



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN
MESTRADO EM DESIGN

**Influências de restrições de tempo e custo na resolução de
problemas por estudantes de Design no Rio Grande do Sul**

Simone L. Sperhackle

Porto Alegre
2012

Simone Lorentz Sperhackle

**INFLUÊNCIAS DE RESTRIÇÕES DE TEMPO E CUSTO NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR ESTUDANTES DE DESIGN NO
RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes

Co-orientador: Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza van der Linden

Porto Alegre
Junho de 2012

CIP - Catalogação na Publicação

Sperhackle, Simone L.
INFLUÊNCIAS DE RESTRIÇÕES DE TEMPO E CUSTO NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR ESTUDANTES DE DESIGN NO
RIO GRANDE DO SUL / Simone L. Sperhackle. -- 2012.
120 f.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva
Bernardes.

Coorientador: Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza van
der Linden.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-
Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. Design. 2. Gestão. 3. Protocolo. I. Bernardes,
Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva, orient. II. van der
Linden, Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza, coorient. III.
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).

Simone Lorentz Sperhake

**INFLUÊNCIAS DE RESTRIÇÕES DE TEMPO E CUSTO NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR ESTUDANTES DE DESIGN NO
RIO GRANDE DO SUL**

Aprovada em ____ de _____ de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Celso Carnos Scaletsky – Programa de Pós-graduação em Design - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Prof. Dra. Fabiane Wolff – Uniritter/Programa de Pós-graduação em Design - Centro Universitário Ritter dos Reis

Prof. Dra. Gabriela Trindade Perry – Programa de Pós-graduação em Design - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira – Programa de Pós-graduação em Design – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes – Programa de Pós-graduação em Design – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Coorientador: Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza van der Linden – Programa de Pós-graduação em Design – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Learning is experience.

Everything else is just information.

-- Albert Einstein

Para meu filho, Eduardo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes, e ao meu co-orientador, Prof. Dr. Júlio Carlos de Souza van der Linden, pela orientação, pelo apoio, pela paciência e pela oportunidade de fazer parte de suas equipes.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, pela oportunidade concedida.

Ao Programa de Pós Graduação em Design - PgDesign e aos seus professores, pela dedicação, pelo entusiasmo e pela inspiração.

Ao Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira, por suas contribuições durante o processo de qualificação e de trabalho.

As instituições ULBRA, Uniritter e Unisinos, em especial, aos professores, Celso Carnos Scaletsky, Cid D'Ávila e Fabiane Wolff, que ofereceram total apoio no decorrer da pesquisa.

Aos alunos que participaram desta pesquisa e sem os quais não seria possível a conclusão deste trabalho.

Aos meus queridos amigos Camila e Christiano, pelas incansáveis ajudas.

A todas as pessoas que colaboraram para conclusão desta dissertação de mestrado, muitas delas contribuíram ao seu modo, direta ou indiretamente, durante as várias etapas deste caminho.

Aos meus pais, por seu infinito amor e sua dedicação, e pela constante motivação.

Ao Paulo, por todo seu amor e apoio nos momentos difíceis.

Ao Eduardo, por tudo que é e significa para mim.

RESUMO

Sperhacker, Simone L. **Influências de restrições de tempo e custo na resolução de problemas por estudantes de Design no Rio Grande Do Sul**. 2012. Dissertação (Mestrado em Design) - PGDESIGN - UFRGS - Porto Alegre.

Esta pesquisa busca verificar como restrições de tempo e custo podem afetar o processo na resolução de problemas no desenvolvimento de projetos de design, por meio da releitura e aplicação de um protocolo proposto por Savage *et al.* (1998) em estudantes de graduação de Design. O protocolo proposto por Savage *et al.* (1998) foi aplicado em alunos de cursos de graduação de Engenharia e seu estudo suscitou questionamentos sobre seus resultados quando aplicado com alunos de cursos de Design. O trabalho é justificado na medida em que a busca de soluções criativas em ambientes com restrições de tempo e custo pode ser importante para introduzir ou posicionar de forma mais significativa um determinado produto no mercado. O método de pesquisa adotado segue o protocolo desenvolvido por Savage *et al.* (1998). O procedimento utilizou materiais simples, como folhas de papel A4, grampeador, tesoura, clipes e fita adesiva. Com um delineamento misto 3x4, este protocolo é aplicado individualmente, em que cada estudante completa três tarefas consecutivamente, em uma entre quatro diferentes condições: controle, restrição de tempo, restrição de custo, e restrição de tempo e custo. O trabalho permitiu concluir que, quando há restrições de custo, o percentual de respostas positivas (conclusão/solução de problemas) é maior do que quando existe a restrição de tempo. Comparações com os resultados desta pesquisa e de Savage *et al.* (1998), também foram feitas. Esta pesquisa foi realizada com recursos da pesquisadora e com o apoio do NDP – Núcleo de Desenvolvimento de Produto – da UFRGS.

ABSTRACT

Sperhackle, Simone L. **Influences of time and cost constraints in problem solving by Design students in Rio Grande do Sul**. 2012. Dissertation (Mestrado em Design) - PGDESIGN - UFRGS - Porto Alegre.

This research intends to verify how the constraints of time and cost can affect the problem solving process of developing design projects, through the reading and application of a protocol proposed by Savage *et al.* (1998) in graduate students in design. The protocol proposed by Savage *et al.* (1998) was administered to students in undergraduate engineering and the study raised questions about its results when applied to students of design. The work is justified insofar as the search for creative solutions in environments with time constraints and cost may be important to introduce or position more significantly a product on the market. The research method adopted following the protocol developed by Savage *et al.* (1998). The procedure used simple materials such as sheets of A4 paper, stapler, scissors, paper clips and school desk tape. With a 3x4 mixed design, this protocol is applied individually, where each student complete three tasks consecutively, in one of four different conditions: control; time restriction; cost restriction; and time and cost restrictions. The study revealed that when there are cost constraints, the percentage of positive responses (finish / problem solving) is greater than when there is time constraint. Comparisons with the results of this research and Savage *et al.* (1998), were also made. This research was conducted with the researcher's resources and the support of NDP - Núcleo de Desenvolvimento de Produto (Core Product Development) at UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil).

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Desenho da pesquisa em desenvolvimento pelo NDP da UFRGS.	23
FIGURA 2: O paradigma da resolução racional de problemas e o paradigma reflexão/ação (adaptado de DORST; DIJKHUIS, 1995)	32
FIGURA 3: Fluxograma do ciclo OODA de John Boyd (1996).	32
FIGURA 4: Design e produção na experiência do usuário. O processo de concepção pode ser pensado em quatro passos (ULRICH, 2007).....	33
FIGURA 5: Desenho esquemático das etapas da pesquisa.....	47
FIGURA 6: Cartão com ilustração dos materiais utilizados	52
FIGURA 7: Cartão com ilustração das ferramentas que podem ser utilizadas.	53
FIGURA 8: Instruções apresentadas para tarefa 1.	54
FIGURA 9: Instruções apresentadas para tarefa 2.	54
FIGURA 10: Instruções apresentadas para tarefa 3.....	55
FIGURA 11: Cartão contendo instruções apresentado para Condição 1.....	57
FIGURA 12: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 1.	57
FIGURA 13: Cartões contendo instruções apresentados para Condição 2.	58
FIGURA 14: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 2.	59
FIGURA 15: Cartões contendo instruções apresentados para Condição 3.	60
FIGURA 16: Tabela de custos da Condição 3	61
FIGURA 17: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 3	61
FIGURA 18: Cartões contendo instruções para Condição 4.	62
FIGURA 19: Tabela de custos condição 4.	63
FIGURA 20: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 4	63
FIGURA 21: Gráfico de percentuais do gênero dos sujeitos de pesquisa	66
FIGURA 22: Ilustração de percentuais da faixa etária de sujeitos participantes.....	67
FIGURA 23: Gráfico dos percentuais para cada ano de cumprimento ou não das três tarefas propostas	69
FIGURA 24: Número de sujeitos que participaram em cada condição	72
FIGURA 25: Gráfico das médias de tempo em segundos para completar cada tarefa.	73
FIGURA 26: Gráfico das médias do número de folhas A4 utilizada em cada tarefa.	75
FIGURA 27: percentual dos sujeitos de ambas as pesquisas por gênero.	90
FIGURA 28: Materiais utilizados na pesquisa.	112
FIGURA 29: Sujeito 1: Condição 1, Tarefa 1	112
FIGURA 30: Condição 1, Tarefa 1.	113
FIGURA 31: Condição 1, Tarefa 1.	113

FIGURA 32: Detalhe do interior de estrutura da Condição 1, tarefa 2.....	114
FIGURA 33: Condição 1, Tarefa 3.	114
FIGURA 34: Condição 1, Tarefa 3.	115
FIGURA 35: Condição 1, Tarefa 2	115
FIGURA 36: Condição 2, tarefa 2	116
FIGURA 37: Condição 2, tarefa 3.	116
FIGURA 38: Condição 2, tarefa 3	117
FIGURA 39: Detalhe de estrutura da condição 2, Tarefa 3	117
FIGURA 40: Cartões auxiliares utilizados na pesquisa	118
FIGURA 41: Caixas para os cartões	118

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1: Restrições impostas em cada tarefa (SAVAGE <i>et al.</i> 1998).	45
QUADRO 2: Restrições impostas em cada tarefa.....	50
QUADRO 3: Comparação do efeito da condição na média de tempo corrigido para realização de cada tarefa.....	84
QUADRO 4: Comparação da média de tempo corrigido para realização de cada tarefa em cada condição	85
QUADRO 5: Comparação do efeito da condição na média do número de grampos para realização de cada tarefa.....	85
QUADRO 6: Comparação da média do número de grampos para realização de cada tarefa em cada condição.....	86
QUADRO 7: Comparação da média do número de folhas para realização de cada tarefa em cada condição	87
QUADRO 8: Síntese geral das tarefas afetadas por condição	87
QUADRO 9: Efeito das tarefas em cada condição	88

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: Valores associados a cada item de material na condição de restrição de custo.	60
TABELA 2: Distribuição de sujeitos da pesquisa.....	67
TABELA 3: Médias e desvios padrões para cada tarefa e cada instituição	68
TABELA 4: Teste Mann Whitney nível de significância para o cumprimento ou não das tarefas para cada ano separadamente	70
TABELA 5: Realização das tarefas em relação ao ano de curso	71
TABELA 6: Estudantes da pesquisa que finalizaram todas as tarefas e condições	71
TABELA 7: Média dos tempos em segundos para completar cada tarefa.....	72
TABELA 8: Teste One-way ANOVA efeito da condição no tempo de solução para cada tarefa separadamente.....	73
TABELA 9: Teste Newman-Keuls nível de significância para média de tempo de solução para cada tarefa separadamente	74
TABELA 10: Média do número de folhas A4 utilizada em cada tarefa	74
TABELA 11: Teste Mann-Whitney nível de significância para média de folhas de papel A4 utilizadas para completar cada tarefa.	75
TABELA 12: ANOVA da Condição x Tarefa.....	76
TABELA 13: Teste de Comparações Múltiplas de Tukey-Kramer, interação-tarefa e condição para variável de resposta tempo corrigido (são apresentadas apenas as interações relevantes para o estudo)	77
TABELA 14: Média da Variável Resposta Tempo Corrigido (Dados Transformados). Legenda: * significativo a $p < 0,001$	78
TABELA 15: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Tempo Corrigido para completar cada tarefa: Tarefa 1	78
TABELA 16: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Tempo Corrigido para completar cada tarefa: Tarefa 2.....	79
TABELA 17: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Tempo Corrigido para completar cada tarefa: Tarefa 3.....	79
TABELA 18: Condição e tarefa com o número de folhas de papel.....	79
TABELA 19: Número de cliques para condição x tarefa.....	80
TABELA 20: Número de pedaços de fita adesiva para condição x tarefa.....	80
TABELA 21: Condição e Tarefa em relação ao número de grampos (dados originais)	80
TABELA 22: Teste de Comparações Múltiplas de Tukey-Kramer, interação-tarefa e condição para variável de resposta número de grampos (são apresentadas apenas as interações relevantes para o estudo)	81

TABELA 23: Média e Desvio Padrão da Variável Resposta Grampos (Dados Originais). Legenda: * significativo a $p < 0,001$	82
TABELA 24: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Número de Grampos: Tarefa 2	82
TABELA 25: Estudantes da pesquisa que finalizaram todas as tarefas em cada condição..	90
TABELA 27: Média de tempo em segundos para completar cada tarefa	91
TABELA 29: Média do número de folhas A4 utilizada em cada tarefa.	93

LISTA DE SIGLAS

ANOVA – Analysis of Variance

DSAP – Design Skills Advisory Panel

NAE - Núcleo de Assessoria Estatística

NDP – Núcleo de Desenvolvimento de Produtos

NS – Não Significativo

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

RS - Rio Grande do Sul

SAS - Statistical Analysis System

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SPSS – Statistical Package for Social Sciences

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ULBRA – Universidade Luterana do Brasil

UNIRITTER – Centro Universitário Ritter dos Reis

UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1.1 O problema estudado	19
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo Geral	19
1.2.2 Objetivos Específicos	20
1.3 Delimitações do tema	20
1.4 Justificativa	20
1.5 Contexto da pesquisa	22
1.6 Estrutura do trabalho	24
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Delineamento de Pesquisa	25
2.2 Criatividade e resolução de problemas no Design	28
2.2.1 O design e os processos criativos	29
2.2.2 O design e os processos de resolução de problemas	30
2.3 Processos cognitivos em design	34
2.3.1 Memória e carga cognitiva	37
2.4 Protocolos para análise do processo de resolução de problemas	39
2.4.1 Breve histórico de protocolos de análise	40
2.4.2 Tipos de protocolos	41
2.4.3 O Protocolo de Savage et al. (1998)	43
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	47
3.1 Estratégia da pesquisa	47
3.2 Delineamento	47
3.2.1 Construção	47
3.2.2 Implementação	48
3.2.3 Finalização	48
3.3 Coleta de dados	48
3.3.1 Materiais, ferramentas e equipamentos utilizados no experimento	51
3.3.2 Tarefa 1: restrição da altura	53
3.3.3 Tarefa 2: restrição da altura e suporte	54
3.3.4 Tarefa 3: restrição da altura, suporte e espaço	55
3.4 Condições de restrições	56
3.4.1 Condição 1: controle	56
3.4.2 Condição 2: restrição de tempo	58

3.4.3	<i>Condição 3: restrição de custo</i>	59
3.4.4	<i>Condição 4: restrição de tempo e custo</i>	62
3.5	<i>Caracterização dos participantes do estudo</i>	64
3.6	<i>Análise de dados</i>	64
4	ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS DA PESQUISA	66
4.1	<i>Resultados da pesquisa</i>	66
4.2	<i>Análises segundo protocolo de Savage et al. (1998)</i>	71
4.2.1	<i>Efeito da condição de restrição no tempo</i>	72
4.2.2	<i>Efeito da condição no número de folhas</i>	74
4.3	<i>Análise das interações entre condição e tarefa</i>	76
4.4	<i>Discussão dos resultados</i>	82
4.5	<i>Comparação dos resultados com os resultados de Savage et al. (1998)</i>	89
4.5.1	<i>Efeito da condição de restrição no tempo</i>	91
4.5.2	<i>Efeito da condição no número de folhas</i>	93
4.5.3	<i>Considerações sobre a comparação entre os estudos</i>	94
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
5.1	<i>Considerações sobre a metodologia utilizada</i>	97
5.2	<i>Sugestões para trabalhos futuros</i>	97
	REFERÊNCIAS	100
	GLOSSÁRIO	106
	APÊNDICE 1 – MODELO DE EMAIL DE CONTATO	108
	APÊNDICE 2 – MODELO DE DECLARAÇÃO DE INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE	109
	APÊNDICE 3 – MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO	110
	APÊNDICE 4 – EXEMPLO DE ESTRUTURAS CRIADAS DURANTE O PROCEDIMENTO	112
	APÊNDICE 5 – BREVE DESCRITIVO DAS INSTITUIÇÕES QUE PARTICIPARAM DA PESQUISA	119

INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, a busca pela redução de tempo e custos no processo de desenvolvimento de produtos pode ser considerada um dos fatores-chave para posicionar estrategicamente um produto no mercado (*Design Council*, 2010). Nos últimos anos, com as pressões competitivas de mercado aumentando, diversas empresas têm buscado reduzir os prazos de desenvolvimento de seus produtos (GRIFFIN; SOMEMEYER, 2007).

Nesse panorama, o design pode contribuir para reforçar a competitividade de um determinado produto no mercado (SEBRAE, 2010). Conforme mencionado pelo *Design Skills Advisory Panel (DSAP)*, (2007): "Quinze anos atrás as companhias competiam pelo preço, hoje é pela qualidade e amanhã será pelo design". Contudo, McIlveen (1994) cita alguns fatores que influenciam a competitividade de diversas empresas:

- a) crescente competição global;
- b) desenvolvimento de novas tecnologias, que levam a um aumento do nível de conhecimento e de expectativas dos consumidores;
- c) mudanças demográficas, econômicas e políticas, além da crescente importância do meio ambiente, o que levanta questões como o destino mais adequado de embalagens já utilizadas a fim de evitar a poluição;
- d) aumento da capacidade de discernimento dos consumidores quanto à qualidade, ao valor, à aparência e à funcionalidade dos produtos que adquirem.

A partir da análise destes fatores, observa-se que o design pode contribuir de forma ativa na busca de soluções inovadoras, possibilitando, assim, que uma empresa diferencie-se no mercado. Em geral, tais soluções são oriundas de um processo criativo no qual os designers devem estar inseridos. Conforme Goldschmidt (1999, p. 525), design sempre esteve associado à criatividade por criar novos produtos dos quais se espera que sejam inovadores e originais – duas das qualidades de produtos criativos. Porém, segundo Savage *et al.* (1998), existem dúvidas de quanto o processo criativo pode ser influenciado por restrições de tempo

e de custo de um projeto.

Segundo Best (1991), desenvolver produtos mais rapidamente, com eficiência, menores custos e adequados às necessidades de clientes confere à organização vantagens competitivas importantes. Um trabalho que procura fazer a relação entre o tempo e o custo do processo de desenvolvimento de produtos é o de Savage *et al.* (1998). Dentre suas diversas contribuições, Savage *et al.* (1998) verificou que as restrições de tempo e custo impostas ao desenvolvimento de produtos pode afetar negativamente a criatividade e, por conseguinte, a obtenção de projetos inovadores.

Verifica-se que o trabalho de Savage *et al.* (1998) envolve a temática da cognição e, nesse aspecto, diferentes profissionais podem ter diferentes processos cognitivos. Quanto a esses processos cognitivos no design, Cross (2002) e Lawson (2004) fazem uma analogia aos jogos de xadrez: assim como jogadores de xadrez têm diferentes níveis de capacidade, na prática do design, também parece óbvio que os indivíduos tenham diferentes níveis de capacidade. O processo projetual no design envolve criatividade e resolução de problemas, enquanto no jogo de xadrez, entre outras atividades, envolve, fundamentalmente, processos de resolução de problemas. Contudo, o design compreende tanto resolução de problemas quanto criatividade (CROSS *et al.*, 1996; CHRISTIAANS, 2004). Ao analisar a resolução de problemas em jogos de xadrez, Rittel (1972) considera que:

A resolução de um problema de xadrez pode ser feita várias e várias vezes; se uma equação não for resolvida na primeira tentativa, tente novamente, só é preciso de um pouco de papel, um lápis e tino. Se resolver uma equação quadrática, resolvem-se todas elas, porque o truque de resolver uma, é o truque para se resolver toda a classe de equações de segundo grau. Existem soluções prototípicas para todas as classes de problemas (RITTEL, 1972, p. 393).

De uma maneira mais abrangente, Popper (1999) considera que a vida em si envolve um estado constante de resolução de problemas, ou seja:

Toda a vida é resolução de problemas. Todos os organismos são inventores e técnicos, bons ou não tão bons, com êxito ou não tão bem sucedidos na resolução de problemas técnicos. É assim que é entre os animais - aranhas, por exemplo. A tecnologia humana

resolve os problemas humanos, tais como esgotos, ou o armazenamento e fornecimento de alimentos e água, por exemplo, algo que as abelhas fazem (POPPER, 1999, p. 100).

Sabe-se, por estudos de Cross (2002) sobre processos cognitivos em design, que designers de produto são mais focados na solução do que na identificação do problema em si. Essa natureza focada na solução parece ser um comportamento apropriado ao designer para responder aos problemas mal definidos (CROSS *et al.*, 2002). Tais problemas talvez nunca sejam considerados como “bem definidos”, e os designers costumam adotar a estratégia mais realista de encontrar uma solução satisfatória, ao invés de esperar ser capaz de gerar uma solução tida como ótima para um problema bem definido (CROSS *et al.*, 2002). A atividade de design inclui, entre outros fatores, a síntese, a criatividade e a resolução de problemas (CROSS *et al.* 1996).

Apesar de Savage *et al.* (1998) terem procurado conciliar em sua pesquisa as soluções advindas no processo de desenvolvimento de produtos e as restrições de tempo e custo, verifica-se que esses autores focalizaram a análise dessas restrições em alunos de cursos da Engenharia. Observou-se, assim, uma oportunidade de avaliar o desempenho de alunos de cursos de graduação em Design na resolução de problemas quando submetidos às restrições de tempo e custo. Para tanto, nesta pesquisa, foi realizada uma replicação da pesquisa feita por Savage *et al.* (1998).

1.1 O problema estudado

Esta pesquisa busca responder à seguinte questão: “Como a restrição de custo e/ou tempo pode influenciar na resolução de problemas em projetos em design?”.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Explorar, com o uso do protocolo de Savage *et al.* (1998), como as interações

de restrições de tempo e custo podem afetar o processo de resolução de problemas por estudantes de Design.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são apresentados a seguir:

- a) Revisar a literatura referente aos aspectos relacionados com a resolução de problemas em design e com protocolos para análise do processo de resolução de problemas;
- b) Aplicar o protocolo de Savage *et al.* (1998) a estudantes de graduação em Design;
- c) Comparar os resultados da pesquisa com os resultados obtidos por Savage *et al.* (1998).

