005.

YORK, Judy, PENDHARKAR, Parag C. **Human-computer interaction issues for mobile computer in a variable work context**. Human-computer studies. Middletown: Elsevier, 2004.

ANEXOS

Anexo I – Ficha de Inscrição

MÉTODOS DE PROTOTIPAGEM &
DESAFIO PROJETUAL(prof^o Manoel Guedes)

Ementa: O curso tem como objetivo apresentar os diversos métodos de prototipagem física e digital voltados para o design de produto e de artefatos digitais, incluindo os métodos tradicionais e as novas tecnologias de prototipagem, como: a prototipagem e a manufatura rápida, a realidade virtual e aumentada e a digitalização 3D, e ainda, nivelar os alunos quanto ao uso dessas tecnologias no desenvolvimento do projeto. Após a primeira etapa de capacitação, serão formadas duas equipes e lançado um desafio de design para o desenvolvimento de um projeto em formato de competição. Durante a atividade, será avaliada a metodologia aplicada, o processo de design e os produtos gerados a partir dele.

Cronograma:

	Dia 22/10	Dia 29/10	Dia 05/11	Dia 12/11	Dia 14/11	Dia 19/11		Dia 21/10	Dia 22/10
14h às 18h	Processo de design	Prototipagem Virtual	Prototipagem Rápida	Metodologia Experimental de Design	Prototipagem tradicional	Metodologia Experimental de Design	8h às 12h 14h às 18h	Desafio Projetual (grupo 01)	Desafio projetual (grupo 02)
	Prototipagem no processo de design	Modelagem Digital 3D	Prototipagem CNC		Prototipagem em papel				
	Novas tecnologias de prototipagem	Rendering Digital	Digitalização 3D						

Inscrição:

Nome: _____

Data Nasc.: _____ Email: _____ Fone: _____

RA UNESP: _____ Ano de Ingresso: _____

Experiência:

Experiência com Metodologia de Design e Desenvolvimento de Projetos

 Metodologia de Design

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

 Gestão de Design

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

 Estágio na Indústria

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Experiência com Tecnologias de Digitalização e Impressão 3D

 Impressora 3D (3D Printer)

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

 Fresadora/Router CNC

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

 Digitalização 3D

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Anexo I - Ficha de Inscrição

Experiência com Tecnologias de Modelagem/Rendering 3D

Rendering Digital 3D

Quais? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Aplicativo CAD

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Aplicativo CAD/CAM

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Experiência com aplicativos gráficos e de desenvolvimento de interfaces digitais:

Software gráfico vetorial

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Aplicativos de Pintura/Fotografia

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Aplicativo WEB design

Qual? _____

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Experiência com Métodos e Técnicas de modelagem tradicional

Modelagem papel/cartão/papelão

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Modelagem com Espuma PU/EPS

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Modelagem com Massa/*Clay*

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Fibra de Vidro

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Vaccun Forming

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

MDF/Madeira

(-)				(+)
-----	--	--	--	-----

Bauru, 22 de outubro de 2013

Assinatura do Aluno

Anexo II - Planilha de experiência (parte II)

Experiência com Aplicativos Gráficos e de Desenvolvimento de Interfaces Digitais				Experiência com métodos e técnicas de modelagem tradicionais						
Softwares Gráficos Vetoriais	Aplicativos de Pintura/fotografia	Aplicativos de WEB		Modelagem com papel/Papelão	Modelagem com Espuma PU/EPS	Modelagem com massa/Clay	Fibra de Vidro	Vaccun Forming	MDF/Madeira	soma
		Design	soma							
Illustrator	1	photoshop	1	0	1	0	0	0	2	4
Illustrator	1	photoshop	1	0	2	0	0	0	2	5
Illustrator/Indesign	2	photoshop	2	0	2	0	0	0	2	6
CorelDraw	1	photoshop	1	1	1	1	0	0	1	4
	0	photoshop	2	0	1	3	1	0	1	6
Illustrator	2	photoshop/sketchbook	3	0	3	2	2	2	3	15
Illustrator	2	photoshop	2	0	2	1	0	0	0	3
	0	photoshop	2	0	1	1	0	0	2	5
Illustrator	2	photoshop	2	0	1	0	0	0	1	2
Illustrator	3	photoshop	3	0	3	2	0	0	3	8
	0	photoshop	0	0	0	0	0	0	0	0
Illustrator	3	photoshop	3	0	3	0	0	0	3	6
	3		1	2	1	2	1	1	1	10
	0	photoshop	3	0	3	3	3	0	2	14
Illustrator	3	photoshop	3	0	3	2	0	0	2	10
Illustrator	2	photoshop	2	0	3	3	0	0	0	6
	0	photoshop	0	0	2	0	0	0	3	5
	0	photoshop	0	0	2	3	0	0	0	7
Illustrator	1	photoshop	3	0	2	0	0	0	0	2
Illustrator	1	photoshop	0	0	1	2	0	0	1	4
Illustrator	1	photoshop	2	0	1	3	0	0	3	7
Illustrator	1	photoshop	2	0	1	0	0	0	0	3
Illustrator	1	photoshop	1	0	2	1	0	0	0	4
Illustrator	1	photoshop	2	0	1	1	0	0	0	3
Illustrator Básico	1	Photoshop Básico	1	0	3	2	1	0	3	10
Illustrator/ CorelDraw	2	photoshop	2	0	2	0	0	0	0	2
Illustrator	1	photoshop/ Lightroom	3	0	1	0	1	1	1	7
Illustrator	2	photoshop	2	0	1	1	0	0	0	2
Illustrator	2	photoshop	3	2	2	0	0	0	1	3
Illustrator	2	photoshop	3	2	3	3	2	2	3	16