1.3 Delimitações do tema

Esta pesquisa utilizou como método o protocolo desenvolvido por Savage *et al.* (1998) e se restringiu aos aspectos de desempenho no processo, não sendo considerados os resultados referentes aos produtos elaborados no teste. Outro aspecto se refere ao fato de que seus resultados correspondem à amostra de estudantes de cursos de graduação em Design de Porto Alegre e da grande Porto Alegre (no Rio Grande do Sul), não podendo ser generalizados.

1.4 Justificativa

De acordo com Baxter (2000), na economia globalizada, desenvolver novos produtos é uma atividade cada vez mais importante. A competição exige das empresas o lançamento contínuo de novos produtos, para não perderem mercado para concorrentes mais agressivos.

Nesse contexto, Von Stamm (2008) salienta que a inovação é a principal força motriz nas organizações de hoje. Com a ascensão dos mercados globais e a

intensificação da concorrência pelos clientes, colaboradores e outros recursos essenciais, desenvolver produtos inovadores é essencial. Enquanto a criatividade é o ponto de partida para qualquer tipo de inovação, design é o processo por meio do qual uma ideia criativa ou um conceito é traduzido em realidade (VON STAMM, 2008).

Os problemas de design normalmente são complexos, e, geralmente, têm diversas metas, muitas restrições e um grande número de soluções possíveis (BAXTER, 2000). Entre estas restrições estão o tempo e o custo do projeto de design. Conforme Strunk (1999), é comum o designer se confrontar com datas-limite que têm prazos curtos, muitas vezes por falta de conhecimento dos processos de design pelo cliente. Isso faz com que o tempo e o custo sejam restrições correntes no processo de desenvolvimento de um produto.

A velocidade e a dinâmica impostas pelo mercado (independentemente de onde proceda, seja de clientes, concorrentes ou seja da indústria) impõe a necessidade de dominar as várias formas de buscar e atingir o sucesso de um determinado produto em tempo recorde. O advento da tecnologia tem contribuído para minimizar o processo e o tempo de desenvolvimento de um produto. Este, em geral, embasa-se em um processo de levantamento de dados, tendências e procedimentos técnicos, objetivando assegurar os melhores rumos para o projeto e, assim, minimizar os riscos do investimento (BAXTER, 2000).

O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), de acordo com McIlveen (1994), visa a possibilitar uma alta taxa de retorno à empresa por meio da produção e do lançamento de produtos novos e competitivos. Um PDP eficaz deve permitir que as empresas percebam rapidamente as tendências ditadas pelos consumidores, obtenham flexibilidade em tempos de crise, evitem a entrada de seus concorrentes em novos mercados, e que explorem oportunidades de novos mercados. No entanto, esse processo tende a apresentar falhas, levando a baixas taxas de sucesso. Rudder *et al.* (2001) citam que é esperado que a taxa de sucesso para o PDP seja inferior a 12%. Portanto, de acordo com os autores, é necessário entender, analisar e adaptar o processo para que sejam obtidas taxas de sucesso cada vez maiores.

Sabe-se que o processo de desenvolvimento de novos produtos (PDP) tem o seu foco no atendimento ao mercado, com objetivo de lançar produtos que atendam

aos atributos relativos à qualidade, tendo seu desenvolvimento no tempo e com os custos adequados, mais rápido que os concorrentes (TOLEDO, 1994). O PDP é considerado, cada vez mais, um processo crítico para a capacidade competitiva das empresas, tendo em vista a necessidade de renovação frequente das linhas de produtos, redução dos custos e dos prazos de desenvolvimento (TAKEISHI, 2001). De acordo com Swink (2006), as características do desenvolvimento de novos produtos, como a complexidade, o tamanho do projeto, o conteúdo técnico e a novidade do produto, podem aumentar o tempo de finalização de um projeto.

O Processo de Desenvolvimento de Produto é considerado, cada vez mais, um processo crítico para a capacidade competitiva das empresas. Neste sentido, a adoção de estruturas organizacionais adequadas e de boas práticas de gestão para o PDP pode ajudar a melhorar o desempenho desse processo, que é de grande importância para a competitividade das empresas (TAKEISHI, 2001; ROZENFELD *et al.*, 2005).

No Brasil, o uso de diagnósticos, sistemas de avaliação e diretrizes que guiam as empresas nacionais em relação ao design é recente (Centro de Design Paraná, 2006). Não existe ainda uma tradição de pesquisa quantitativa experimental, como existentes em centros de pesquisa, como TU Delft e a Open University, particularmente com os trabalhos de Dorst e Cross.

Diante do exposto, este trabalho se torna relevante, pois procura estudar como as interações de restrições de tempo e custo podem afetar o processo de resolução de problemas de estudantes de Design.

1.5 Contexto da pesquisa

Esta pesquisa faz parte do projeto intitulado “Diretrizes para aumentar a competitividade de micro e pequenas empresas brasileiras desenvolvedoras de produtos e prestadoras de serviços através da gestão de design: proposta baseada na análise de casos gaúchos” (BERNARDES, 2008). O projeto divide-se em quatro grandes etapas, e tem previsão de término para 2013.

A primeira etapa é a de diagnóstico, na qual o objetivo é identificar e caracterizar o cenário atual da gestão de design. A segunda é a de desenvolvimento; etapa em que se busca propor modelos de gestão de design. A terceira etapa do projeto refere-se à implementação dos modelos propostos. Estes últimos serão validados e indicadores serão propostos para fazer a sua análise de desempenho. O projeto conta, ainda, com uma etapa de disseminação, na qual se procurará publicar os resultados da pesquisa. Percebe-se, pela FIGURA 1, que a etapa de disseminação deve ocorrer paralelamente às três etapas supramencionadas.



FIGURA 1: Desenho da pesquisa em desenvolvimento pelo NDP da UFRGS.

Este trabalho se enquadra na fase de diagnóstico, pois seu objetivo geral é

diagnosticar a influência das restrições do tempo e custo na resolução de problemas e de processos cognitivos em estudantes de Design do RS.

1.6 Estrutura do trabalho

O trabalho estrutura-se em cinco capítulos. No segundo capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica utilizada neste estudo, abordando referências recentes e clássicas sobre resolução de problemas e processos cognitivos, assim como definições e origem sobre protocolos e metodologias de pesquisa.

No terceiro capítulo, descrevem-se os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa, apresentando o instrumento de coleta de dados (a metodologia e o protocolo), assim como os métodos de análise de dados.

No quarto capítulo, apresenta-se a análise de dados e os resultados, detalhando-se os métodos utilizados na análise de dados.

O quinto e último capítulo é formado pela discussão final dos resultados, em que se expõe as conclusões a respeito da pesquisa e sugerem-se trabalhos futuros para dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Delineamento de Pesquisa

Delineamento de pesquisa é o plano e a estrutura da investigação. Pode-se distinguir entre delineamentos não-experimentais, experimentais e quase-experimentais (MOREIRA; SILVA ROSA, 2008). Pode-se definir que:

Um experimento é uma pesquisa onde se manipulam uma ou mais variáveis independentes e os sujeitos são designados aleatoriamente a grupos experimentais [...] é um estudo no qual uma ou mais variáveis independentes são manipuladas e no qual a influência de todas ou quase todas as variáveis relevantes possíveis não pertinentes ao problema da investigação é reduzida a um mínimo. (Kerlinger, 1980, p. 94; 125).

Segundo Moreira e Silva Rosa (2008), a palavra-chave que caracteriza um experimento e um delineamento experimental é controle. Ainda segundo os autores, é propiciado ao investigador/pesquisador o controle sobre o experimento, o que permite a ele manter isolados os efeitos concorrentes de seu objeto de estudo, delimitando, assim, sua influência nos resultados. A escolha aleatória e designação dos sujeitos a um grupo reduz consideravelmente a possibilidade de divergência entre eles, tornando-os o mais equivalentes possível. Segundo Kerlinger (1980, p. 102):

Aleatoriedade é a designação de objetos (sujeitos, tratamentos, grupos) de um universo a subconjuntos do universo de tal maneira que, para qualquer designação dada a um subconjunto, todo membro do universo tem igual probabilidade de ser escolhido para a designação. Não há total garantia de que a aleatoriedade 'igualará' os grupos, mas a probabilidade de igualar é relativamente alta. Há outra forma de expressar essa idéia: [...] já que em procedimentos aleatórios todo membro de uma população tem igual probabilidade de ser escolhido, membros com certas características distintas – homem ou mulher, alto ou baixo grau de inteligência, dogmático ou

não dogmático, e assim por diante – se selecionados, provavelmente serão contrabalançados a longo prazo pela seleção de outros membros da população com a quantidade ou qualidade 'opostas' da característica.

Ainda conforme Moreira e Silva Rosa (2008), o princípio da aleatoriedade na designação de sujeitos é um método que assegura a inexistência de diferenças entre os grupos que fazem parte do experimento. Na hipótese de haver diferença entre as médias dos grupos experimental e de controle, cabe ao pesquisador investigar se a diferença entre elas é ou não estatisticamente significativa. Analogicamente, ele deve perceber se a diferença entre a dispersão dos escores (medida pela variância) nos dois grupos é ou não estatisticamente significativa.

As pesquisas em ensino comumente necessitam de duas ou mais amostras, o que faz com que o pesquisador passe a avaliar se a variação entre os escores médios dos diferentes grupos representa uma real diferença entre eles ou é apenas erro de amostragem. Nesse caso, recomenda-se a utilização da técnica estatística chamada Análise da Variância, ou ANOVA, que compara a variância entre as médias dos grupos e a variância dentro dos grupos.

O papel das variáveis no processo analítico é de suma importância, dada a necessidade do estudo experimental em minimizar a influência das variáveis que não pertinentes à questão pesquisada e maximizar o efeito das pertinentes. Dentre as diversas formas de classificação e distinção de variáveis, e, por uma questão que envolve simplicidade, optou-se por distingui-las somente entre independentes e dependentes (Best, 1970, p. 143):

- a) Variáveis independentes: são condições ou características que o experimentador manipula em sua tentativa de determinar sua relação com os fenômenos observados;
- b) Variáveis dependentes: são condições ou características que aparecem, desaparecem ou mudam quando o experimentador introduz, remove ou muda as variáveis independentes.

Conforme Best, os aspectos quantitativos das variáveis são verificados apenas para a coleta de dados, os quais, geralmente, se deseja medir a fim de obtê-los. A questão de como medir as variáveis traz consigo outro aspecto importante da pesquisa em ensino – os instrumentos de medida.

A aplicação desses instrumentos propicia maior fidedignidade e validação aos valores medidos, conferindo confiabilidade à pesquisa.

A fidedignidade de um instrumento de medida refere-se à estabilidade, à possibilidade de repetição, à precisão das medidas com ele obtidas, i.e., ao grau de consistência dos valores medidos. A validade, por sua vez, relaciona-se com, até que ponto, o instrumento está, de fato, medindo o que se supõe que esteja medindo. Examinemos primeiramente a questão da fidedignidade. Segundo Fox (1969, p. 353): “Por fidedignidade, entende-se a exatidão dos dados no sentido de sua estabilidade, repetitividade ou precisão. Um instrumento de coleta de dados perfeitamente fidedigno é aquele que, se administrado duas vezes nas mesmas circunstâncias, forneceria os mesmos dados”. Vianna (1978, p. 145) dá uma ideia clara da importância da fidedignidade de um instrumento: “Se um teste é aplicado ao mesmo grupo um grande número de vezes, espera-se que os resultados sejam os mesmos, desde que o grupo não se modifique. Se, em cada vez que o teste for aplicado, satisfeitas determinadas condições, os escores forem diferentes para o mesmo grupo, não se poderá ter confiança no instrumento, porque não haverá consistência nas medidas”.

Em suma, a pesquisa em ensino deve necessariamente conter procedimentos estatísticos, visto que estes auxiliam o pesquisador na investigação de dados, relacionando causa e efeito. A adoção destes procedimentos contribui para transformar (i.e., reduzir, representar, comparar, inferir) registros de eventos. Partindo dessas mudanças, o pesquisador lança mão de algumas asserções que envolvem conhecimento e valor. As primeiras são respostas à(s) questão(ões) básica(s) que ele se propôs a investigar, enquanto as últimas têm a ver com o valor dessas respostas, estas, todavia, não são apenas exclusividade do domínio metodológico.

2.2 Criatividade e resolução de problemas no Design

O mundo em que vivemos está cheio de objetos e, para fazer esses objetos, estes devem ser previamente projetados. Nos tempos modernos, o design é uma atividade profissional que é praticada por designers de várias áreas de Design, como Arquitetura, Engenharia ou Desenho Industrial. Designs criativos são muito valorizados, e utilizam habilidades cognitivas e estratégias que contribuem para o pensamento de design criativo (GOLDSCHMIDT, 1999).

Existem várias definições sobre o que seria design. Em uma destas definições, de acordo com o *International Council of Societies of Industrial Design* (ICSID):

O design é uma atividade criativa cujo objetivo é estabelecer qualidades multifacetadas de objetos, serviços e seus sistemas em ciclos de vida completos. Portanto, design é o fator central da humanização inovadora das tecnologias e o fator crucial de intercâmbio cultural e econômico (ICSID, 2011).

Papanek (1995) define Design de Produto ou Desenho Industrial considerando que o produto é um objeto criado para satisfazer uma necessidade específica manifestada e servir a um determinado público, e que é pensado de acordo com a sua inserção numa estratégia definida por uma equipe multidisciplinar, visando a aumentar as vendas e, conseqüentemente, aos lucros da empresa.

Assim, a existência física resultante da concepção desses produtos tem de se apoiar no respeito por uma série de condicionantes e especificidades que serão as responsáveis por determinar o sucesso ou o insucesso do produto no mercado. Algumas das condicionantes ou especificidades, que têm de ser consideradas no desenvolvimento de projetos para a concepção de novos produtos, relacionam-se com princípios ergonômicos, funcionais, estéticos, éticos, materiais e econômicos (PAPANEK, 1995).

Em relação à definição de problema no design: exatamente o que é problema? Segundo Anderson (1980), há apenas dois atributos essenciais de um

problema. Primeiro, um problema é uma entidade desconhecida em alguma situação (a diferença entre um estado objetivo e um estado atual). Essas situações variam desde problemas de matemática de algoritmos de vexatórios até complexos problemas sociais, como a violência nas escolas. Segundo, encontrar ou resolver para o desconhecido deve haver alguns *value situations* social, cultural ou intelectual. Isto é, acredita-se que vale a pena encontrar o desconhecido. Se não percebe-se como um desconhecido ou a necessidade de determinar um desconhecido, não há qualquer problema percebido (se o problema existe independente de qualquer percepção, é uma questão ontológica que está fora do âmbito da presente de papel). Encontrar o desconhecido é o processo de resolução de problemas. A solução de problemas é "qualquer seqüência alvo-dirigida de operações cognitivas" (ANDERSON, 1980, p. 257). Essas operações têm atributos críticos, como a resolução de problemas que exige a representação mental da situação no mundo. Isto é, solucionadores humanos devem construir uma representação mental (ou modelo mental) do problema conhecido como o problema (ANDERSON, 1980).

2.2.1 O design e os processos criativos

A inovação em produtos de design sempre esteve associada à criatividade, e, conforme citado por Von Stamm (2010): "a criatividade é o ponto de partida para qualquer tipo de inovação". A criatividade no processo de design é, muitas vezes, caracterizada pela ocorrência de um evento significativo denominado "salto criativo" (DORST; CROSS, 2001). Ainda segundo os autores, às vezes, ocorre um evento como esse em um *insight* repentino que o designer reconhece imediatamente como importante.

Recentes estudos empíricos sobre o assunto começaram a apresentar contribuições significativas para compreensão desses processos. No entanto, ainda é necessário maior esforço de pesquisa a fim de desenvolver uma melhor compreensão de como a criatividade pode ser explorada no design (DORST; CROSS, 2001; CROSS *et al.*, 2002).

A criatividade pode ser influenciada pela carga cognitiva de uma determinada pessoa (SWELLER, 1988). A carga cognitiva refere-se às demandas colocadas na memória de trabalho do aluno durante a instrução (UFRGS, 2010). Segundo Sweller (1988), a teoria da carga cognitiva propõe que, desde que a memória de trabalho é limitada, os alunos podem ser bombardeados por informações e, se a complexidade de seus materiais de instrução não é adequadamente gerida, isto irá resultar em uma sobrecarga cognitiva. Essa sobrecarga cognitiva prejudica a aquisição do exigido, resultando em um menor desempenho (SWELLER, 1988).

2.2.2 O design e os processos de resolução de problemas

Para Christiaans (2004), design é, principalmente, uma atividade de resolução de problemas. O autor cita também que a literatura clássica sobre a ciência cognitiva considera a resolução de problema como uma atividade humana de processamento de informação e busca de soluções. Nelson (2003) descreveu a atividade de resolução de problemas no design da seguinte forma:

Designers solucionam problemas através do emprego de um processo cíclico de identificação do problema, análise, pesquisa e investigação que conduz ao ranking de prioridades de projeto, teste de múltiplas soluções através de prototipagem, e avaliar os artefatos de design com base em critérios de desempenho (Davis, 1998). Para conceber este processo cíclico em termos ligeiramente diferentes, podemos notar que o design tipicamente passa por quatro etapas principais: nomeação (identificação de problemas principais no problema), enquadramento (que estabelece os limites do problema), movimentação (tendo uma ação de design experimental) e reflexão (avaliar e criticar o movimento e o enquadramento) (NELSON, 2003, p. 39-40).

Essa visão do design como um processo de resolução de problemas não é consensual. Outros autores entendem que existem semelhanças entre os processos de resolução de problemas (geral) e de design (específico), e que o design inclui outras atividades além de resolução de problemas.

A diferença conceitual entre o design e a resolução de problemas é a diferença entre planos e resultados. Os resultados do processo de design em um plano de ação, mas não necessariamente em uma realização desse plano. Um aspecto interessante da forma que a solução de problemas é tipicamente ensinada e praticada é a ênfase relativa na ação no aprendizado através dessa ação e melhoria da solução inicial através do resultado deste aprendizado. Claro que, bons designers também são solucionadores de problemas completos, engajados em seus desafios através da implementação, teste e refinamento dos artefatos que eles projetam. (ULRICH, 2007, p.14)

Segundo Cross *et al.* (1996), a atividade de design abrange algumas das maiores habilidades cognitivas dos seres humanos, como, por exemplo, a forma como o cérebro percebe, aprende, recorda e pensa sobre toda informação captada através dos cinco sentidos. Ainda de acordo com os autores, esta atividade inclui a síntese, a criatividade e a resolução de problemas. O estudo e a análise da atividade de design oferecem grandes desafios intelectuais, e este é um campo de pesquisa em crescimento, estimulado tanto pelo desafio como pelo reconhecimento cada vez maior do valor da capacidade de design (DORST *et al.*, 2001).

Teorias de resolução de problemas introduzidas por Simon forneceram uma estrutura para esta extensão no âmbito de estudos em design, permitindo o estudo de designers e problemas de projetos dentro do paradigma da racionalidade técnica. Simon também proporcionou uma base sólida e rigorosa para grande parte do conhecimento existente na metodologia de projeto. Este paradigma (no qual o design é visto como um processo racional de resolução de problemas) tem sido a influência dominante em que molda a metodologia de projeto prescritivo e descritivo desde então. A maioria dos trabalhos feitos em metodologia de projeto, ainda hoje, segue os pressupostos da ciência, visão e objetivos de pensamento desta escola. Um paradigma radicalmente diferente só foi proposto, aproximadamente, 15 anos depois por Schön, descrevendo o design como um processo de: reflexão na ação. Esta teoria construcionista pode ser vista como uma reação à abordagem de resolução de problemas, feito especificamente para abordar alguns dos pontos cegos e deficiências percebidas na metodologia convencional (DORST; DIJKHUIS, 1995, p. 261-262).

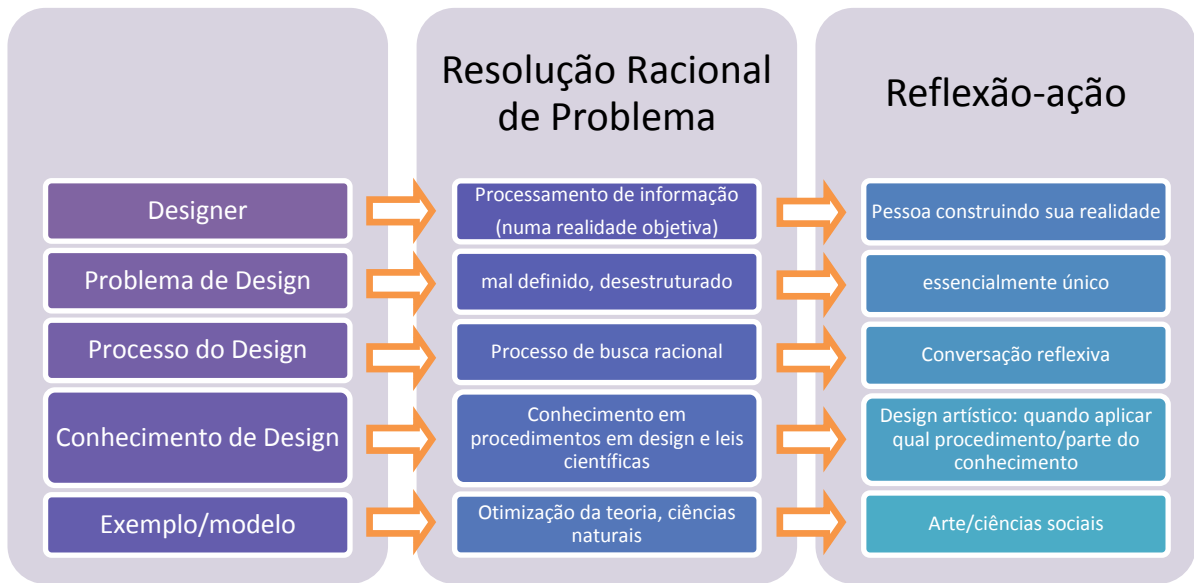


FIGURA 2: O paradigma da resolução racional de problemas e o paradigma reflexão/ação (adaptado de DORST; DIJKHUIS, 1995)

Ao se comparar paradigmas para descrever a atividade de design, Boyd (1996), um estrategista militar, considera que o papel do conhecimento e o tempo nas batalhas aéreas entre Caças/Jatos é fator importante para vencer (COWAN, 2002). No entanto, Boyd reconheceu que suas ideias em observar, orientar, decidir e agir (OODA, FIGURA 3) representam uma estrutura cognitiva genérica aplicável a organizações, assim como para indivíduos em busca de poder estratégico.

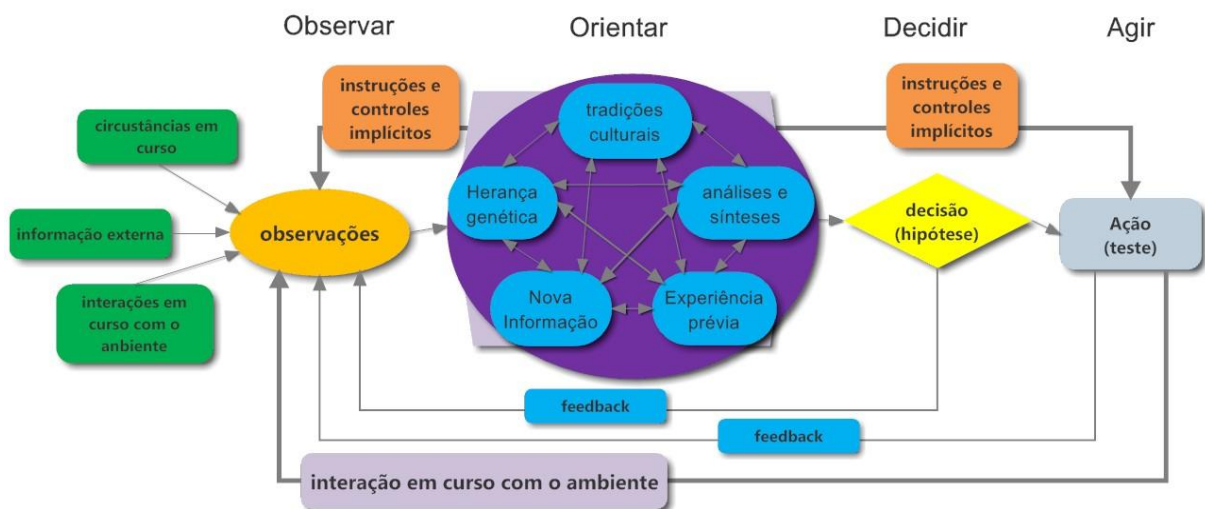


FIGURA 3: Fluxograma do ciclo OODA de John Boyd (1996).

O solucionador (no caso, o designer/estudante de Design), então, define um problema ou problemas, gera soluções alternativas, seleciona uma abordagem e, finalmente, entra em ação pela implementação da solução. Na maioria dos casos, o solucionador de problemas avalia depois se a solução foi, de fato, eficiente e, se não for, o processo de resolução de problemas poderá ser repetido várias vezes (FIGURA 4).

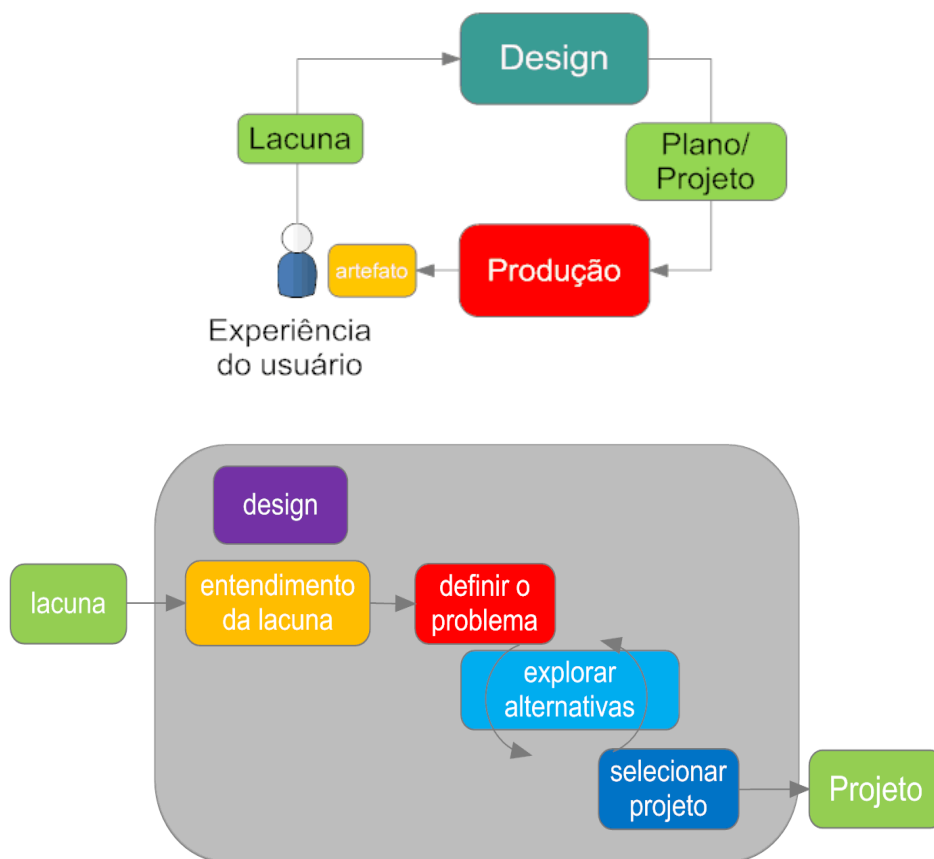


FIGURA 4: Design e produção na experiência do usuário. O processo de concepção pode ser pensado em quatro passos (ULRICH, 2007).

Akin e Akin (1998) analisaram os processos cognitivos de designers em suas atividades e descobriram que também existiam atos semelhantes em outros domínios da arte, como pintura, música e escultura. Esta fundamentação também foi apoiada em estudo por Christiaans (2002), no qual afirmou que não há diferença no julgamento de valor realizado por especialistas e não especialistas da área de Design.

Um conjunto substancial e variado de métodos de pesquisa têm sido desenvolvidos e adotados para a análise da atividade de design (CROSS *et al.*, 1996). São métodos que visam desde à reflexão filosófica até a investigação empírica, e incluem o estudo de ambos: da inteligência artificial¹ e natural² de design (CROSS *et al.*, 1996).

Um aspecto interessante no caminho da resolução de problemas é que, nesta, normalmente, é ensinada e praticada a ênfase relativa na ação, aprendendo com essa ação e, como resultado dessa aprendizagem, melhorando a solução inicial. No que se relaciona ao tempo e custo, pode-se citar que:

A crise é simplesmente um problema que deve ser resolvido rapidamente. Em termos econômicos, o custo do tempo é muito elevado nas crises (por exemplo, um paciente está sangrando, a empresa está falindo, mineiros estão presos). As crises podem ser problemas de projeto ou problemas de melhoria do sistema. Por exemplo, quando a tripulação da Apollo 13 disse: "Houston, temos um problema", logo todos sabiam que o problema tinha que ser resolvido rapidamente ou os astronautas morreriam. A crise da Apollo 13 era constituído, entre outros problemas, de um problema de design - como criar um filtro de ar com os materiais disponíveis – assim como uma melhoraria do sistema – em como minimizar a tração da corrente elétrica do sistema da aeronave (ULRICH, 2007).

2.3 Processos cognitivos em design

Os estudos dos processos cognitivos no desenvolvimento de design têm sido cada vez maiores desde a década de 1980. O conhecimento sobre o pensamento do

¹ A inteligência artificial é uma área de pesquisa da Ciência da Computação e da Engenharia da Computação dedicada a buscar métodos ou dispositivos computacionais que possuam ou simulem a capacidade racional de resolver problemas, pensar ou, de forma ampla, ser inteligente (ver, por exemplo, SOKOLOWSKI, Robert. *Natural and Artificial Intelligence*, Daedalus 117, no. 1, jan., 1988, p. 45-64).

² Inteligência natural em design é um conceito utilizado por Nigel Cross para descrever os processos naturais de pensamento que estão envolvidos com as atividades projetuais (ver CROSS, Nigel. *Natural intelligence in design*. *Design Studies*, n. 20, 1999, p. 25–39).

design pode orientar caminhos para a educação e o ensino de design e sua prática, assim como a melhoria do desenvolvimento de design nos indivíduos (POMBO; TSCHIMMEL, 2005). Ainda segundo as autoras, cada designer interpreta um problema de forma diferente e subjetiva, de forma que cada solução de design passa a ser uma opção pessoal e específica de cada designer ou grupo de designers.

Pode-se observar que os designers, frequentemente, alteram objetivos e características do projeto durante o processo de design, seja por dificuldades inesperadas seja por um novo *insight*. De acordo com a teoria do *Gestalt*, um *insight* é o resultado de uma reorganização de um campo perceptual (PUENTE FERRERAS, 1999). A partir desse conceito, o *insight* é conectado à memória, a capacidades intelectuais e criativas, a experiências de vida e profissional, além de influências externas.

Numa visão construtivista, o designer pode decidir o que e quando fazer, com base na tarefa de design percebida e construída de forma pessoal. Desta forma, ter as informações sobre o projeto e o conhecimento do assunto não são suficientes para criar uma solução de design inovadora, mas o pensamento criativo é ainda mais essencial. Uma vez que o cérebro humano tende a simplificar fatos complexos, o indivíduo tem a tendência de apegar-se ao conhecido, ao invés de verificar e/ou utilizar novas possibilidades (POMBO e TSCHIMMEL, 2005).

Quanto à relação do conhecimento e imaginação, para Pombo e Tschimmel (2005), parece ser incontestável que designers com um alto nível de conhecimento obtêm melhor qualidade em seus produtos desenvolvidos. O especialista em design distingue-se do novato pelo seu conhecimento estruturado. Christiaans e Venselaar consideram que existem quatro tipos de conhecimento de design (*apud* CROSS; DORST; ROOTZENBURG, 1992):

- a) O conhecimento declarativo, baseado em informações factuais;
- b) O conhecimento procedimental, de como usar o conhecimento declarativo em certos processos;
- c) O conhecimento situacional, baseado na compreensão das condições

do projeto;

- d) O conhecimento estratégico, que se refere ao saber como adquirir e usar as informações.

Em seus estudos, estes pesquisadores concluem que, sobre um sistema de design baseado no conhecimento, o conhecimento é de primordial importância na fase inicial do processo de design, quando a informação sobre a tarefa de design é organizada e integrada no processo de geração de ideias. Porém, em Design enquanto campo inovador, não basta lidar apenas com o conhecimento técnico, semântico ou metodológico, de modo que o designer precisa buscar um ingrediente extra, que lhe permita atingir um solução original. Todo conhecimento opera por meio da seleção de fatos importantes e rejeição de fatos menos importantes (POMBO e TSCHIMMEL, 2005), e, de acordo com a teoria construtivista, o design é caracterizado por um processo auto-organizador e altamente pessoal. Sendo assim, o conhecimento pode ser interpretado como um fenômeno em movimento, podendo-se comparar a uma chave que abre possíveis portas.

Lawson (1986) ressalta que o designer precisa de um pensamento imaginativo para encontrar novas soluções, mas que uma atitude crítica com o pensamento racional é necessária para avaliar a solução relevante para o problema do mundo real. “O controle e combinação do pensamento racional e imaginativo é uma das habilidades importantes do designer” (LAWSON, 1986).

Pode-se concluir que design é, como todas atividades criativas, uma atividade refletiva, além de um processo emocional e intuitivo. A cognição e a emoção, o conhecimento e a imaginação, o planejamento e o acaso, trabalham juntos integradamente. Os resultados desta pesquisa poderão informar como as restrições de tempo e custo afetam esses processos no designer.

2.3.1 Memória e carga cognitiva

O conceito de carga cognitiva foi introduzido por Sweller (1999), e baseia-se nos estudos de Miller e de Baddeley sobre a memória. Segundo Sweller (1999), a memória de curto prazo, também designada de memória de trabalho, tem uma capacidade restrita para lidar com informação nova. A memória de trabalho tem uma capacidade de cerca de sete unidades de informação para armazenar, e uma capacidade de dois a quatro unidades de informação para processar. Uma unidade de informação pode ser de diferentes tipos (dígitos, palavras, raças de animais, etc.; MILLER, 1956) e depende do conhecimento prévio do sujeito. Já a memória de longo prazo não tem este tipo de limitações (SWELLER, 1999).

A forma pela qual as pessoas se especializam está relacionada com o conhecimento armazenado em esquemas cognitivos na memória de longo prazo. Estes desenvolvem-se em esquemas progressivamente mais complexos, alguns dos quais automatizados, que organizam e guardam o conhecimento, e reduzem a carga sobre a memória de trabalho (SWELLER, 1999).

Ainda segundo Sweller (1999), quando a memória de trabalho lida com uma área de conhecimento fortemente organizada em esquemas, a sua capacidade aumenta significativamente. Porém, a sua capacidade é limitada quando lida com informação desorganizada, tornando-se mais difícil encontrar uma forma de organização adequada perante uma maior quantidade de informação.

Estas considerações devem ser compiladas nas estruturas curriculares de curso de graduação e pós-graduação. Um plano de instrução bem concebido tem de facilitar a construção e a automatização destes esquemas nos aspectos de uma tarefa que se colocam nas mais diversas situações de resolução de problemas.

O ICSID sugere que um projeto geral de pós-graduação contemple os seguintes tópicos:

- a) O pensamento primário cognitivo, inovador, criativo e lateral, motivação e curiosidade, a percepção de problemas de design, conceituação de novas soluções de design;
- b) secundária cognitiva, gráfica e comunicação simbólica, investigação e descoberta, a disciplina de Ética e Moral, Psicologia e Filosofia de

Concepção, a competência para a especialidade em Design;

- c) habilidades em design, metodologias, materiais, processamento e modelismo, desenho assistido por computador e outros *softwares*;
- d) contexto social do patrimônio cultural; colaboração, trabalho em equipe e liderança, empreendedorismo e educação continuada;
- e) experiência sobre o conhecimento específico do assunto e do contexto para o projeto; princípios científicos fundamentais e sua aplicação; leis fundamentais, os princípios e a prática do design no assunto (KUMAR, 2003).

De acordo com os tópicos, observa-se que as competências de percepção e solução de problemas, pensamento criativo, a curiosidade e a motivação são mais importantes que o desenho das competências profissionais, tais como comunicação visual e modelismo ou especializações em Design de um estudante de Desenho Industrial.

Em estudo apresentado por Gondim (2002), a autora evidencia algumas das competências que considera em cada grupo de habilidades. Em termos cognitivos, destaca o saber argumentar, ter uma visão ampla, saber resolver problemas e saber se comunicar. Isto está relacionado com a inteligência das pessoas.

Para Piaget (1985), a inteligência é um longo caminho de construção, sendo que, desde o nascimento, a criança interage de acordo com as suas possibilidades de maturidade, ativamente com o meio físico e social. Ao interagir com o mundo que a cerca, a criança, necessariamente vai incorporando e se apropriando da realidade, e aprende gradativamente, por meio desta interação, aprende a pensar e a lidar com os desafios que são postos. A linguagem, a formação de conceitos e a socialização no percurso do desenvolvimento sofrem grandes e profundas transformações. Ao abordar estes elementos que são constituídos na formação cognitiva, Piaget (1985) destaca a influência dos jogos e brincadeiras na articulação dos mecanismos mentais da criança. Nesta perspectiva, os jogos não somente expressam o desenvolvimento cognitivo, mas atuam como agentes de transformação, mudança e incorporação de conceitos da linguagem e da socialização. Pode-se concluir que

cabe ao educador organizar e orientar os seus alunos, viabilizando as manifestações lúdicas no contexto pedagógico.

2.4 Protocolos para análise do processo de resolução de problemas

Protocolos de análise (ou de pesquisa) são considerados como um dos principais métodos para o estudo do processo cognitivo na Psicologia, na Ciência Cognitiva e na Análise Comportamental (ERICSSON, 2002). Ainda de acordo com o autor, na década de 1960, a revolução sobre processos cognitivos intensificou o interesse no assunto. Teorias cognitivas descrevem como os indivíduos são capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos e soluções para novos problemas, como, por exemplo, a multiplicação mental de qualquer combinação de números de dois dígitos (ERICSSON, 2002). No estudo do desenvolvimento cognitivo do indivíduo, surgiram teorias de que o pensamento pode ser considerado uma informação processada (NEWELL;SIMON, 1972).

Newell e Simon (1972) desenvolveram modelos de organização intelectual que descrevem o pensamento, os tipos de processos envolvidos e os limites controladores do seu comportamento. As teorias de processamento de informação de Newell e Simon (1972) propuseram modelos computacionais que pudessem reproduzir os aspectos observáveis do desempenho humano em tarefas bem definidas, por meio da aplicação de procedimentos a serem analisados. Um dos princípios do método de processamento de informação é a análise de tarefas. A análise da tarefa pode ser, por exemplo, o intervalo de tempo que as pessoas usam para solucionar um problema, utilizando seu conhecimento prévio dos fatos e procedimentos para gerar respostas corretas para uma determinada tarefa (ERICSSON, 2002).

De acordo com Ericsson e Simon (1993), pesquisadores em Psicologia da Resolução de Problemas e Estudos de Projeto têm reconhecido a importância de descrever e compreender o processo cognitivo do sujeito de pesquisa. Ainda segundo os autores, acredita-se que um bom entendimento do processo cognitivo é útil para apoiar e melhorar a resolução de problemas e prática de design, e,

efetivamente, treinar os profissionais.

Protocolo de análise é um método de pesquisa empírica para estudar os comportamentos cognitivos e os processos de pensamento usados por sujeitos de pesquisa, ou seja, por solucionadores de problemas (ERICSSON; SIMON, 1993). Uma estrutura de protocolo de pesquisa deve conter preâmbulo, procedimentos gerais, instrumentos de pesquisa, diretrizes para análises de dados e apêndices (PERVAN; MAIMBO, 2005 *apud* RUNESON; HÖST, 2009).

2.4.1 Breve histórico de protocolos de análise

Segundo Cross *et al.* (1996), a análise dos protocolos de pensar em voz alta surgiu como um método de investigação psicológica na década de 1920. Desde o início, era um método de busca de *insights* sobre resolução de problemas. Porém, segundo os autores, os primeiros estudos foram limitados pela habilidade do pesquisador para tomar notas precisas das verbalizações do sujeito que estava sendo analisado. Apenas depois de 1945 (quando gravadores se tornaram disponíveis) que os métodos mais precisos de coleta de dados verbais permitiram resultados mais precisos. No entanto, ainda segundo os autores, foi a partir da década de 1960 que os maiores estudos protocolares foram realizados, nos quais destacam-se o ato de analisar o pensamento em voz alta usado por Groot (1965) em seus estudos de jogos de xadrez, e a pesquisa de Criptaritmética³ citada em Newell e Simon (1972). Na década de 1970, a disponibilidade de gravação de vídeo acrescentou uma nova dimensão, em que o comportamento não-verbal de sujeitos pode ser estudado ao lado de seus relatos verbais (LAWSON, 2004).

Conforme Lawson (2004), o número e a variedade de estudos de protocolo em design têm crescido significativamente nos últimos anos. O primeiro relatório desse tipo de estudo foi feito por Eastman, em 1970, numa pesquisa com arquitetos. Ainda segundo o autor, foi no final dos anos 1980 que os trabalhos de protocolo em

³ Criptaritmética: aritmética verbal, em inglês: *cryptarithmic*.

projetos de Engenharia começaram a aparecer, aumentado rapidamente desde então.

A maioria dos pesquisadores, por meio do uso de protocolo de análise, têm estudado a atividade de design dentro de um determinado domínio, mas há alguns autores, como Thomas e Carroll (1979), e Goel e Pirolli (1992) que tentaram fazer comparações entre vários domínios. De acordo com Christiaans e Dorst (1992), o domínio Design Industrial (do produto) foi estudado relativamente pouco através de análise de protocolo até a década de 1990. No entanto, segundo Cross *et al.* (1996), não tem sido fácil estabelecer comparações gerais, nem mesmo concordar com procedimentos ou normas gerais para tais estudos, devido à sua natureza dispersa e independente.

2.4.2 Tipos de protocolos

Segundo Ericsson (2002), a aplicação de um protocolo de análise geralmente ocorre em um ambiente controlado, no qual o objeto de pesquisa é um sujeito solucionador de problemas a quem é repassada uma tarefa específica. Esse protocolo tem como objetivo recolher o máximo de detalhes possíveis sobre o processo de resolução de problemas, em que a análise de dados possibilite a reconstrução do que acontece na mente do solucionador de problemas. Por um lado, o ambiente controlado reduz as interferências externas, permitindo ao pesquisador coletar, com riqueza de detalhes, dados relevantes sobre a resolução de problemas. Esses dados podem ser registros de atividades realizadas e os produtos gerados durante o experimento. Por outro lado, as deficiências deste método de pesquisa incluem um período de tempo limitado, um problema simulado a ser solucionado (normalmente uma tarefa simples), bem como os processos sociais, o trabalho em equipe e a comunicação não fazem parte do procedimento, os quais ocorrem frequentemente no trabalho diário.

Existem duas abordagens para coleta de dados no protocolo de análise: simultânea ou imediata e retrospectiva (DORST e DIJKHUIS, 1995; ERICSSON e SIMON, 1993).

2.4.2.1 Abordagem simultânea ou imediata

Segundo Ericsson e Simon (1993), protocolos simultâneos são gerados quando o solucionador de problemas verbaliza seus pensamentos enquanto trabalha em uma tarefa específica. O processo de coleta de dados ocorre por meio da utilização de gravação e transcrição de vídeo e/ou áudio. Como resultado, tem-se o registro do pensamento em voz alta, além das ações do objeto estudado que, posteriormente, são codificadas e analisadas.

Existem dois pressupostos subjacentes à validade do processo de verbalização de pensamentos em protocolos simultâneos. A primeira é que o processo de resolução de problemas tem uma característica de conversação. Schön (1996) descreve esse processo como um diálogo reflexivo do solucionador de problemas com os materiais manipulados durante a busca de solução do problema. Cabe salientar que Kaplan (1990) percebe o processo de design como uma atividade de conversação orientada, quer trate de um monólogo desenvolvido por um designer quer de conversas entre diferentes designers. O segundo pressuposto refere-se ao fato de que a verbalização de pensamentos, que ocorre durante o processo de resolução de problemas, não afetará o processo de desenvolvimento do design. Nesse sentido, Ericsson e Simon (1993) descrevem três níveis de verbalização, variando de verbalização direta sem esforço especial para comunicar pensamentos; processamento intermediário mínimo para explicar o conteúdo do pensamento; e verbalização com uma explicação de pensamentos, ideias e motivações.