Anexo III – Briefing Desafio 1

DESAFIO PROJETUAL

Briefing: Desenvolver um artefato para prática do atletismo, voltados para jovens atletas na faixa de 18 e 24 anos, da classe A e B, e que possibilitem a estes acompanhar o seu desempenho físico durante as práticas esportivas e ajudem a melhorar o desempenho e a segurança. O artefato deve incluir também recursos para lazer, como: dispositivos de áudio e vídeo nos formatos Mp3 e Mp4 com possibilidade baixar conteúdos para assistir e escutar com fone de ouvido, de forma a tornar todo o período de atividade mais prazeroso. O artefato deve ser utilizado preso ao corpo, compacto e projetado para ser produzido em plástico através de qualquer uma das tecnologias disponíveis na indústria. O artefato deve ter uma tela com interface digital e atender as expectativas dos usuários, da indústria e do mercado, considerando todos os aspectos previstos em um bom design. O artefato irá compor uma nova linha de produtos inovadores proposto pelo fabricante.

Empresa: Oregon Scientific (www.oregonscientific.com)

Cronograma:

Horários					
8h às 8h30	8h30 às 12h30	12h30 às 14h	14h às 18h	18h	8h (dia seguinte)
Apresentação do briefing e orientações finais	Início do Desafio Projetual	Intervalo para Almoço	Reinício do Desafio Projetual	Término do Desafio e horário limite para iniciar a impressão/fresamento nas máquinas de prototipagem rápida	Limite para o término das impressões/Fresamento nas máquinas de prototipagem rápida

Orientações:

1. Todas as atividades do Desafio Projetual deverão ser desenvolvidas no espaço do CADEP e Laboratório Didático de Modelos e protótipos
2. Só poderão ser utilizados os equipamentos dos laboratórios (incluindo os computadores) e os materiais disponibilizados pela organização do Desafio Projetual.
3. Não é permitida a comunicação externa para finalidade de consulta/orientação relacionado ao projeto que está sendo desenvolvido no Desafio projetual.
4. Não poderá ser estabelecida, em hipótese alguma, comunicação entre as equipes adversárias sobre o briefing projetual, bem como, pelo o desenvolvimento e resultados do projeto realizado, até o término do Desafio.
5. As máquinas do Laboratório Didático de Modelos e protótipos com etiquetas vermelhas só poderão ser manipuladas pelos técnicos e as amarelas com auxílio/orientação dos mesmos.
6. As máquinas de prototipagem rápida do CADEP só poderão ser manuseadas pelos técnicos de cada setor do CADEP.
7. A equipe pode terminar o projeto antes do horário limite (18h), desde que tenha chegado a proposta final do projeto.

BOM DESAFIO!

Manoel Guedes

Anexo IV – Briefing Desafio 2

DESAFIO PROJETUAL

Briefing: Desenvolver um relógio/celular voltado para jovens adultos, de 26 e 32 anos, das classes A e B que possibilite realizar operações básicas como: ver data e hora, cronometrar o tempo, ligar e receber chamadas de voz e vídeo, enviar e ler mensagens de diversos aplicativos, a partir de interface própria. O artefato deve permitir ao usuário também escutar áudio em formatos Mp3 e se comunicar com uso de microfone e fones de ouvido sem fio. O artefato deve ser utilizado preso ao corpo, compacto, projetado para ser produzido todo em plástico através de qualquer uma das tecnologias disponíveis na indústria, com formato limpo e inovador. O artefato deve ter ainda possuir uma tela com interface digital, sistema de conectividade bluetooth e atender as expectativas dos usuários, da indústria e do mercado, considerando todos os aspectos previstos em um bom design. O artefato irá compor uma nova linha inovadora de produtos proposto pelo fabricante.