2.4.2.2 Abordagem retrospectiva

Segundo Kuusela e Pallab (2000), protocolos retrospectivos visam a realizar entrevistas com o solucionador de problemas após o processo de resolução de problemas. Durante a entrevista, o solucionador de problemas é convidado para relembrar suas atividades. As entrevistas são registradas em áudio e/ou vídeo, e, depois, transcritas. Desse modo, os protocolos retrospectivos utilizados servem para reconstruir o processo de resolução de problemas e facilitar, por parte do

pesquisador, uma maior compreensão sobre o processo.

Kuusela e Pallab (2000) sugerem que os protocolos simultâneos são mais adequados para examinar o processo, enquanto protocolos retrospectivos são mais adequados para analisar o resultado. No entanto, existe um ponto fraco com os dois tipos de protocolos (simultâneos e retrospectivos): é o efeito *Hawthorne*⁴, segundo o qual se sabe que as abordagens para coleta de dados envolvem a observação de sujeitos de pesquisa que têm conhecimento da observação (NEUMAN, 2003).

2.4.3 O Protocolo de Savage *et al.* (1998)

O protocolo de Savage *et al.* (1998), considerado como protocolo simultâneo ou imediato, foi aplicado em alunos de cursos de Engenharia, e participaram do experimento 108 indivíduos (94 masculinos, 14 femininos) da *Cardiff University*, Inglaterra. Todos os indivíduos eram estudantes graduandos ou pós-graduandos. Destes, 86% eram estudantes de Engenharia, os restantes eram de várias outras disciplinas. Todos foram recrutados por meio de um anúncio de departamento ou através de um sistema de créditos curriculares.

Os testes empregados por Savage *et al.* (1998) compreendem a realização de pequenas tarefas de design (simulações de projeto), sendo:

- a) Tarefa 1 com restrição de altura: criar uma estrutura autossustentável, que tem uma altura mínima de 19 cm;
- b) Tarefa 2 com restrição de altura e de suporte: criar uma estrutura autossustentável, que tem uma altura mínima de 19 cm. Esta estrutura deve ser capaz de suportar o parafuso no seu ponto mais alto;
- c) Tarefa 3 com restrição de altura e de espaço: criar uma estrutura

⁴ A experiência de Hawthorne foi realizada em 1927, pelo Conselho Nacional de Pesquisas dos Estados Unidos (*National Research Council*), em uma fábrica do *Western Electric Company*, situada em Chicago, no bairro de Hawthorne.

autossustentável, que tem uma altura mínima de 19 cm. Esta estrutura deve ser capaz de suportar o parafuso no seu ponto mais alto. O projeto não deve usar mais de 3 cm² de espaço na base.

Estas tarefas buscam simular uma situação de projeto. Como o experimento procura investigar até que ponto as restrições externas (tempo e custo) afetam o processo de design, os sujeitos foram distribuídos em quatro grupos, sendo que cada grupo teria ou não algum tipo de restrição. Cada grupo trabalha com as seguintes condições:

- a) Condição 1: sem restrições de custo ou tempo. Esta é a condição controle, em que nenhuma restrição é imposta. Tanto o tempo e o material são livres;
- b) Condição 2: limite do tempo. Para esta condição, o tempo mediano para concluir cada tarefa foi calculado a partir da condição 1 para ser utilizado como o tempo limite. O custo (materiais) é livre;
- c) Condição 3: restrição de custo. As restrições de custo foram calculadas a partir condição controle. O número médio de itens usados em todas as tarefas constituiu o material (custos) limites adotados. Ao sujeito estudado foi permitido tanto tempo quanto fosse necessário, mas foi informado de que teria que pagar por todos os materiais utilizados (deduzido do pagamento simulado). O limite de custo foi o mesmo para todas as tarefas. Para cada grupo de materiais, foram considerados uma folha de papel A4, um grampo, um clipe de papel ou um pedaço de fita adesiva;
- d) Condição 4: custo e tempo limitados. As restrições de tempo e custo utilizadas nas condições 2 e 3, respectivamente, foram ambas usadas nesta condição.

Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em uma das quatro

condições experimentais, ou seja, todos os sujeitos realizaram três tarefas na mesma ordem, tarefa 1, depois a tarefa 2 e, enfim, a tarefa 3, em apenas uma das condições (QUADRO 1).

	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 3	
	Externa	Tarefa inerente	Externa	Tarefa inerente	Externa	Tarefa inerente
Condição 1	Nenhuma	Altura	Nenhuma	Altura e peso	Nenhuma	Altura, peso e espaço
Condição 2	Tempo	Altura	Tempo	Altura e peso	Tempo	Altura, peso e espaço
Condição 3	Custo	Altura	Custo	Altura e peso	Custo	Altura, peso e espaço
Condição 4	Tempo e custo	Altura	Tempo e custo	Altura e peso	Tempo e custo	Altura, peso e espaço

QUADRO 1: Restrições impostas em cada tarefa (SAVAGE *et al.* 1998).

Os materiais da tarefa são os itens a partir dos quais o sujeito pode criar suas estruturas. Estes foram: papel A4, grampos, grampos de papel, fita adesiva e um parafuso pesando, aproximadamente, 40 g (nas tarefas 2 e 3).

As ferramentas para a realização das tarefas são as que o sujeito pode usar para auxiliar na construção da estrutura. Essas são compostas por um par de tesouras, um grampeador e uma régua de 30 cm.

O equipamento do experimento foi composto por uma câmera de vídeo, um cronômetro de mão e três folhas de especificação. A filmadora foi usada para filmar as estruturas que os indivíduos criaram durante cada tarefa e também para gravar protocolos verbais. O cronômetro foi utilizado para registrar os tempos de conclusão de cada tarefa.

O procedimento de coleta de dados foi o mesmo para todas as condições. Todos os testes foram realizados pelos sujeitos individualmente em um espaço adequado. O sujeito da análise era convidado a ler uma folha de instruções genéricas que explica a maneira em que o experimento iria prosseguir. Instruções adicionais foram acrescentadas para tarefas em que era importante salientar as limitações de tempo e/ou custos impostos. Ao sujeito, então, era perguntado se

estava apto para começar. Em caso afirmativo, a filmadora era ligada e era entregue para o sujeito analisado a primeira folha de especificações. O cronômetro era, então, iniciado.

Em condições de tempo limitado, o sujeito era informado do tempo decorrido, quando alcançado 60 segundos e novamente quando chegava aos 90 segundos de intervalo. Cada tarefa terminava quando o sujeito sentia que tinha encontrado a solução da tarefa, ou decorrido o prazo de tempo (neste caso, somente nas condições de tempo limitado). No final de cada tarefa, o cronômetro era parado e a estrutura construída pelo sujeito era removida. Após a conclusão da terceira tarefa, a experiência terminava e o sujeito era orientado a não falar sobre a experiência a outros estudantes a fim de evitar que influenciasse possíveis candidatos.

Para a análise dos dados, com a finalidade de examinar a confiabilidade dos dados, Savage *et al.* (1998) realizaram análises estatísticas. Os dados foram analisados utilizando ANOVA (análise de variância) com a finalidade de identificar onde estavam as diferenças, uma série de outras análises foi feita (como, por exemplo, Newman-Keuls).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Estratégia da pesquisa

A estratégia de pesquisa reside na aplicação de protocolo que teve como base o modelo proposto por Savage *et al.* (1998). O instrumento de coleta de dados que foram utilizados foi fotografia, medição de tempos (cronometragem) e filmagem.

3.2 Delineamento

O desenho do método da pesquisa desenvolvida para a realização deste trabalho é apresentado na FIGURA 5, e foi dividido em três etapas distintas: construção, implementação e finalização.



FIGURA 5: Desenho esquemático das etapas da pesquisa.

3.2.1 Construção

Nesta etapa, foi identificado que, muitas vezes, o designer deve desenvolver

e concluir trabalhos com prazos frequentemente curtos (GRIFFIN; SOMEMEYER, 2007). A estratégia de coleta de dados foi definida após leitura do artigo de Savage *et al.* (1998), no qual ele apresenta um protocolo que foi aplicado visando a verificar como as restrições de tempo e custo podem vir a interferir nos processos de desenvolvimento de projetos em Engenharia. Inicialmente, realizou-se uma revisão de literatura, apresentando tipos de medidas de criatividade e processos cognitivos, assim como tipos de protocolos. A partir destas informações, foi elaborado um novo protocolo, tendo como base o protocolo desenvolvido por Savage *et al.* (1998).

3.2.2 Implementação

A etapa da implementação contou com a verificação das questões de pesquisa após a análise dos dados coletados por meio da aplicação de protocolo com tarefas de simulação, elaborado na etapa anterior.

3.2.3 Finalização

Nesta etapa, foram realizadas as conclusões do trabalho e seus resultados foram divulgados.

3.3 Coleta de dados

A aplicação do protocolo foi iniciada com o sujeito da pesquisa sendo convidado a responder um questionário de tipo de personalidade desenvolvido por Myers e Briggs, composto por 32 questões (Apêndice 4).

Em continuidade, foi realizado um experimento com o estudante, baseado no protocolo de Savage *et al.* (1998) e aplicado através de diversos experimentos. O protocolo aplicado compreende orientações para a realização de tarefas de projeto a serem desenvolvidas pelo estudante, como, por exemplo, a construção de pontes de papel, apoiando torres, pilares, além de outros objetos. As tarefas foram submetidas a diferentes restrições com o intuito de possibilitar a identificação de como a

restrição de tempo e/ou custo, afetam o comportamento do estudante de Design. As tarefas a serem realizadas podem ser assim descritas:

- a) Tarefa 1: restrição de altura;
- b) Tarefa 2: restrição de altura e suporte;
- c) Tarefa 3: restrição de altura, suporte e espaço.

As restrições a serem inseridas no desenvolvimento do experimento, de acordo com Savage *et al.* (1998), foram classificadas em três tipos:

- a) Externa: definido por fatores econômicos, como tempo e custo;
- b) Interna: definido como a experiência de domínio do conhecimento e inteligência;
- c) Inerente às tarefas realizadas: definida por características físicas, tais como o espaço ou limite de altura, ou uma combinação dessas últimas, do objeto a ser projetado pelo estudante.

Nesta pesquisa, as restrições internas não foram contempladas pelo fato de que esse tipo de restrição foge ao escopo do trabalho, uma vez que aumentaria a complexidade na coleta de dados, e no tempo necessário para a realização e finalização da pesquisa.

As restrições externas e inerentes geraram quatro condições, sendo estas:

- a) Condição de controle (sem restrições);
- b) Condição de tempo limitado;
- c) Condição de custo limitado;
- d) Condição de tempo e custo limitados.

A forma em que as restrições foram distribuídas permite que o tempo e custo possam ser analisados individualmente (condição de tempo e condição de custo), assim como de forma combinada (tempo e custo na mesma condição).

A fim de possibilitar o estudo da influência das restrições acima nas tarefas a serem realizadas pelos estudantes, um delineamento misto 4x3 foi adotado. Isto significa que o teste foi aplicado de forma que todos os indivíduos pudessem realizar três tarefas na mesma ordem (tarefas 1, 2 e 3) em apenas uma das quatro condições, conforme está representado no QUADRO 2.

	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 3	
	Restrição	Restrição de tarefa	Restrição	Restrição de tarefa	Restrição	Restrição de tarefa
Grupo 1 Condição 1	Nenhuma	Altura	Nenhuma	Altura e peso	Nenhuma	Altura, peso e espaço
Grupo 2 Condição 2	Tempo	Altura	Tempo	Altura e peso	Tempo	Altura, peso e espaço
Grupo 3 Condição 3	Custo	Altura	Custo	Altura e peso	Custo	Altura, peso e espaço
Grupo 4 Condição 4	Tempo e custo	Altura	Tempo e custo	Altura e peso	Tempo e custo	Altura, peso e espaço

QUADRO 2: Restrições impostas em cada tarefa.

Tendo como referência o procedimento adotado por Savage *et al.* (1998), esta pesquisa foi feita de forma aleatória em grupos de 30 a 40 sujeitos. Essa dimensão de amostra atende a critérios estabelecidos na literatura para esse tipo de estudo.

Alguns autores (como, por exemplo, Gay e Airasian, 2000, 2003; Creswell, 2002; *apud* ONWUEGBUZIE; LEECH, 2005) salientam que apenas 15 participantes por grupo é considerado suficiente para detectar diferenças verdadeiras entre grupo(s) experimental(ais) e grupo(s) controle(s). No entanto, Onwuegbuzie e Leech (2005) consideram que esta recomendação é falha, pois, geralmente, leva ao poder estatístico inadequado (ou seja, <0,80). Supondo-se que o tratamento/intervenção é realmente eficaz, quando ocorre a aleatoriedade, é razoável esperar uma grande diferença a ser encontrada entre os grupos experimental e controle. Pelo menos 21 participantes por grupo são necessários a fim de produzir um poder estatístico de 0,80 ou maior para detectar uma diferença grande (unilateral) ao nível de 5% de

significância (ERDFELDER *et al.*, 1996, *apud* ONWUEGBUZIE; LEECH, 2005). Grupos de apenas 21 participantes levam a um poder estatístico de 0,69 para detectar grandes diferenças relativas a uma hipótese unilateral (isto é, declarando que o grupo experimental é superior ao do grupo controle). Assim, os autores indicam que grupos de 21 ou mais indivíduos devem ser utilizados em estudos experimentais (ONWUEGBUZIE; LEECH, 2005).

Os estudos sobre criatividade e resolução de problemas têm por referência métodos da Psicologia, que adotam critérios que reconhecem especificidades da variabilidade na resposta humana, que são substancialmente diferentes de critérios adotados em experimentos com processos industriais, por exemplo. Por exemplo, Weyne (2004) exemplifica que, enquanto a ordem de grandeza para uma amostra na área de Saúde poderia ser de 30 pacientes (N = 30), na área de Engenharia poderia ser necessária uma amostra de 1.000 peças (N = 1.000).

Os estudantes foram distribuídos de forma aleatória em uma das quatro condições experimentais. O procedimento de aplicação do teste foi o mesmo para todos os participantes. Todos os desafios do teste foram executados pelo sujeito individualmente em um local adequado, que, para esse trabalho, foi definido como: privado (ou seja, protegido de interferências externas), silencioso, com iluminação artificial, contendo, no mínimo, uma mesa e duas cadeiras.

3.3.1 Materiais, ferramentas e equipamentos utilizados no experimento

Para a realização do experimento, foi necessária a utilização de diferentes materiais, ferramentas e equipamentos. Os materiais da tarefa são os itens com os quais o designer pode criar e construir suas estruturas, listados a seguir e ilustrados na FIGURA 6:

- a) Folha de Papel A4;
- b) Grampos de papel;

- c) Clipes;
- d) Fita adesiva;
- e) Um parafuso pesando, aproximadamente, 40 g (para as tarefas 2 e 3).



FIGURA 6: Cartão com ilustração dos materiais utilizados

Os equipamentos para a pesquisa foram uma câmera de vídeo digital (filmadora), uma câmera fotográfica digital, um cronômetro e cartões de especificação das regras. A filmadora e a câmera fotográfica foram utilizadas para registrar o procedimento executivo e resultados das estruturas desenvolvidas pelos estudantes durante cada tarefa, assim como para registrar protocolos verbais. O cronômetro foi utilizado para medir e registrar os tempos de conclusão das tarefas.

As ferramentas utilizadas consistiam de itens que o designer podia utilizar para construir as estruturas (FIGURA 7) e são listadas a seguir:

- a) Duas tesouras;
- b) Um grampeador;
- c) Uma régua de 30 cm.



FIGURA 7: Cartão com ilustração das ferramentas que podem ser utilizadas.

Para a realização do experimento, primeiramente, o indivíduo recebeu instruções verbais sobre os procedimentos gerais da pesquisa. Instruções adicionais foram repassadas por escrito para os estudantes ao longo da realização das tarefas, que salientavam as restrições de tempo e/ou custo com as quais eles deveriam lidar. O estudante, então, foi questionado se estava apto a iniciar. Em caso negativo, o sujeito poderia tirar possíveis dúvidas antes da continuidade, de forma verbal. Em caso afirmativo, a filmadora era ligada e eram entregues as especificações da condição. As especificações das tarefas eram entregues à medida que terminavam.

Após as instruções verbais, cada sujeito foi convidado a realizar três tarefas na sequência de Tarefa 1, Tarefa 2 e Tarefa 3. Depois da entrega das especificações, o cronômetro foi acionado quando o sujeito recebia a tarefa. As especificações das tarefas foram exatamente as mesmas a serem entregues para todos os participantes do experimento e estão descritas a seguir.

3.3.2 Tarefa 1: restrição da altura

Criar uma estrutura autossustentável com uma altura mínima de 19 cm (FIGURA 8).

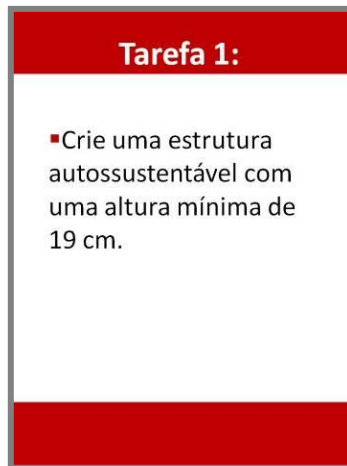


FIGURA 8: Instruções apresentadas para tarefa 1.

3.3.3 Tarefa 2: restrição da altura e suporte

Criar uma estrutura autossustentável com uma altura mínima de 19 cm. Esta estrutura deve ser capaz de suportar o parafuso no seu ponto mais alto (FIGURA 9).

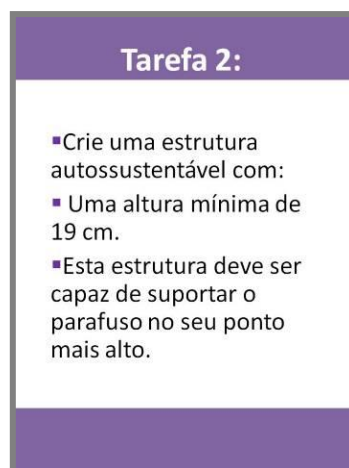


FIGURA 9: Instruções apresentadas para tarefa 2.

3.3.4 Tarefa 3: restrição da altura, suporte e espaço

Criar uma estrutura autossustentável com uma altura mínima de 19 cm. Esta estrutura deve ser capaz de suportar o parafuso no seu ponto mais alto. Seu projeto não deve usar mais do que 3 cm² de espaço na base.

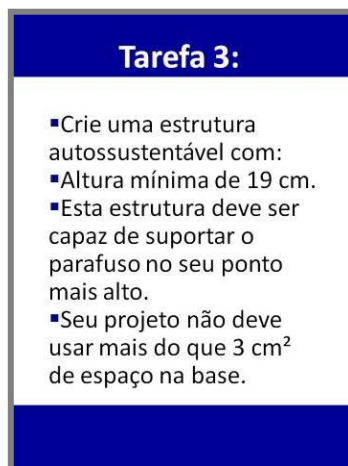


FIGURA 10: Instruções apresentadas para tarefa 3.

Nas tarefas em que o tempo era restrito (tempo este definido a partir da mediana do grupo controle; o grupo da condição 1), o indivíduo era informado do tempo decorrido ao longo do experimento, aos 50% e aos 75% do tempo limite decorrido. Cada tarefa terminou no momento em que o sujeito sentiu que alcançou o objetivo da tarefa, ou decorrido o limite de tempo (este somente no caso onde existia condição de restrição de tempo). Ao final de cada tarefa, o cronômetro era desligado, o tempo transcorrido era registrado e o objeto concebido durante a tarefa registrado e removido. Após a conclusão da terceira tarefa, o teste terminava, a câmera era desligada e o indivíduo era orientado a não comentar sobre o experimento para outros estudantes a fim de evitar que sua experiência viesse a influenciar demais participantes.

Três tarefas foram empregadas, cada uma com diferentes restrições. Na primeira tarefa, uma restrição é imposta: a restrição da altura; na segunda tarefa; duas restrições são impostas: altura e a restrição da sustentação (suportar

determinado peso); e, na terceira tarefa, três restrições são impostas: altura, sustentação e espaço. As restrições externas (tempo e custo) impostas dependem de qual condição será atribuída ao pesquisado, ou seja, dependendo de qual condição o pesquisado estiver, terá ou não: nenhuma, uma ou ambas as restrições.

3.4 Condições de restrições

Um fator importante a ser ressaltado é que cada sujeito só pode fazer parte de uma das condições de restrição, porque, uma vez tendo feito o teste, as soluções posteriores poderiam ser influenciadas, e, portanto, alterar os resultados. Sendo assim, cada indivíduo participa somente de uma das quatro condições restritivas. Estas condições são:

- a) Condição controle;
- b) Condição de restrição de tempo;
- c) Condição de restrição de custo;
- d) Condição de restrição de tempo e custo.

3.4.1 Condição 1: controle

Nesta condição, a condição-controle, estuda-se um cenário sem restrição de custo e tempo (FIGURA 11).

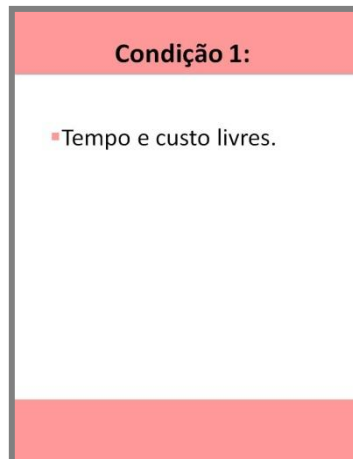


FIGURA 11: Cartão contendo instruções apresentado para Condição 1.

Por exemplo: entrega-se o cartão condição 1, após a leitura deste, entrega-se o cartão da tarefa 1 e, simultaneamente, inicia-se a medição do tempo, conforme FIGURA 12. A mesma sequência foi feita para as tarefas 2 e 3, utilizando-se o cartão de restrição de tempo respectivo.



FIGURA 12: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 1.

3.4.2 Condição 2: restrição de tempo

Neste cenário, o tempo a ser restrito será calculado a partir da mediana do tempo para concluir cada tarefa na condição 1. Nenhuma restrição quanto ao custo será imposta. Os valores medianos extraídos dos resultados da condição ao 1 (grupo-controle) foram utilizados para a etapa na qual a condição exige restrição de tempo, nas condições 2 e 4. Os valores ficaram conforme demonstrado na lista a seguir e na FIGURA 13.

Limite de tempo para cada tarefa:

- a) Tarefa 1: 2 minutos e 06 segundos;
- b) Tarefa 2: 2 minutos e 03 segundos.
- c) Tarefa 3: 3 minutos e 10 segundos.

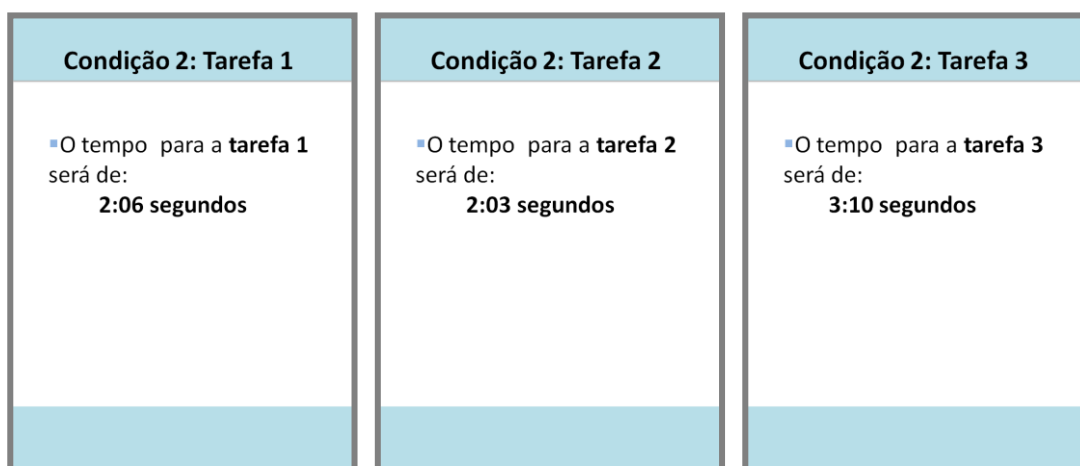


FIGURA 13: Cartões contendo instruções apresentados para Condição 2.

Nesta condição, primeiramente, foi entregue o cartão contendo a restrição de tempo da tarefa 1 (FIGURA 13) e, logo após a sua leitura, foi entregue o cartão com

as instruções da tarefa respectiva (FIGURA 8 ou FIGURA 9 ou FIGURA 10). Por exemplo: entrega-se o cartão condição 2: tarefa 1, após a leitura deste, entrega-se o cartão da tarefa 1 e, simultaneamente, inicia-se a medição do tempo, conforme demonstra a FIGURA 14. A mesma sequência foi feita para as tarefas 2 e 3, utilizando-se o cartão de restrição de tempo respectivo.

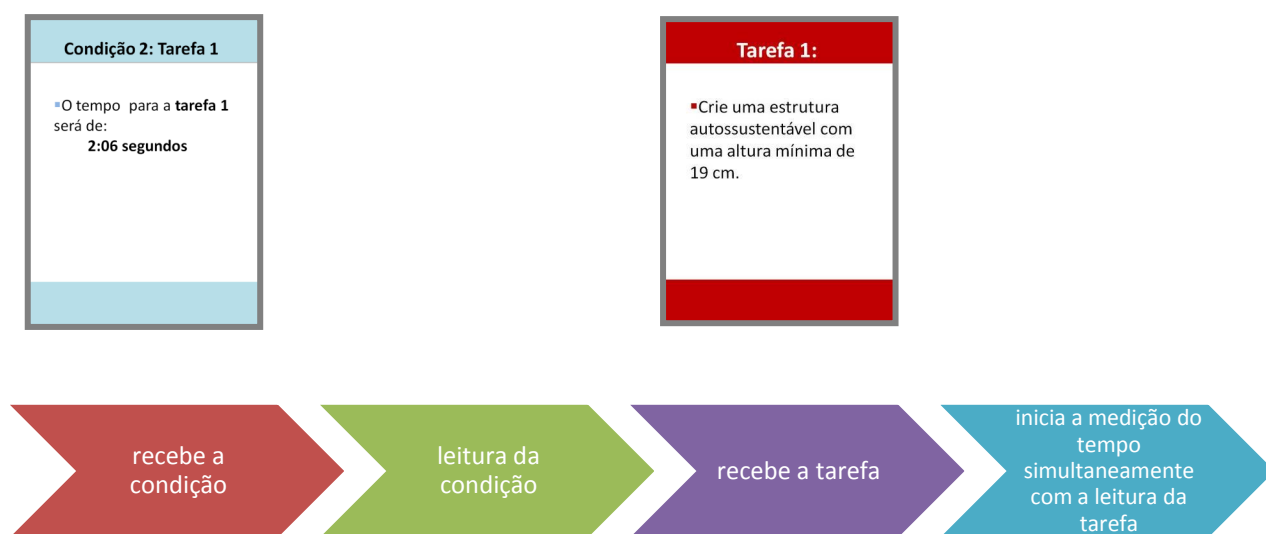


FIGURA 14: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 2.

3.4.3 Condição 3: restrição de custo

A restrição de custo foi calculada a partir da condição controle (Condição 1). O número médio de itens de material utilizado em todas as tarefas constituirá o limite de material a ser utilizado, simulando o limite de custo. Nesta condição, foi permitido o tempo que fosse necessário para concluir a tarefa, porém o sujeito teve que pagar de forma simulada por todos os materiais utilizados. O limite de custo foi o mesmo para todas as tarefas.

A média de itens utilizados em cada tarefa ficou em 7 unidades por tarefa.

A cada item de material foi atribuído um custo simulado de R\$ 0,20 (vinte centavos de Real), conforme demonstra a TABELA 1. Portanto, cada tarefa deve custar um máximo de R\$1,40 (um Real e quarenta centavos).

TABELA 1: Valores associados a cada item de material na condição de restrição de custo.

Material	Valor
Folha de Papel A4	R\$ 0,20
Grampo	R\$ 0,20
Clipe	R\$ 0,20
Pedaço de fita adesiva (até 5 cm)	R\$ 0,20

Para o grupo da condição 3, foram apresentados, consecutivamente, os cartões de cada tarefa, conforme ilustra a FIGURA 15, após ter sido apresentado o cartão contendo a tabela de custos (FIGURA 16).

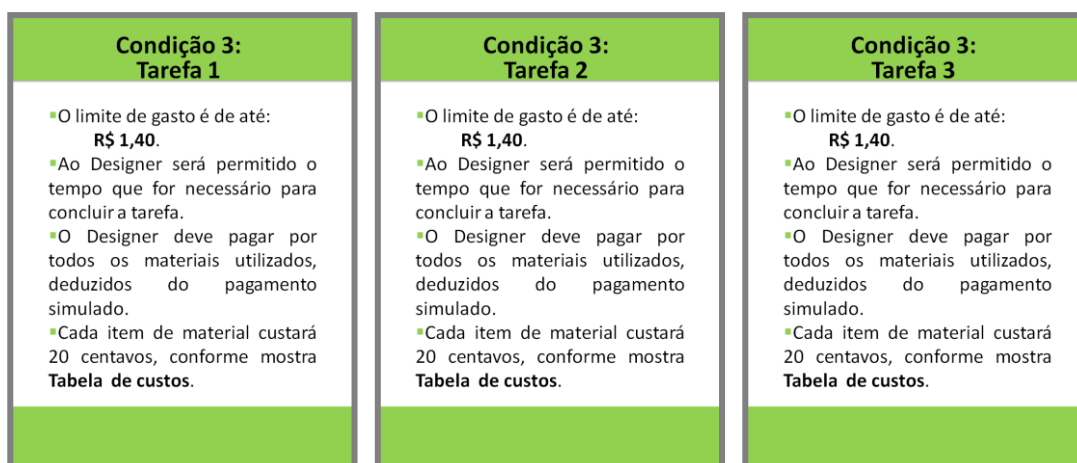


FIGURA 15: Cartões contendo instruções apresentados para Condição 3.

Tabela de custos	
Material	Valor
Folha de Papel A4	R\$ 0,20
Grampo de grampeador	R\$ 0,20
Clipe	R\$ 0,20
Pedaço de fita adesiva	R\$ 0,20

FIGURA 16: Tabela de custos da Condição 3

A FIGURA 17 apresenta a sequência adotada para cada tarefa da condição 3, exemplificada pela Tarefa 1.

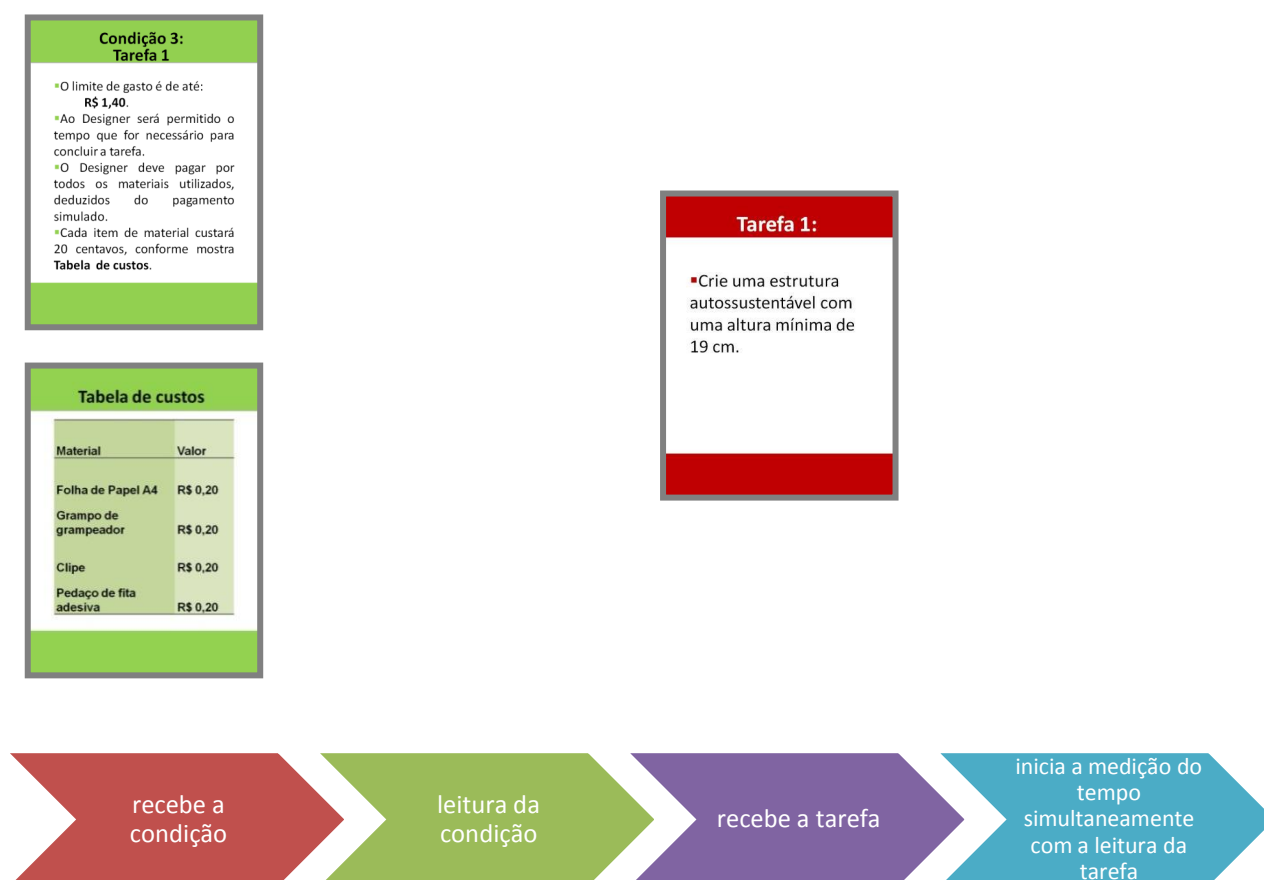


FIGURA 17: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 3

3.4.4 Condição 4: restrição de tempo e custo

Nesta condição, ambas as restrições de tempo e custo (conforme nas condições 2 e 3), foram aplicadas mesmo tempo (FIGURA 19 e FIGURA 18). Para cada tarefa, foram entregues as respectivas cartas da FIGURA 18, além da tabela de custos (conforme FIGURA 19).

Condição 4: Tarefa 1	Condição 4: Tarefa 2	Condição 4: Tarefa 3
<ul style="list-style-type: none">• O limite de gasto é de até: R\$ 1,40• O tempo para o termino será de: 2:06 segundos• Deve-se pagar por todos os materiais utilizados, deduzidos do pagamento simulado.• Cada item de material custará 20 centavos, conforme mostra Tabela de custos.	<ul style="list-style-type: none">• O limite de gasto é de até: R\$ 1,40.• O tempo para o termino será de: 2:03 segundos• Deve-se pagar por todos os materiais utilizados, deduzidos do pagamento simulado.• Cada item de material custará 20 centavos, conforme mostra Tabela de custos.	<ul style="list-style-type: none">• O limite de gasto é de até: R\$ 1,40.• O tempo para o termino será de: 3:10 segundos• Deve-se pagar por todos os materiais utilizados, deduzidos do pagamento simulado.• Cada item de material custará 20 centavos, conforme mostra Tabela de custos.

FIGURA 18: Cartões contendo instruções para Condição 4.

Tabela de custos	
Material	Valor
Folha de Papel A4	R\$ 0,20
Grampo de grampeador	R\$ 0,20
Clipe	R\$ 0,20
Pedaço de fita adesiva	R\$ 0,20

FIGURA 19: Tabela de custos condição 4.

A FIGURA 20 apresenta a sequência adotada para cada tarefa da condição 4, exemplificada pela Tarefa 1.

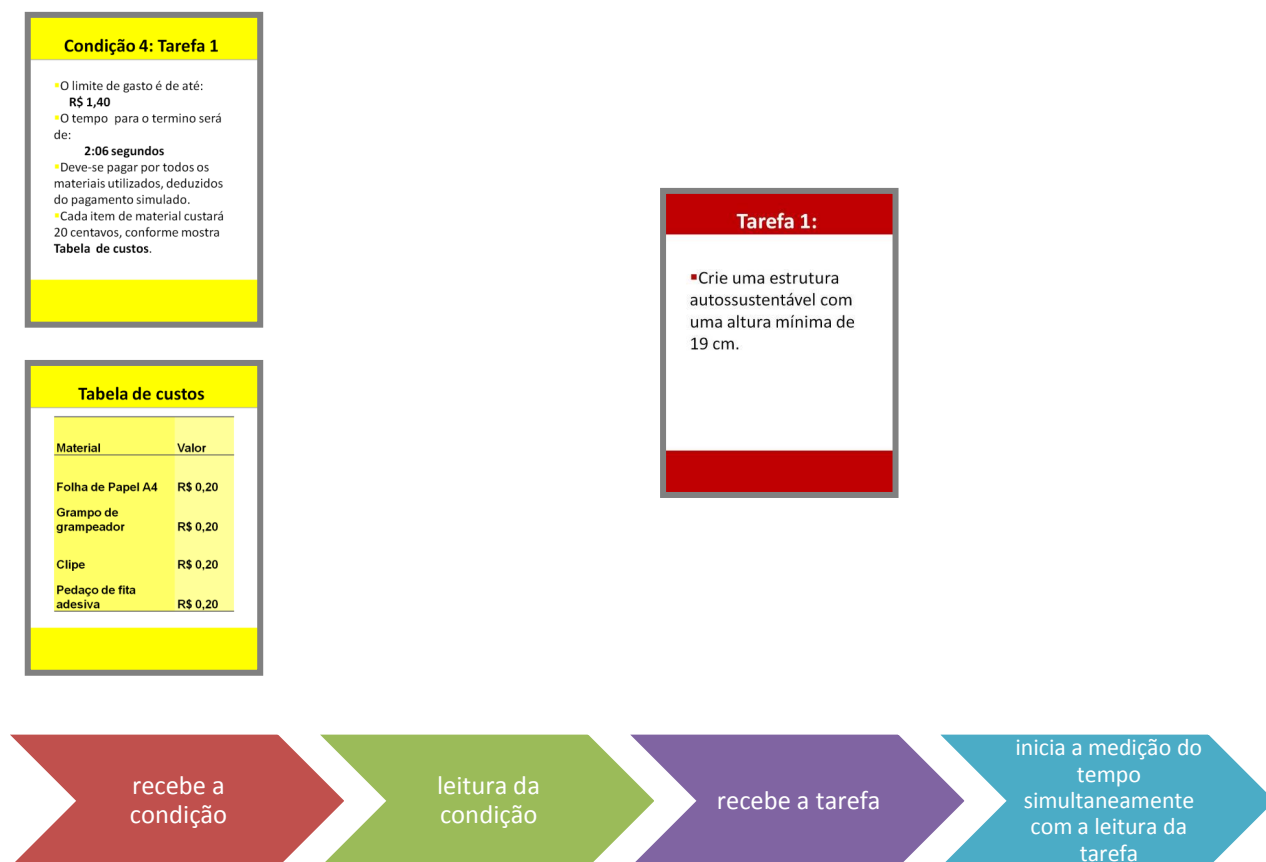


FIGURA 20: Exemplo esquemático da sequência de protocolo de pesquisa da condição 4

3.5 Caracterização dos participantes do estudo

O teste foi aplicado em cursos de Design de quatro instituições de ensino superior do Rio Grande do Sul, localizadas na Grande Porto Alegre, selecionadas por critérios de conveniência. Foram enviadas mensagens por correio eletrônico para os coordenadores de cinco cursos, dos quais quatro responderam e aceitaram participar. Foram as seguintes as instituições: UFRGS (Universidade federal do Rio Grande do Sul), Uniritter (Centro Universitário Ritter dos Reis), Unisinos (Universidade do Vale do Rio dos Sinos) e ULBRA (Universidade Luterana do Brasil).

Em cada instituição, a pesquisadora foi apresentada pelos coordenadores a outros professores que foram solicitados a auxiliar no contato com os estudantes. A participação dos estudantes se deu de forma voluntária e aleatória, sem qualquer tipo de incentivo ou premiação. O protocolo foi aplicado durante os meses de abril, maio e junho de 2011.

3.6 Análise de dados

Os dados coletados foram analisados com o auxílio dos programas *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.2 e o *Statistical Package For The Social Sciences* (SPSS / PASWSTAT), versão 18. Esta etapa contou com o apoio do NAE (Núcleo de Assessoria Estatística) do órgão do Departamento de Estatística do Instituto de Matemática da UFRGS. Os dados foram analisados pelo NAE durante os meses de junho a dezembro de 2011.

A ocorrência de diferenças entre grupos (condições de restrições) foi verificada com o uso de Análise de Variância (*One-Way ANOVA*). Nesse caso, alguns dados apresentaram problemas de variabilidade (heterogeneidade de variâncias), sendo necessário encontrar transformações adequadas para, posteriormente, fazer a sua análise. Para as situações em que foram identificadas

diferenças significativas, foram utilizados o teste de comparações múltiplas de SNK (Student Newman Kewels) e o teste de comparações múltiplas de Tukey-Kramer.

Além disso, foram utilizados os testes de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney para analisar associações entre variáveis referentes aos grupos de estudantes e o seu desempenho nas realizações das tarefas.

4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo, são apresentadas as análises dos dados coletados assim como sua interpretação. Os resultados apresentados consistem em quatro partes: resultados da pesquisa análises segundo Savage *et al.* (1998), efeitos entre condições e tarefas, e análise dos efeitos da personalidade.

4.1 Resultados da pesquisa

Participaram da pesquisa um total de 130 sujeitos, dos quais 40% (52 sujeitos) foram do sexo masculino e 60% (78 sujeitos) do sexo feminino (FIGURA 21).

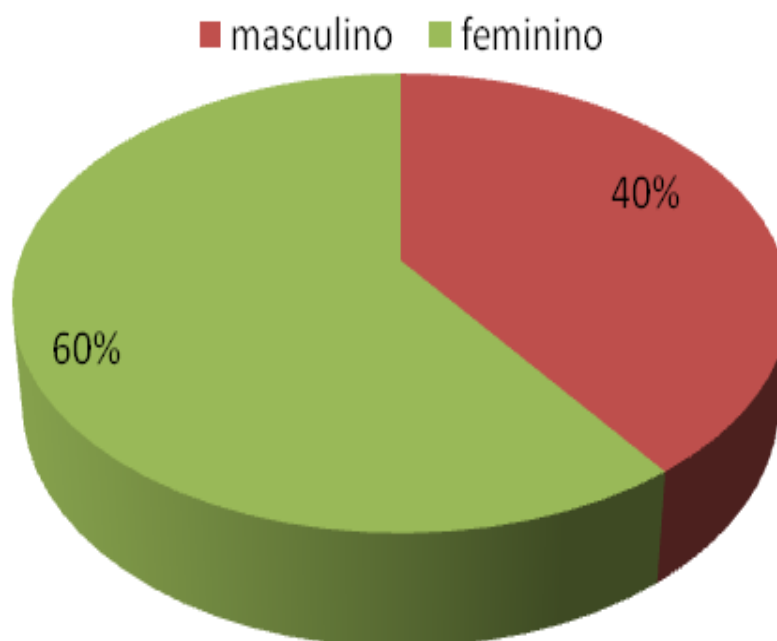


FIGURA 21: Gráfico de percentuais do gênero dos sujeitos de pesquisa

A faixa etária dos estudantes variou entre 18 e 64 anos, em que 77% dos

sujeitos ficaram em uma faixa etária entre 18 e 25 anos (FIGURA 22).