Empresa: Swatch (<http://www.swatch.com>)

Cronograma:

Horários					
8h às 8h30	8h30 às 12h30	12h30 às 14h	14h às 18h	18h	8h (dia seguinte)
Apresentação do briefing e orientações finais	Início do Desafio Projetual	Intervalo para Almoço	Reinício do Desafio Projetual	Término do Desafio e horário limite para iniciar a impressão/fresamento nas máquinas de prototipagem rápida	Limite para o término das impressões/Fresamento nas máquinas de prototipagem rápida

Orientações:

1. Todas as atividades do Desafio Projetual deverão ser desenvolvidas no espaço do CADEP e Laboratório Didático de Modelos e protótipos
2. Só poderão ser utilizados os equipamentos dos laboratórios (incluindo os computadores) e os materiais disponibilizados pela organização do Desafio Projetual.
3. Não é permitida a comunicação externa para finalidade de consulta/orientação relacionado ao projeto que está sendo desenvolvido no Desafio projetual.
4. Não poderá ser estabelecida, em hipótese alguma, comunicação entre as equipes adversárias sobre o briefing projetual, bem como, pelo o desenvolvimento e resultados do projeto realizado, até o término do Desafio.
5. As máquinas do Laboratório Didático de Modelos e protótipos com etiquetas vermelhas só poderão ser manipuladas pelos técnicos e as amarelas com auxílio/orientação dos mesmos.
6. As máquinas de prototipagem rápida do CADEP só poderão ser manuseadas pelos técnicos de cada setor do CADEP.
7. A equipe pode terminar o projeto antes do horário limite (18h), desde que tenha chegado a proposta final do projeto.

BOM DESAFIO!

Manoel Guedes

Anexo VI – Ficha de consentimento livre e esclarecido

Metodologia de Design Mediada por Protótipos

UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
Programa de Pós-graduação em Design



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TERMINOLOGIA OBRIGATÓRIO EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 196/96 –CNS-MS)

A pesquisa “**Metodologia de Design Mediada por Protótipos**” tem o objetivo desenvolver e validar uma metodologia de design mediada por protótipos. O procedimento é baseado na realização de um experimento que reproduz uma prática projetual, de onde serão coletados todos os dados referentes a metodologia empregada para o desenvolvimento de um produto. Após o experimento serão aplicadas entrevistas, questionários e grupo focal para esclarecimento de aspectos específicos das atividades desenvolvidas durante o experimento.

Esteja ciente de que todos os cuidados serão tomados para que a sua experiência de uso seja segura e agradável. Nenhum dos procedimentos será invasivo e não causará nenhum desconforto ou risco à sua saúde, tendo em vista que as atividades a serem realizadas fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas. Em caso de dúvidas, você será totalmente esclarecido pelos responsáveis pela pesquisa antes e durante a realização do experimento, além da possibilidade de entrar em contato por um dos meios divulgados abaixo.

Este “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” atende a Resolução 196/96-CNS-MS e o “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado – Norma ERG BR 1002 – ABERGO”.

Eu, _____, RG _____ - SSP/_____, estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa “**Metodologia de Design Mediada por Protótipos**” e entendo que as informações e imagens cedidas por mim são confidenciais, autorizando a sua divulgação apenas no meio científico e acadêmico de forma anônima e global, tendo a minha identidade totalmente preservada. Estou ciente de que sou voluntário e, portanto, não receberei nenhum benefício por participar desta pesquisa, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para aceitar ou recusar fazer parte deste estudo e sei que a minha recusa, em qualquer momento do experimento, não acarretará nenhum prejuízo para mim.

Bauru, ____ de _____ de 2013.

Assinatura do voluntário.

Msc. Manoel Guedes Alcoforado, pesquisador.

Dr. José Carlos Plácido da Silva, orientador.

Anexo VIII – Ficha de Avaliação da Qualidade e Viabilidade dos produtos



FICHA DE AVALIAÇÃO

(Especialista)

Nome: _____

		Funcionalidade			Usabilidade			Estética		
Critérios de Avaliação		Relação : Recursos x forma x função	Inovação e viabilidade do produto para empresa, produção e para o mercado	Funcionalidade geral do produto e da proposta de Interface Gráfica	Adequação do produto as medidas do corpo e às proporções humanas	Interface homem x Artefato (Produto, Gráfico e Digital)	Considerações do usuários e Usabilidade geral do produto	Qualidade estético-formal (geral)	Qualidade Estética da proposta da Interface gráfica e digital	Qualidade geral da combinação de cores, materiais, textos e acabamentos
Notas (0 à 10)	Experimento Piloto	Grupo 1								
		Grupo 2								
Notas (0 à 10)	Experimento final	Grupo 1								
		Grupo 2								

 Assinatura do avaliador