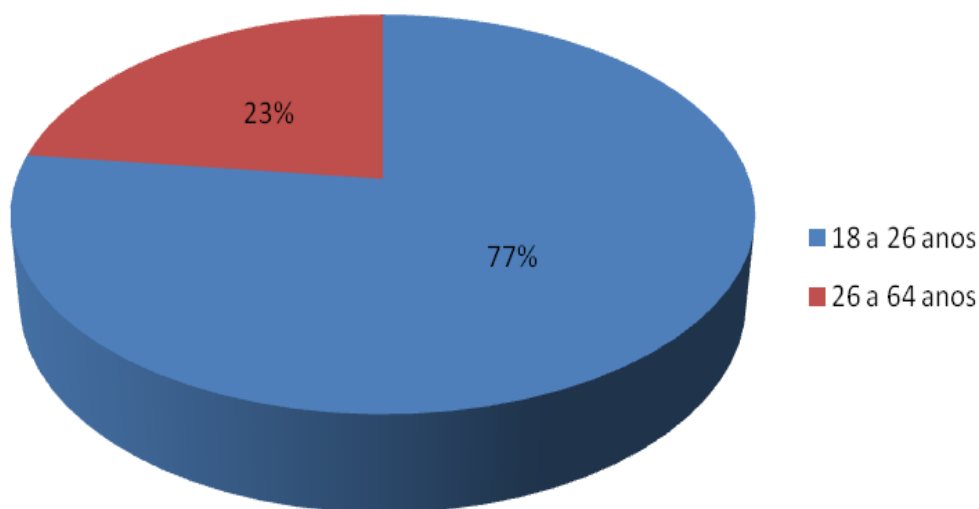


FIGURA 22: Ilustração de percentuais da faixa etária de sujeitos participantes

A TABELA 2 apresenta a distribuição de sujeitos que participaram do estudo, por instituição. Informa, ainda, o número de sujeitos que não completaram pelo menos uma das três tarefas propostas, assim como o número dos que completaram as três tarefas. De acordo com a análise estatística que foi procedida, para esta variável, não foram observadas diferenças de desempenho entre as instituições. Sendo assim, considera-se que o uso de amostragem por conveniência/aleatoriedade se mostrou adequado.

TABELA 2: Distribuição de sujeitos da pesquisa

Instituição	Total	Não completaram	Completaram
UFRGS	39	6	33
Ulbra	35	8	27
UniRitter	38	8	30
Unisinos	18	4	14
Total	130	26	104

Do total de 30 sujeitos que completaram no grupo de estudantes do UniRitter,

um foi excluído por apresentar um consumo de folhas na realização das tarefas 2 e 3 extremamente superior, distorcendo a média de seu grupo.

A TABELA 3 apresenta as médias e desvios padrões para cada tarefa e cada instituição. Foi incluída a variável custo, calculado com base nos valores atribuídos na TABELA 1 com o produto do número de folhas, clipes, pedaços de fita adesiva e grampos consumidos por cada sujeito. Com base no teste de Kruskal-Wallis, verificou-se que não houve diferença entre os custos por instituição.

Os dados que foram utilizados nas demais análises são apenas dos sujeitos que completaram todas as três tarefas.

TABELA 3: Médias e desvios padrões para cada tarefa e cada instituição

Instituição	UFRGS		Ulbra		UniRitter		Unisinos		Total		
	Média	Dp	Média	dp	Média	dp	Média	Dp	Média	Dp	
TAREFA 1	tempo (s)	125,97	110,581	138,04	146,375	158,07	132,603	233,29	187,309	152,76	140,655
	nº folhas	1,33	0,89	1,3	0,609	1,59	1,402	1,86	1,167	1,47	1,046
	clipes	0,52	0,755	1,33	2,184	0,38	1,178	0,64	1,906	0,71	1,544
	fita ad.	0,39	0,659	0,41	0,931	0,9	1,988	0,86	1,916	0,6	1,403
	grampo	0,27	0,674	0,59	0,971	0,79	1,473	0,5	1,019	0,53	1,074
	custo	2,5152	1,12142	3,6296	2,60396	3,6552	3,39407	3,8571	2,56776	3,3107	2,53613
TAREFA 2	tempo (s)	190,61	389,511	218,96	321,922	161,21	136,135	428,86	642,08	222,75	374,226
	n. folhas	1,39	0,966	1,63	0,967	2,62	2,638	2,43	1,869	1,94	1,781
	clipes	0,55	0,971	1,63	2,604	0,38	0,942	0,57	1,869	0,79	1,724
	fita ad.	0,48	0,795	0,63	1,115	0,97	1,476	1,5	2,345	0,8	1,389
	grampo	0,64	1,765	1,22	2,592	1,48	2,516	1,5	3,205	1,15	2,423
	custo	3,0606	2,19288	5,1111	5,47254	5,4483	4,29773	6	5,08391	4,6699	4,33723
TAREFA 3	tempo (s)	214,88	208,432	261,33	388,653	237,79	222,785	373,14	562,972	255,02	329,671
	nº folhas	1,18	0,528	1,48	1,087	1,62	1,568	1,79	1,369	1,47	1,162
	clipes	0,67	1,08	1,37	2,544	0,52	1,09	0,71	1,267	0,82	1,631
	fita ad.	0,79	0,992	1	1,468	0,97	0,944	1,07	2,369	0,93	1,352
	grampo	0,36	1,055	1,15	2,349	1,1	2,144	0,29	0,726	0,77	1,8
	custo	3	1,52069	5	4,89112	4,2069	3,51912	3,8571	3,18306	3,9806	3,48099

A FIGURA 23 apresenta o desempenho geral dos estudantes de acordo com o ano em que estão cursando a graduação. Devido ao tamanho muito reduzido da amostra de um dos semestres (no caso, o 1º semestre), não foi possível a análise com o teste de Kruskal-Wallis. Como forma de contornar esta dificuldade, os semestres foram agrupados conforme descrito a seguir:

- a) 1º e 2º semestres correspondem ao Ano 1;
- b) 3º e 4º semestres correspondem ao Ano 2;
- c) 5º e 6º semestres correspondem ao Ano 3;
- d) 7º e 8º semestres correspondem ao Ano 4.

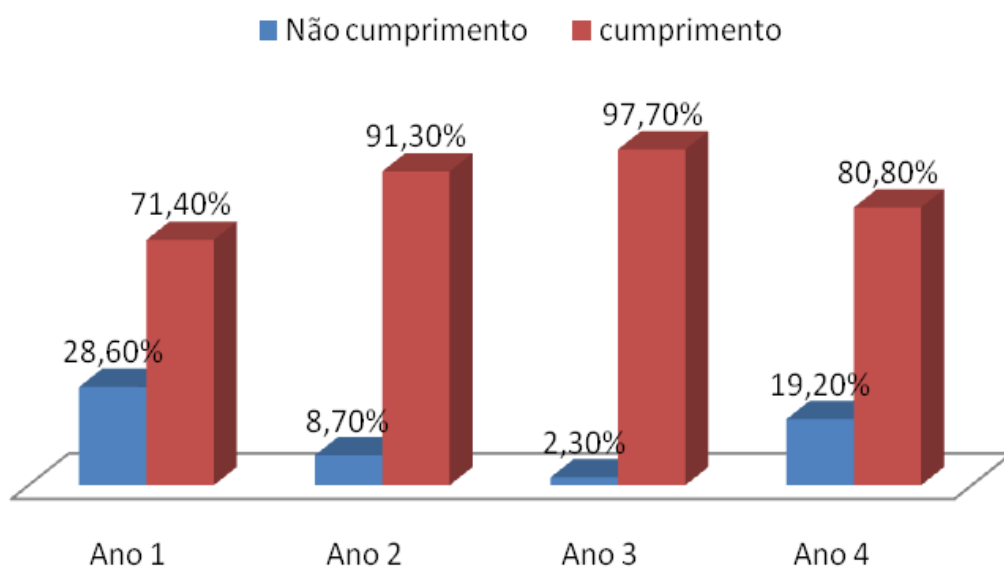


FIGURA 23: Gráfico dos percentuais para cada ano de cumprimento ou não das três tarefas propostas

Observa-se que os sujeitos do Ano 1 tiveram desempenho inferior a todos, o que pode estar associado ao seu grau de experiência na resolução de problemas dessa natureza. Isso parece ser corroborado com os resultados dos grupos Ano 2 e

Ano 3, que tiveram desempenhos crescentes. Contudo, o grupo do Ano 4 apresentou um resultado inferior, o que não era o esperado. Na medida em que o protocolo não previa entrevista após a realização do teste, não foram coletados dados que permitam buscar explicações para esse desempenho inferior, que contradiz as expectativas e os estudos, como de Christiaans e Dorst. O efeito das experiências dos estudantes no seu desempenho na realização das tarefas foi analisado com o teste de Kruskal-Wallis, encontrando-se associação significativa ($p=0,005$). Com isso, foi procedido o teste de Mann-Whitney para identificar onde estão as diferenças. Esse teste, cujos resultados estão sumarizados na TABELA 4, confirmou a análise visual do gráfico da FIGURA 23, ou seja, observou-se um crescimento no desempenho até o grupo do 3º ano (5º e 6º semestres), porém, no 4º ano (7º e 8º semestres), houve um desempenho muito inferior.

TABELA 4: Teste Mann Whitney nível de significância para o cumprimento ou não das tarefas para cada ano separadamente

Tarefa1			
	Ano 2	Ano 3	Ano 4
Ano 1	$p=0,007$	$p=0,009$	NS
Ano 2		NS	$p=0,015$
Ano 3			$p=0,020$

Pode-se observar na TABELA 5, que, na Tarefa 1, o grupo de alunos do primeiro ano teve um desempenho inferior (menor percentual de conclusão da tarefa) ao do grupo total, enquanto o grupo de alunos do terceiro ano teve um desempenho superior (maior percentual de realização da tarefa). Na tarefa 2, o grupo do primeiro ano manteve o desempenho inferior. Na tarefa 3, não houve associação entre o desempenho do grupo e experiência acadêmica. Pode haver associação com a experiência prévia na resolução de problemas, no caso da tarefa 1. Na tarefa 3, pode existir efeito de aprendizado durante o processo de resolução das tarefas 1 e 2.

TABELA 5: Realização das tarefas em relação ao ano de curso

conclusão	ANO		1	2	3	4	TOTAL
Tarefa 1	sim	Quantidade	10	42	43	21	116
		Ajuste residual	-2,3	0,6	2,2	-1,6	
	não	Quantidade	4	4	1	5	14
		Ajuste residual	2,3	-0,6	-2,2	1,6	
Tarefa 2	sim	Quantidade	9	41	40	22	112
		Ajuste residual	-2,5	0,7	1,1	-0,3	
	não	Quantidade	5	5	4	4	18
		Ajuste residual	2,5	-0,7	-1,1	0,3	
Tarefa 3	sim	Quantidade	12	42	41	21	116
		Ajuste residual	-0,4	0,6	1	-1,6	
	não	Quantidade	2	4	3	5	14
		Ajuste residual	0,4	-0,6	-1	1,6	
Total		14	46	44	26	130	

4.2 Análises segundo protocolo de Savage *et al.* (1998)

As principais variáveis dependentes utilizadas nestas análises, seguindo o protocolo de Savage *et al.* (1998), foram: o tempo e a quantidade de folhas de papel A4 para completar cada tarefa.

A TABELA 6 demonstra o número de estudantes que completaram todas as tarefas. Pode-se observar um número elevado de estudantes que não completou, pelo menos, uma das 3 tarefas na condição 2 (restrição de tempo), representando 40,5% do total de alunos (FIGURA 24).

TABELA 6: Estudantes da pesquisa que finalizaram todas as tarefas e condições

Condição	estudantes que completaram todas tarefas		estudantes que não completaram pelo menos uma das tarefas		total
	Número	percentual	Número	Percentual	Número
C1	27	90 %	3	10 %	30
C2	22	59,5 %	15	40,5 %	37
C3	30	93,75 %	2	6,25 %	32
C4	25	80,63 %	6	19,35 %	31

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo.

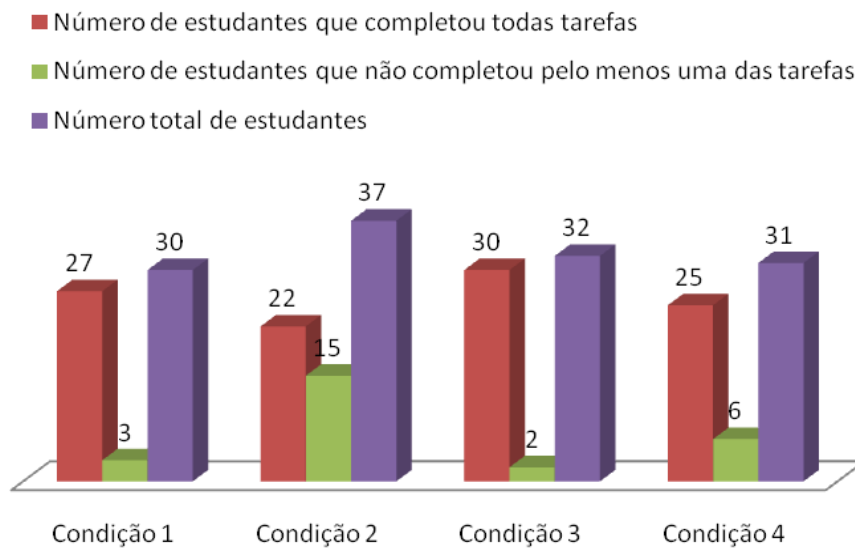


FIGURA 24: Número de sujeitos que participaram em cada condição

4.2.1 Efeito da condição de restrição no tempo

As análises mostram que, na média de tempo (TABELA 7), nas condições em que houve restrição de tempo (condições 2 e 4), foi muito semelhante, enquanto nas tarefas nas quais o tempo era livre (condições 1 e 3) houve uma diferença na condição com restrição de custo (condição 3) em que o tempo gasto para tarefa 2 foi bem maior. Isto pode ser explicado pelo fato do sujeito buscar soluções mais econômicas em gastos de material dada uma tarefa com algumas restrições, utilizando uma média de tempo maior, como confirmado ao se observar a FIGURA 25.

TABELA 7: Média dos tempos em segundos para completar cada tarefa

Média de tempo (segundos)			
	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3
C1	242,58	257,62	333,65
C2	95,59	96,82	125,91
C3	166,23	404,90	380,57
C4	93,48	86,00	136,20

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Pode-se observar na FIGURA 25 que houve uma crescente no uso de tempo à medida que o grau de dificuldade da tarefa crescia, com exceção da condição 3 (restrição de custo), na qual houve um gasto maior de tempo na tarefa 2 em relação as outras duas (confirmado na TABELA 8 e TABELA 9).

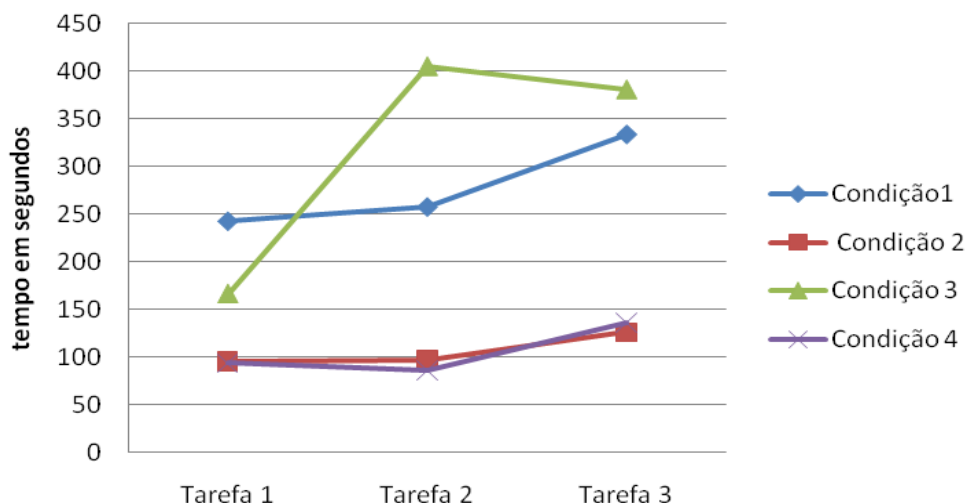


FIGURA 25: Gráfico das médias de tempo em segundos para completar cada tarefa.

Os resultados do Teste One Way ANOVA, na TABELA 8, demonstram que existem diferenças significativas no efeito da condição no tempo de solução para cada tarefa. Com base na leitura do gráfico FIGURA 25, pode-se afirmar que, nas condições com restrição de tempo, esse foi significativamente menor que naquelas em que não havia tal restrição.

TABELA 8: Teste One-way ANOVA efeito da condição no tempo de solução para cada tarefa separadamente.

	Df	F	Nível de significância
Tarefa 1	3	6,929	$p < 0,0001$
Tarefa 2	3	4,816	$p < 0,004$
Tarefa 3	3	4,730	$p < 0,004$

Comparando as condições em cada tarefa, com base no Teste Newman-Keuls – cujos resultados estão na TABELA 9 – observa-se diferença significativa

para a média de tempo para solucionar a Tarefa 1 na Condição 1 em relação à Condição 2 e à Condição 4. Na Condição 3, a Tarefa 1 foi realizada em média em tempo que não difere dos demais. Isso confirma a existência de efeito da restrição de tempo.

TABELA 9: Teste Newman-Keuls nível de significância para média de tempo de solução para cada tarefa separadamente

	Tarefa1			Tarefa2			Tarefa3		
	C2	C3	C4	C2	C3	C4	C2	C3	C4
C1	$p<0,01$	NS	$p<0,01$	NS	NS	NS	$p<0,05$	NS	$p<0,05$
C2		NS	NS		$p<0,01$	NS		$p<0,05$	NS
C3			NS			$p<0,01$			$p<0,05$

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Pode-se dizer, resumidamente, que a solução das tarefas foi afetada tanto pela restrição externa (condições) quanto pelo grau de dificuldade de cada tarefa (tarefa 1, 2 e 3 com graus de dificuldade crescente respectivamente).

4.2.2 Efeito da condição no número de folhas

As análises do efeito da condição do número de folhas estão relacionadas com o número de folhas A4 utilizadas pelo sujeito para completar cada tarefa. Na TABELA 10, pode-se observar que, em média, o gasto em folhas de papel na condição 1 foi maior em comparação com as outras condições. Pode-se concluir que, quando há restrição de tempo, existe uma diminuição de gasto em folhas A4.

TABELA 10: Média do número de folhas A4 utilizada em cada tarefa

Média de folhas de papel A4			
	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3
C1	2,04	2,69	1,88
C2	1,18	1,95	1,23
C3	1,37	1,77	1,40
C4	1,24	1,36	1,32

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

A maior diferença do número de folhas utilizadas pode ser observada na tarefa 2 (FIGURA 26), o que pode ser explicado pela tarefa exigir que sustente um parafuso de 40g. Diversos sujeitos começaram tentando com um maior número de folhas para sustentá-lo, e, ao concluir que não seria preciso, diminuíram o número de folhas utilizadas na tarefa 3.

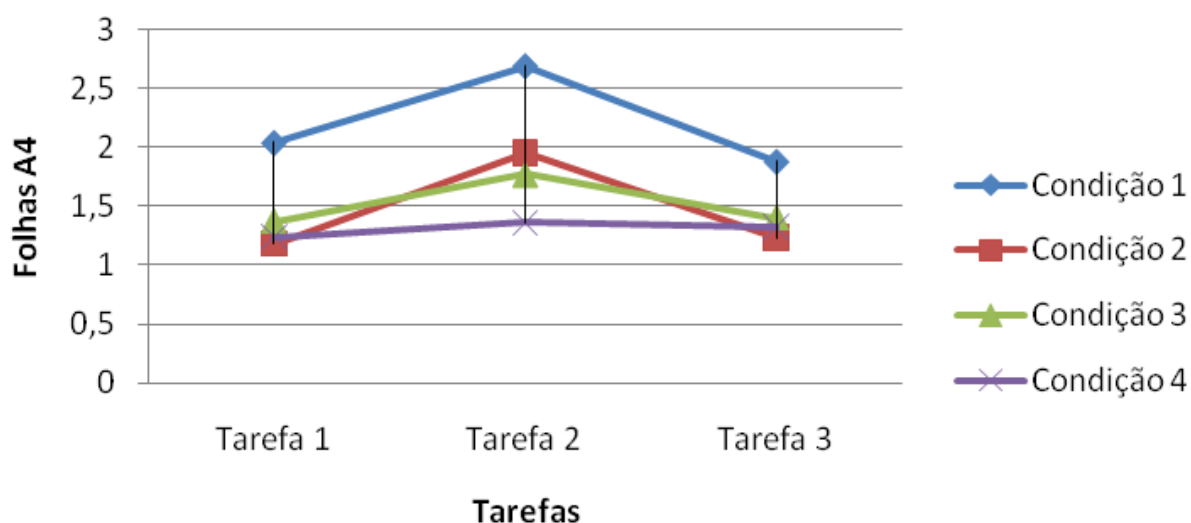


FIGURA 26: Gráfico das médias do número de folhas A4 utilizada em cada tarefa.

O efeito das condições no gasto de folhas de papel A4 foi analisado com o teste de Kruskal-Wallis, encontrando-se associação significativa ($p < 0,05$). Com isso, foi procedido o teste de Mann-Whitney para identificar onde estão as diferenças. Os resultados, sumarizados na TABELA 11, confirmou a análise visual do gráfico da FIGURA 26.

TABELA 11: Teste Mann-Whitney nível de significância para média de folhas de papel A4 utilizadas para completar cada tarefa.

	Tarefa1			Tarefa2			Tarefa3		
	C2	C3	C4	C2	C3	C4	C2	C3	C4
C1	$p < 0,05$	NS	$p < 0,05$	NS	NS	$p < 0,05$	NS	NS	NS
C2		NS	NS		NS	$p < 0,05$		NS	NS
C3			NS			$p < 0,05$			NS

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

4.3 Análise das interações entre condição e tarefa

Nesta etapa, foi analisada a ocorrência de interações entre condição e tarefa, por meio de Análise de Variância (ANOVA) para Medidas Repetidas. Na TABELA 12, pode-se observar que houve interação entre condição e tarefa, com nível de significância $p < 0,05$.

TABELA 12: ANOVA da Condição x Tarefa

Fonte	GDL	Soma Quadrada	Média Quadrada	F calculado	Pr > F
condição	3	43.7513913	14.5837971	23.12	<0,0001
Indivíduo (condição)	100	173.8492721	1.7384927	2.76	<0,0001
Tarefa	2	12.2371341	6.1185670	9.70	<0,0001
condição*Tarefa	6	10.4093973	1.7348996	2.75	0.0137

A fim de se encontrar onde estas diferenças entre condição e tarefas estão, foi aplicada a análise de comparações Múltiplas de Tukey-Kramer (ver TABELA 13). Através do teste, pode-se concluir que, dentro da Tarefa 1, o tempo médio da Condição 1 difere significativamente do tempo médio das Condições 2 e 4, $p=0,0024$ e $p=0,0017$, respectivamente; porém, o tempo médio da Condição 1 não difere significativamente do tempo médio da Condição 3, $p=0,7868$. Pode-se concluir também que o tempo médio da Condição 2 difere significativamente do tempo médio da Condição 3, $p=0,0111$, e não deve diferir significativamente do tempo médio da Condição 4, $p= 1,000$. Entretanto, o tempo médio da Condição 3 difere significativamente do tempo médio da Condição 4, $p= 0,0055$.

TABELA 13: Teste de Comparações Múltiplas de Tukey-Kramer, interação-tarefa e condição para variável de resposta tempo corrigido (são apresentadas apenas as interações relevantes para o estudo)

		Condição 1			Condição 2			Condição 3			Condição 4		
Tarefa		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Condição 1	1		1.0000	0.9343	0.0024			0.7868			0.0017		
	2			0.9939		0.0883			0.9539			0.0471	
	3						0.0275			1.0000			0.0451
Condição 2	1					1.0000	0.2078	0.0111			1.0000		
	2						0.2812		0.0254			0.9770	
	3									0.0058			0.9995
Condição 3	1								0.2599	0.0601	0.0055		
	2									1.0000		0.0165	
	3												0.0099
Condição 4	1											0.9963	
	2												<.0001
	3												

Para as interações entre condições e tarefa com variável de resposta tempo de realização da tarefa, foram feitas duas análises: uma no interior de cada condição e outra entre as condições. No primeiro caso, foi verificada a diferença entre duas tarefas na mesma condição; e, no segundo, para a mesma tarefa em duas condições.

Com relação a diferenças entre tarefas nas mesmas condições, observa-se que apenas na Condição 4 houve diferença significativa entre as médias corrigidas do tempo de realização de cada tarefa. As tarefas 1 e 2 diferem da 3, com tempo significativamente menor.

TABELA 14: Média da Variável Resposta Tempo Corrigido (Dados Transformados). Legenda: * significativo a $p < 0,001$

	Tarefas			
	1	2	3	
Condição 1	235,333333	252,629630	339,444444	NS
Condição 2	95,590909	96,818182	125,909091	NS
Condição 3	166,233333	392,900000	380,566667	NS
Condição 4	93,480000*	86,000000*	136,200000	$p < 0,001$

Foi verificada também a existência de diferenças significativas para a variável de resposta tempo entre as mesmas tarefas em condições diferentes (por exemplo, tarefa 1 entre as condições 2 e 4). Considerando as médias de tempo apresentadas na TABELA 14 e os resultados do teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa, sumarizados na TABELA 15, observa-se que a Tarefa 1 nas condições 2 e 4 foi concluída em menos tempo que na Condição 1. O mesmo ocorrendo com relação à Condição 2 e à Condição 4, comparadas com a Condição 3. Entre as condições 1 e 3, e 2 e 4 não houve diferença significativa no tempo para realização da Tarefa 1.

TABELA 15: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Tempo Corrigido para completar cada tarefa: Tarefa 1

	Tarefa	Condição 2	Condição 3	Condição 4
Condição 1	1	$p < 0,01$	NS	$p < 0,01$
Condição 2	1		$p < 0,05$	NS
Condição 3	1			$p < 0,01$

Da mesma forma, na TABELA 16, observa-se que a Tarefa 2 na Condição 4 foi concluída em menos tempo que nas condições 1 e 3. O mesmo ocorrendo com relação à Condição 2 comparada com a Condição 3. Entre as condições 1, 2 e 3, e as condições 2 e 4 não houve diferença significativa no tempo para realização da Tarefa 2.

TABELA 16: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Tempo Corrigido para completar cada tarefa: Tarefa 2

	Tarefa	Condição 2	Condição 3	Condição 4
Condição 1	2	NS	NS	p<0,05
Condição 2	2		p<0,05	NS
Condição 3	2			p<0,05

Por fim, na TABELA 17, observa-se que a Tarefa 3, nas condições 2 e 4, foi concluída em menos tempo que na Condição 1. O mesmo ocorrendo com relação à Condição 2 e à Condição 4, comparadas com a Condição 3. Entre as condições 1 e 3, e 2 e 4 não houve diferença significativa no tempo para realização da Tarefa 1.

TABELA 17: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Tempo Corrigido para completar cada tarefa: Tarefa 3

	Tarefa	Condição 2	Condição 3	Condição 4
Condição 1	3	p<0,05	NS	p<0,05
Condição 2	3		p<0,01	NS
Condição 3	3			p<0,01

Também foi analisada a ocorrência de interações entre condição e tarefa, por meio de Análise de Variância (ANOVA) para Medidas Repetidas para a variável de resposta número de folhas de papel não foram observadas interações significativas entre condição e tarefa (TABELA 18).

TABELA 18: Condição e tarefa com o número de folhas de papel

Fonte	GDL	Soma Quadrada	Média Quadrada	F calculado	Pr > F
condição	3	12.3242933	4.1080978	6.70	0.0002
indiv(condição)	100	173.6832891	1.7368329	2.83	<0.0001
Tarefa	2	5.6391499	2.8195750	4.60	0.0111
condição*Tarefa	6	4.8107307	0.8017884	1.31	0.2551

Para a variável de resposta número de cliques, não foram observadas interações significativas entre condição e tarefa (TABELA 19).

TABELA 19: Número de cliques para condição x tarefa

Fonte	GDL	Soma Quadrada	Média Quadrada	F calculado	Pr > F
condição	3	13.2849422	4.4283141	8.08	<.0001
indiv(condição)	100	190.3885674	1.9038857	3.47	<.0001
Tarefa	2	0.2061677	0.1030838	0.19	0.8287
condição*Tarefa	6	3.2877829	0.5479638	1.00	0.4266

Para a variável de resposta número de pedaços de fita adesiva, não foram observadas interações significativas entre condição e tarefa (TABELA 20).

TABELA 20: Número de pedaços de fita adesiva para condição x tarefa

Fonte	GDL	Soma Quadrada	Média Quadrada	F calculado	Pr > F
Condição	3	9.7306796	3.2435599	5.64	0.0010
indiv(condição)	100	185.0618757	1.8506188	3.22	<.0001
Tarefa	2	2.8947506	1.4473753	2.52	0.0831
condição*Tarefa	6	3.4098661	0.5683110	0.99	0.4339

Para a variável de resposta número de grampos, foram observadas interações significativas entre condição e tarefa (TABELA 21).

TABELA 21: Condição e Tarefa em relação ao número de grampos (dados originais)

Fonte	GDL	Soma Quadrada	Média Quadrada	F calculado	Pr > F
Condição	3	59.8086558	19.9362186	8.73	<.0001
indiv(condição)	100	490.7426263	4.9074263	2.15	<.0001
Tarefa	2	17.8441767	8.9220883	3.91	0.0217
condição*Tarefa	6	43.4314090	7.2385682	3.17	0.0054

A fim de se identificar onde estas diferenças se encontram, foi realizado o teste de Comparações Múltiplas de Tukey-Kramer, demonstrado na TABELA 22. Para as interações entre condições e tarefa com variável de resposta número de grampos, foram feitas duas análises: no interior de cada condição e entre as condições. No primeiro caso, foi verificada a diferença entre duas tarefas na mesma condição. E, no segundo, para a mesma tarefa em duas condições.

TABELA 22: Teste de Comparações Múltiplas de Tukey-Kramer, interação-tarefa e condição para variável de resposta número de grampos (são apresentadas apenas as interações relevantes para o estudo)

		Condição 1			Condição 2			Condição 3			Condição 4		
Tarefa		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Condição 1	1		<0,0001	0.7058	1.0000			1.0000			1.0000		
	2			0.0993		0.0160			0.0001			<.0001	
	3						0.9993			0.6961			0.2834
Condição 2	1					0.9991	0.9997	1.0000			1.0000		
	2						1.0000		0.9994			0.8962	
	3									0.9977			0.9009
Condição 3	1								1.0000	1.0000	0.9996		
	2									1.0000		0.9994	
	3												0.9999
Condição 4	1											1.0000	1.0000
	2												1.0000
	3												

Com relação a diferenças entre tarefas nas mesmas condições, observa-se que apenas na Condição 1 houve diferença significativa entre as médias. A tarefa 1 difere das tarefas 2 e 3, com número de grampos significativamente menor.

TABELA 23: Média e Desvio Padrão da Variável Resposta Grampos (Dados Originais). Legenda: * significativo a $p < 0,001$

	Tarefas			
	1	2	3	
Condição 1	0.51851852*	2.59259259	1.33333333	p<0,001
Condição 2	0.59090909	1.00000000	0.95454545	NS
Condição 3	0.70000000	0.63333333	0.53333333	NS
Condição 4	0.36000000	0.28000000	0.24000000	NS

Com relação a diferenças entre as mesmas tarefas em condições diferentes, observam-se diferenças significativas apenas para a Tarefa 2 (TABELA 24). Em relação à Condição 1, a Tarefa 2 foi realizada com menor número de grampos nas condições 2, 3 e 4.

TABELA 24: Teste Tukey-Kramer para a interação Condição-Tarefa. Nível de significância para Número de Grampos: Tarefa 2

	Tarefa	Condição 2	Condição 3	Condição 4
Condição 1	2	p<0,001	p<0,05	p<0,001
Condição 2	2		NS	NS
Condição 3	2		NS	NS

4.4 Discussão dos resultados

Os resultados encontrados mostraram que, para a média de tempo corrigido, na condição sem restrições de tempo ou custo (condição 1), o desempenho dos estudantes apresentou grande variabilidade, alguns levando em torno de cinco minutos enquanto outros chegavam a mais de trinta minutos. E, mesmo assim, 10% não concluíram pelo menos uma das três tarefas. Na condição de restrição de tempo (condição 2), nessa pesquisa, apenas 59,5 % dos sujeitos conseguiram concluir todas as 3 tarefas. Na condição de restrição de custo (condição 3), 93,75% dos

sujeitos da pesquisa concluíram as tarefas. Pode-se sugerir que, quando apenas o custo é limitado, existe alta probabilidade de os designers encontrarem uma solução coerente para seu projeto. Na condição de restrição de tempo e de custo (condição 4), 80,63% dos sujeitos da pesquisa concluíram as tarefas. Esse resultado, associado ao que foi observado na condição 3, sugere que, onde existe restrição de custo, o desempenho tende a ser melhor do que quando existe apenas a restrição de tempo. A restrição de custo, diferentemente da restrição de tempo, afeta diretamente a configuração da solução (número de folhas, de grampos, fita adesiva e cliques). Esse tipo de restrição ajuda a delimitar o espaço de solução do problema, enquanto que o uso apenas de restrição de tempo não proporciona esse efeito.

A discussão final dos resultados se concentra nas interações entre condição e tarefa para as variáveis de resposta de tempo corrigido e número de grampos, cujos resultados da análise estatística estão na TABELA 13 e na TABELA 22, e na média do número de folhas, conforme a análise apresentada na TABELA 11. A seguir, os resultados serão discutidos para cada variável considerando primeiro o efeito da condição na tarefa, e, a seguir, o desempenho das diferentes tarefas na mesma condição.

Para a variável de resposta de tempo corrigido, foi identificada diferença significativa entre tarefas apenas na condição de restrição de tempo e de custo (condição 4). No QUADRO 3, observa-se que as tarefas 1 e 2 diferem da 3, com tempo significativamente menor. Como essa diferença não foi observada nas outras condições, em particular na condição 2, na qual também havia restrição de tempo, pode-se sugerir que, com mais de uma restrição, o aumento na dificuldade da tarefa se reflete naquela variável que apresenta margem para gerenciamento pelo designer. Na medida em que o tempo era uma variável dicotômica (atende o prazo/não atende o prazo) e o custo é uma variável contínua (na prática), qualquer ganho no custo, mesmo com mais tempo dentro do prazo, é vantajosa. Parece ser razoável afirmar que se trata de uma estratégia que pode ser aplicada ao gerenciamento de projetos.

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Média de tempo (corrigido) nas tarefas			
Condição	1	2	3
C1	NS	NS	NS
C2	NS	NS	NS
C3	NS	NS	NS
C4	b	B	a

QUADRO 3: Comparação do efeito da condição na média de tempo corrigido para realização de cada tarefa

O QUADRO 4 apresenta resultados da análise da comparação do efeito da condição na média de tempo corrigido para realização de cada tarefa. A tarefa 1 e a tarefa 3 foram realizadas em média em tempo significativamente menor nas condições em que existiu restrição de tempo (condição 2 e condição 4) do que nas demais (condição 1 e na condição 3). Já a tarefa 2, na condição 3, apresentou o maior tempo médio corrigido (392,9 segundos), mas essa média não difere significativamente da média da condição 1 (252,6 segundos), que, por sua vez, não difere da média de tempo corrigido da condição 2 (96,8 segundos), a qual não difere da média da condição 4 (86,0 segundos). Cabe ressaltar que o padrão observado nas tarefas 1 e 3 foi alterado na tarefa 2 pela inexistência de diferenças significativa entre as média de tempo corrigido para as condições 1 e 2, explicável pela variabilidade do desempenho dos sujeitos em cada condição. Nesse caso, a interação entre as restrições de tempo e custo teve o efeito de redução do tempo médio. O que pode explicar a diferença entre o padrão observado nas tarefas 1 e 3, e a maior variabilidade na tarefa 2 é o fato de que essa tarefa apresentou um maior grau de dificuldade em relação à tarefa 1 e o aprendizado na resolução do problema de sustentação do parafuso com uma estrutura de papel foi transferido para a tarefa 3.

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Média de tempo (corrigido) nas condições				
Tarefa	C1	C2	C3	C4
1	a	b	A	B
2	ab	bc	A	C
3	a	b	A	B

QUADRO 4: Comparação da média de tempo corrigido para realização de cada tarefa em cada condição

Para a variável de resposta número de grampos, foi identificada diferença significativa entre tarefas apenas na condição sem restrições de tempo e de custo (condição 1). No QUADRO 5, observa-se que as tarefas 2 e 3 diferem da 1, com número de grampos significativamente maior. Como essa diferença não foi observada nas outras condições, pode-se sugerir que o aumento na dificuldade a partir da tarefa 2 levou a um consumo significativamente maior. Nas condições que apresentam restrições de custo (3 e 4), esse resultado pode ser esperado já que os sujeitos estavam buscando economizar material. Já na condição em que teve apenas restrição de tempo (condição 2), esse resultado pode ser atribuído a um efeito indireto da existência de restrição que levou a soluções mais eficientes.

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Média do número de Grampos das tarefas			
Condição	1	2	3
C1	B	A	a
C2	NS	NS	NS
C3	NS	NS	NS
C4	NS	NS	NS

QUADRO 5: Comparação do efeito da condição na média do número de grampos para realização de cada tarefa

O QUADRO 6 apresenta resultados da análise da comparação do efeito da

condição na média de tempo corrigido para realização de cada tarefa. Na tarefa 1 e na tarefa 3, não foram observadas diferenças entre as médias do número de grampos utilizados em cada condição. Já na tarefa 2, a condição 4 apresentou a menor média (0,28 grampos), diferindo significativamente das demais que não apresentam diferenças significativas entre si (condição 1: 2,60 grampos; condição 2: 1,0 grampo; condição 3: 0,64 grampos). Neste caso, como já observado para a média de tempo corrigido, constatou-se interação entre as restrições de tempo e custo com efeito de redução do consumo de grampos. O que pode explicar a diferença entre esse resultado e o observado para as tarefas 1 e 3 é o fato de que essa foi uma tarefa de transição: apresentou um maior grau de dificuldade em relação à tarefa 1, mas os sujeitos já traziam um carga de conhecimento na resolução da estrutura; o aprendizado na resolução do problema de sustentação do parafuso com uma estrutura de papel foi transferido para a tarefa 3.

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

média número de grampos nas condições				
Tarefa	C1	C2	C3	C4
1	NS	NS	NS	NS
2	a	a	A	B
3	NS	NS	NS	NS

QUADRO 6: Comparação da média do número de grampos para realização de cada tarefa em cada condição

Para a variável de resposta número de folhas, foi identificada diferença significativa entre condições nas tarefas 1 e 2 (QUADRO 7). Na tarefa 1, foram realizadas em média com consumo de folhas significativamente menor nas condições em que existiu restrição de tempo (condição 2 e condição 4) do que nas demais (condição 1 e na condição 3). Já na tarefa 2, a condição 4 apresentou a menor média (1,36 folhas), diferindo significativamente das demais que não apresentam diferenças significativas entre si (condição 1: 2,69 folhas; condição 2: 1,95 folhas; condição 3: 1,77 folhas). Neste caso, como já observado para a média

de tempo corrigido e para a média do número de grampos, constatou-se interação entre as restrições de tempo e custo com efeito de redução do consumo de folhas. Esse resultado não foi confirmado na análise de interações procedida por meio de ANOVA apresentada na TABELA 18, portanto, deve ser considerado com maior prudência.

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

média do número de folhas nas condições				
Tarefa	C1	C2	C3	C4
1	a	B	a	b
2	a	A	a	b
3	NS	NS	NS	NS

QUADRO 7: Comparação da média do número de folhas para realização de cada tarefa em cada condição

Resumidamente, os resultados gerais encontrados na amostra desta pesquisa (QUADRO 8) mostram que a condição 4 (condição com restrição de tempo e custo) afetou o tempo de realização da tarefa 3, que foi a que mais tempo consumiu. A condição 1 afetou o resultado no número de grampos consumidos, que foi significativamente maior nas tarefas 2 e 3.

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Condição	Variável de resposta	Tarefa		
		1	2	3
C4	média de tempo (corrigido) nas tarefas	T1=T2 T3 > T1,T2		
C1	média número de grampos nas condições	T2=T3 T2 ,T3 > T1		

QUADRO 8: Síntese geral das tarefas afetadas por condição

Na relação de como as tarefas podem influenciar os resultados em cada condição, o QUADRO 9 apresenta uma síntese das condições que foram

influenciadas e de qual forma. Pode-se observar que a tarefa 1 teve resultados semelhantes na média do número de folhas e na média de tempo (corrigido) na condição 1 (condição controle) e na condição 3 (condição com restrição de custo), assim como na condição 2 (condição com restrição de tempo) e na condição 4 (condição com restrição de tempo e custo); sendo que as condições 1 e 3 obtiveram resultados maiores que as condições 2 e 4.

Já para média de tempo (corrigido), observou-se que, na tarefa 2, as condições 1 e 3 tiveram resultados semelhantes, assim como os resultados entre as condições 1 e 2, porém os resultados da condição 3 foram maiores que a condição 2. Na variável média do número de grampos e média do número de folhas, as condições 1, 2 e 3 apresentaram resultados semelhantes. Já a condição 4 foi a que apresentou menor valor em todas as 3 variáveis.

Para a tarefa 3, foram encontrados, na variável média de tempo (corrigido), resultados equivalentes nas condições 1 e 3, e nas condições 2 e 4, sendo que, nas condições nas quais não houve restrição de tempo (1 e 3), os resultados foram maiores do que nas condições em que houve esta restrição (condições 2 e 4).

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Tarefa	Variável	Condições			
		C1	C2	C3	C4
1	média de tempo (corrigido)	C1=C3 C2=C4			
	média do número de folhas	C1,C3 > C2,C4			
2	média de tempo (corrigido)	C1=C3 C1=C2 C3>C2 C1,C2,C3>C4			
	média número de grampos	C1=C2=C3 C1,C2,C3 > C4			
	média do número de folhas	C1=C2=C3 C1,C2,C3 > C4			
3	média de tempo (corrigido)	C1=C3 C2=C4 C1,C3 > C2,C4			

QUADRO 9: Efeito das tarefas em cada condição

4.5 Comparação dos resultados com os resultados de Savage et al. (1998)

Por fim, foi realizada a comparação dos resultados desta pesquisa com aqueles obtidos por Savage *et al.* (1998). Cabe ressaltar que esta comparação apresenta inúmeras restrições, que são assumidas como limitações deste trabalho. Como o artigo de Savage *et al.* (1998) não apresentou outras informações, como desvio-padrão ou outra medida de variabilidade, não é possível fazer comparações mais aprofundadas. A comparação dos resultados desta pesquisa foi feita tendo como base as médias e as medianas, conforme o caso. A comparação entre as médias (e medianas) não permite fazer inferências com fins de generalização da comparação do desempenho dos estudantes de Design, nesta pesquisa, e dos estudantes de Engenharia, na pesquisa de Savage *et al.* (1998). Ou seja, não é possível comparar o desempenho de estudantes de Design no Rio Grande do Sul com a população de estudantes de Engenharia da qual foi extraída a amostra do estudo original. Mas é possível comparar os dois grupos e, com isso, identificar indícios de semelhanças e de diferenças nos seus desempenhos que podem ser investigadas futuramente.

Conforme ilustrado pelo gráfico da FIGURA 27, nesta pesquisa, os dois gêneros tiveram uma distribuição mais equilibrada que no estudo de referência. O estudo de Savage *et al.* (1998) apresentou um alto percentual de sujeitos do gênero masculino (87%), com poucas mulheres (13%). Nesta pesquisa, o grupo feminino teve maior participação, com cerca de 60%, mas o grupo de homens também teve um percentual expressivo (40%). A diferença entre os dois estudos pode estar ligada ao perfil de estudantes em cada curso, mas não existem dados para confirmar isso.

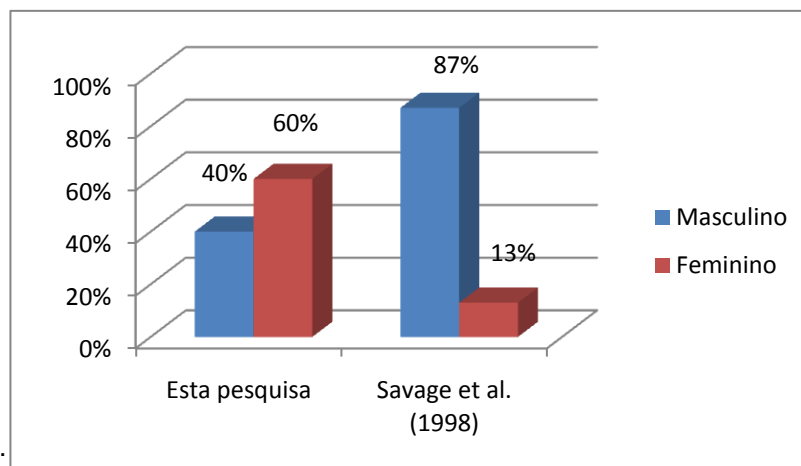


FIGURA 27: percentual dos sujeitos de ambas as pesquisas por gênero.

Com relação ao número de estudantes que conseguiram um bom desempenho, concluindo todas as tarefas e ficando na amostra para análise, os dois estudos apresentam números próximos. Neste estudo, buscou-se alcançar a mesma distribuição do trabalho de Savage *et al.* (1998), mas o desempenho dos sujeitos levou a pequenos desvios em relação às metas em cada condição. Em duas delas, o número foi o mesmo; nas demais, isso não foi possível, mesmo com o esforço da pesquisadora em complementar a amostra em função de casos de desempenho insuficiente, ou seja, não conclusão de uma ou mais tarefas.

TABELA 25: Estudantes da pesquisa que finalizaram todas as tarefas em cada condição

Condição	Savage et al. (1998)	
C1	27	27
C2	22	28
C3	30	28
C4	25	25

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Os valores medianos do tempo para realização de cada tarefa para a condição 1 (grupo controle) em cada pesquisa estão na TABELA 26. Observa-se que as tarefas 1 e 2 apresentam medianas do tempo muito próximas. Apenas na tarefa 3 a diferença parece existir. Como não verificar quantitativamente ou

qualitativamente, essa observação deve ser considerada apenas como um indício a ser explorado em futuros estudos que considerem diferentes formações (designers *versus* engenheiros, etc).

TABELA 26: Valores medianos de tempo para cada tarefa

		Savage <i>et al.</i> (1998)
Tarefa 1:	2 minutos e 06 segundos.	2 minutos e 10 segundos
Tarefa 2:	2 minutos e 03 segundos	2 minutos e 30 segundos
Tarefa 3:	3 minutos e 10 segundos	4 minutos e 00 segundos

4.5.1 Efeito da condição de restrição no tempo

Inicialmente, foram comparados os resultados da análise dos efeitos da restrição de tempo. A TABELA 27 apresenta as médias do tempo para a realização de cada tarefa em cada condição nos dois estudos. Ressaltando que os dados disponíveis não permitem a comparação da variabilidade, é possível observar que, em dois casos, há grandes diferenças entre os resultados para os dois estudos. Na Condição 3, as tarefas 2 e 3 foram realizadas em média com muito mais tempo, quase o dobro no primeiro caso (93% maior), e duas vezes e meia mais tempo no segundo (169% maior). (Cabe reforçar que não há como afirmar se existem diferenças significativas nos demais casos, que variaram entre 2 e 28%). Isso pode ser atribuído a maior conhecimento sobre estruturas por parte dos estudantes de Engenharia, sujeitos da pesquisa de Savage *et al.*(1998). Como não tinham restrição de tempo, os estudantes de Design, sujeitos desta pesquisa, talvez tenham consumido mais tempo tentando otimizar as suas soluções.

TABELA 27: Média de tempo em segundos para completar cada tarefa

	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 3	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	235	240	253	267	335	270
C2	96,91	86	95,82	106	124,91	117
C3	166	145	404	209	578	215
C4	93,48	80	86	92	136,2	106

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Outra comparação que cabe fazer refere-se à ocorrência ou não de um padrão entre condições. Por meio da TABELA 28, pode-se observar que, na maioria dos casos, houve coincidência entre os dois estudos para a existência de diferenças significativas entre duas condições para a mesma tarefa (cabe ressaltar que, nessa comparação, não foi considerado o nível de significância). Apenas em três dos dezoito pares de condição para uma tarefa não houve diferença significativa nesse estudo, ao contrário do que foi encontrado por Savage *et al.* (1998). Os três casos ocorreram na condição 1 em duas situações: em relação à condição 3 na tarefa 1; e em relação às condições 2 e 4 na tarefa 2. Os dados disponíveis não permitem tecer maiores considerações.

TABELA 28: Newman-Keuls nível de significância para média de tempo de solução para cada tarefa separadamente

Tarefa1						
	C2		C3		C4	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	$p < 0,01$	$p < 0,01$	NS	$p < 0,05$	$p < 0,01$	$p < 0,01$
C2			NS	NS	NS	NS
C3					NS	NS
Tarefa2						
	C2		C3		C4	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	NS	$p < 0,01$	NS	NS	NS	$p < 0,01$
C2			$p < 0,01$	$p < 0,05$	NS	NS
C3					$p < 0,01$	$p < 0,05$
Tarefa3						
	C2		C3		C4	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	$p < 0,05$	$p < 0,01$	NS	NS	$p < 0,05$	$p < 0,01$
C2			$p < 0,05$	$p < 0,05$	NS	NS
C3					$p < 0,05$	$p < 0,01$

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

4.5.2 Efeito da condição no número de folhas

A TABELA 29 apresenta as médias do número de folhas utilizadas para a realização de cada tarefa em cada condição nos dois estudos. Ressalta-se, mais uma vez, que os dados disponíveis não permitem a comparação da variabilidade. Foram observados três casos nos quais ocorreram maiores diferenças entre os resultados para os dois estudos, entre 38 e 54 % (os demais casos variaram entre 4 e 29%). Na Condição 2, a tarefa 1 foi realizada, em média, com maior consumo de folhas (38% a mais) pelos sujeitos do estudo de Savage *et al.* (1998). Esse desempenho pode ser decorrente da preocupação em atender ao requisito de construir uma estrutura autossustentável sem restrição de custo, mas com restrição de tempo. É possível que o uso de estratégias mais conservadoras, no sentido de garantir a estabilidade da estrutura, tenha levado ao maior consumo de folhas. Já na Condição 3, as tarefas 2 e 3 foram realizadas, em média, com maior consumo de folhas pelos sujeitos deste estudo: no primeiro caso, 54% maior, e, no segundo, 40% maior. Ambos podem ser atribuídos ao maior conhecimento sobre estruturas por parte dos sujeitos da pesquisa de Savage *et al.* (1998).

TABELA 29: Média do número de folhas A4 utilizada em cada tarefa.

Média de folhas de papel A4						
	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 3	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	2,04	1,63	2,69	2,58	1,88	1,46
C2	1,18	1,9	1,95	2,45	1,23	1,5
C3	1,37	1,07	1,77	1,15	1,40	1
C4	1,24	1,05	1,36	1,25	1,32	1,15

C1= Controle; C2= restrição de tempo; C3= restrição de custo; C4= restrição de tempo e custo

Diferentemente da comparação realizada para o tempo médio com relação à existência de diferenças significativas entre duas condições para a mesma tarefa, no caso do consumo de folhas papel, na maioria dos casos, não houve coincidência entre os dois estudos. Pode-se ver, na TABELA 30, que, em dez, dos dezoito pares de condição, a ocorrência de diferenças significativas nesse estudo não foi

consistente com o que encontrado por Savage *et al.* (1998). Da mesma maneira, os dados disponíveis não permitem tecer maiores considerações, indicando a necessidade de estudos mais aprofundados.

TABELA 30: Mann-Whitney nível de significância para média de papel utilizado para completar cada tarefa.

Tarefa1						
	C2		C3		C4	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	$p<0,05$	NS	NS	$p<0,05$	$p<0,05$	$p<0,05$
C2			NS	$p<0,01$	NS	$p<0,01$
C3					NS	NS

Tarefa2						
	C2		C3		C4	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	NS	NS	NS	$p<0,01$	$p<0,05$	$p<0,05$
C2			NS	$p<0,01$	$p<0,05$	$p<0,05$
C3					$p<0,05$	$p<0,05$

Tarefa3						
	C2		C3		C4	
	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)	Esta pesquisa	Savage <i>et al.</i> (1998)
C1	NS	NS	NS	$p<0,01$	NS	$p<0,01$
C2			NS	$p<0,05$	NS	NS
C3					NS	$p<0,05$

4.5.3 Considerações sobre a comparação entre os estudos

Existem diversas limitações a se considerar na comparação entre os estudos. A primeira, já mencionada, é incompletude dos dados, já que não houve acesso ao banco de dados de Savage *et al.* (1998). Mesmo assim, julgou-se adequado fazer essa comparação com vistas a identificar possibilidades de futuros estudos que aprofundem o que foi desenvolvido até agora.

O fato de encontrar diferenças e semelhanças entre os resultados dos estudos, mesmo com as limitações impostas à sua generalização por falta de validade estatística, permitiu levantar hipóteses para futuros trabalhos. As diferenças na formação acadêmica de engenheiros e designers é reconhecida por diversos autores das duas áreas. Mesmo que em algumas instituições de ensino e, em alguns países, essas diferenças possam ser menores, os designers tendem a ser mais intuitivos que os engenheiros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou como as interações de restrições de tempo e custo podem afetar o processo de resolução de problema de estudantes de Design. A sua motivação está em compreender como o tempo e/ou custo podem vir a influenciar no desenvolvimento de novos produtos. Para tanto, foi aplicado um protocolo de pesquisa tendo como base o protocolo de Savage *et al.* (1998). Além disso, buscou-se investigar a relação entre tipos de personalidade e o desempenho em tarefas de resolução de problemas. Neste capítulo, apresentam-se as conclusões obtidas, recomendações para a realização de pesquisas similares, assim como sugestões para trabalhos futuros (em continuidade a esta pesquisa).

Com este estudo inicial, pode-se ter uma noção do que se esperar do(s) designer(s) quando submetidos a restrições de tempo e/ou custo. A melhor compreensão dos efeitos de restrições de tempo e custo no processo de resolução de problemas de designers terá reflexos em gestão de projeto e na metodologia projetual.

Finalizando, ao entender como diferentes sujeitos respondem a desafios, será possível rever práticas de ensino e práticas de gerenciamento. Deste modo, será possível potencializar o processo criativo de cada um. Ao contrário de práticas padronizadas, considerando um modelo ideal de estudante ou de profissional, será possível conviver com diferentes realidades.

Resumidamente, pode-se dizer que os resultados encontrados foram:

- a) Na situação onde não existe restrição de tempo, observou-se uma demora muito maior que nas outras situações, e o número de diferentes tipos de solução foi muito similar ao com tempo restrito;
- b) A restrição de custos resultou efetivamente em projetos mais econômicos;
- c) Restrição de tempo e custo juntos efetivamente reduziram custos;

- d) Redução somente de tempo resulta em maiores gastos com materiais;
- e) A variedade de tipos de solução diminui à medida que se aumentam as restrições.

5.1 Considerações sobre a metodologia utilizada

A realização de um estudo dessa natureza, no qual um protocolo foi aplicado a estudantes voluntários de diferentes instituições de ensino superior, apresenta dificuldades que devem ser consideradas no seu planejamento. Uma delas é o tratamento personalizado que exige mais tempo e recursos financeiros, dado que há necessidade de deslocamento. Outra dificuldade é a disponibilidade de sujeitos a se prontificar a participar do experimento. Nesta pesquisa, ocorreram episódios em que o pesquisador ficou disponível sem ter nenhum sujeito participando. Possivelmente, um tipo de incentivo poderia ser uma forma de auxiliar na resolução desta dificuldade.

Por outro lado, mesmo com as dificuldades para a sua realização, o uso deste protocolo se mostrou vantajoso para avaliar o desempenho de estudantes de Design. Uma das vantagens do protocolo é que os designers têm contato direto com os materiais utilizados para a produção dos projetos simulados. Desta forma, cada sujeito pode manusear cada material sentindo todas as propriedades destes. Sendo assim, a necessidade de fornecer ao designer as propriedades, como, por exemplo, dos tamanhos (medidas) e dos materiais, são evitadas, reduzindo a carga cognitiva. Outra vantagem é que os materiais utilizados para a aplicação do protocolo são de baixo custo e facilmente encontrados em qualquer papelaria e/ou loja de material escolar.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Cabe-se ressaltar as limitações do estudo, tendo em vista que provavelmente

existem efeitos de diferenças culturais que não estão sendo contempladas. Para futuros estudos, e tendo maior abrangência pela inclusão de outros instrumentos, podem-se verificar efeitos associados à cultura de cada designer, como, por exemplo:

- a) Replicar o protocolo com a inclusão de ferramentas que permitam aprofundar a análise de seus resultados (por exemplo: verbalização, entrevista a posteriori);
- b) Replicar o protocolo em outras instituições com curso superior em Design em outros Estados brasileiros para verificação de padrão;
- c) Replicar o protocolo em outras instituições com curso superior em Design em outros países a fim de realizar comparações de possíveis efeitos de diferenças culturais;
- d) Ampliar a análise realizando medições através de julgamento das propriedades de produto envolvendo o uso de juízes para avaliar o grau de criatividade das estruturas resultantes desta pesquisa (AMABILE, 1983);
- e) Replicar o protocolo em estudantes de Engenharia;
- f) Replicar o protocolo com estudantes de Design e de Engenharia para poder comparar diretamente os desempenhos e verificar diferenças de estratégia;
- g) Desenvolver protocolo utilizando equipes ao invés de tarefas individuais;
- h) Desenvolver jogo(s) baseado(s) neste protocolo;
- i) Ampliar o número de sujeitos em cada condição a fim de se obter maior número de perfis de personalidade, possibilitando analisar estatisticamente;
- j) Realizar comparações na sequência das 3 tarefas para verificar se houve evolução ou não na concepção do projeto simulado.

Observa-se, também, que o uso de claquete/número de identificação para as filmagens e fotografias favorece e facilita a organização de dados coletados.

Embora não fizesse parte do protocolo, alguns dos sujeitos de pesquisa perguntaram durante o processo, assim como outros falavam sozinhos. E houve casos em que o sujeito de pesquisa demonstrou facialmente algumas expressões como: dúvida, pânico, contentamento, reflexão e falta de compreensão.

REFERÊNCIAS

Centro de Design Paraná e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Sub-programas do PBD**. Disponível em: <http://www.designbrasil.org.br/portugal/acoes/pbd_subprogramas.jhtml> Acesso em: 4 de out. de 2010.

CROSS, N. **Creative cognition in design**, in Proceedings of the fourth conference on Creativity & cognition - C&C '02 (apresentado em the fourth conference, Loughborough, UK, 2002), 14-19.

DSAP - *Design Skills Advisory Panel*. **High-level skills for higher value**, Disponível em <<http://www.innovationunit.org/sites/default/files/High-level%20skills%20for%20higher%20value.pdf>> acesso em junho de 2011.

AKIN, O., e AKIN, C. **On the process of creativity in puzzles, inventions, and designs**. Automation in Construction, 7 (2 e 3), 123 e 138, 1998.

AMABILE, T. M. **The social psychology of creativity**. New York: Springer-Verlag, 1983.

ANDERSON, J. R.). **Cognitive psychology and its implications**. New York: W. H. Freeman and Company,(1980).

BAXTER, M. **Projeto de Produto**, 2ª ed., Edgard Blücher, 2000.

BERNARDES, M. M. S.. Diretrizes para aumentar a competitividade de micro e pequenas empresas brasileiras desenvolvedoras de produtos e prestadoras de serviços através da gestão de design: proposta baseada na análise de casos gaúchos. Porto Alegre: DEG/UFRGS, 2008. Projeto de Pesquisa.

BEST, J. **W. Research in education**. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall. BLOOM, B., (1970).

BOYD, J. **The Essence of Winning and Losing**,1996.

BURNS, R. **Business Research Methods and Statistics using SPSS**. Sage Publications, dez. 2008.

Centro de Design Paraná e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Subprogramas do PBD – Programa Brasileiro de Design**. Disponível em: <http://www.designbrasil.org.br/portugal/acoes/pbd_subprogramas.jhtml> Acesso em: 4

de out. de 2010.

CHRISTIAANS, H e DORST, C, ***Cognitive Models in Industrial Design Engineering: a protocol study***, *Design Theory and Methodology - DTM92*, D L Taylor and D A Stauffer (ed), American Society of Mechanical Engineers, New York, 1992.

CHRISTIAANS, H. H. C. M. ***Creativity as a design criterion***. *Creativity Research Journal*, 2002.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. Disponível em: <<http://www.cni.org.br/portal/data/pages/FF808081272B58C0012730BE56057DBD.htm>> acesso em 05 de novembro de 2010.

CROSS, N. ***Creative Cognition in Design: Processes of Exceptional Designers***. *Creativity & Cognition*, NY: ACM Press, p. 14 – 19, 2002.

CROSS, N.; CHRISTIAANS, H.; DORST, K.. ***Analysing Design Activity***, 1º ed., Wiley, 1996.

Design Brasil. **Panorama Nacional**. Disponível em: <http://www.designbrasil.org.br/sites/default/files/arquivos_usuarios/7471/Panorama%20Nacional.pdf> acesso em 30 de novembro de 2010.

Design Council. **Eleven Lessons**. Disponível em: <<http://www.designcouncil.org.uk/publications/Eleven-Lessons>> acesso em: 28 de novembro de 2010.

DORST, K. e CROSS, N.. ***Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution***. *Design Studies*, 22(5), pp. 425–437 (2001).

ERICSSON, K. A. ***Protocol analysis and Verbal Reports on Thinking***, 2002. Disponível em <http://www.psy.fsu.edu/faculty/ericsson/ericsson.proto.thnk.html>, acesso em 10.11.2011.

ERICSSON, K. A., SIMON, H. A. ***Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*** MIT Press, Cambridge, MA 1993.

GOEL, V. e PIROLI, P. ***The Structure of Design Problem Spaces***. *Cognitive Science* 16: 395-429, 1992.

GOLDSCHMIDT, G. Design, **Encyclopedia of creativity**, p. 525, Elsevier, 1999.

GONDIM, S. M. G. **Perfil profissional e Mercado de trabalho: relação com a formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários**. In

Estudos de Psicologia, Vol. 7, nº 2., 2002.

GRIFFIN, A.; SOMEMEYER, S. **PDMA ToolBook 3 for New Product Development**, 1º ed. Wiley, 2007.

ICSID - International Council of Societies of Industrial Design. **Definition of Design**. Disponível em: < <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>> Acesso em: 27 de out. de 2010.

ICSID - International Council of Societies of Industrial Design. **Industrial Designer**. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/articles33.htm>> Acesso em: 27 de out. de 2010.

KAPLAN, S. M. 'COED: **A conversation-oriented tool for coordinating design work**, in Finkelstein, A., Tauber, M. J. and Traunmuller, R. (eds), **Human Factors in Information Systems Analysis and Design**, North-Holland, Elsevier Science Publishers, pp. 123-42, 1990.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: E.P.U., EDUSP, INEP, 1980.

KUUSELA, H. e PALLAB, P. **A Comparison of Concurrent and Retrospective Verbal Protocol Analysis**, The American Journal of Psychology, vol. 113, no. 3, pp. 387- 404, 2000.

LAWSON, B. **How designers think**. London: The architectural press. 1986.

LAWSON, B. **What Designers Know**. London: The architectural press. 2004.

LEONARD, D. & STRAUS, S. **Aproveitando todo o cérebro da empresa. Gestão do Conhecimento** - Harvard Business Review. Campus: Rio de Janeiro, pp. 108-133, 2000.

MCCAIDE, J., **Problem Solving: Much More Than Just Design**, Journal of Technology Education, Vol. 2, No.1, 1990.

MCILVEEN, H. **Product Development and the Consumer: The Reality of Managing Creativity**, Nutrition & Food Science 94, n. 6, 1994.

MILLER, G.A. **The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information**. Psychological Review, 63, 81-97. 1956.

MOREIRA, M. A.; DA SILVA ROSA, P. R. Uma introdução à pesquisa quantitativa no ensino. 2008. Disponível em: <<http://gw-ead.ufms.br:8080/xmlui/handle/123456789/25>> acesso em junho de 2012.

NELSON, W. A. ***Problem Solving Through Design***. New Directions for Teaching and Learning Special Issue: Problem-Based Learning in the Information Age. Volume 2003, Issue 95, pages 39–44, 2003

NEWELL, A. ; SIMON, H. A.. ***Human Problem Solving***. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972.

ONWUEGBUZIE, A. J.; LEECH, N. L.. ***Taking the “Q” Out of Research: Teaching Research Methodology Courses Without the Divide Between Quantitative and Qualitative Paradigms***. *Quality & Quantity* 39: 267–296, Springer 2005.

PAPANEK, V. ***The Green Imperative - Ecology and Ethics in Design and Architecture***. Ed. Thames & Hudson, 1995.

PIAGET, J. **O possível e o necessário. Evolução dos possíveis na criança**. Porto Alegre: Artes médicas, v. 1, 1985.

POMBO, F.; TSCHIMMEL, K. **O sapiens e o demens no pensamento do design: a percepção como centro**. *Revista design em foco*, julho-dezembro año/vol II, número 002, universidade do estado da Bahia, Salvador, Brasil, pp. 63-76, 2005.

POPPER, K.. ***All Life Is Problem Solving***. London: Routledge, 1999.

PUNTES FERRERAS, A. ***El cerebro creador: psicología***. Madrid: Alianza Editorial, 1999.

RITTEL, H. ***On the planning Crisis Systems Analysis of the "first and second generations"***. *Bedriftsøkonomen*, 8 pp. 390-396.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos - uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2005.

RUDDER, A.; AINSWORTH, P. E HOLGATE, D. ***New food product development: strategies for success?*** *British Food Journal*, 2001.

RUNESON, P. E HÖST, M. ***Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering***. *Empirical Software Engineering* 14:131-164, 2009.

SAVAGE, J. C .D. et al., ***The interaction of time and cost constraints on the design process***. *Design Studies* 19, n. 2 (Abril 1998): 217-233.

SCHÖN, D. A., ***Reflective conversation with materials***, in Winograd, T. (ed.) ***Bringing Design to Software***, New York, ACM Press, pp. 171-84, 1996.

SEBRAE-Disponível em: < <http://www.sebrae.com>> acesso em 12 de dezembro de 2010.

SIMON, H. A. ***The structure of ill structured problems***. Artificial Intelligence, North-Holland Publishing Company, PP. 181-201,1973.

STRUNK, G. ***Viver de design***, Rio de Janeiro: 2AB, 1999.

SWELLER, J. ***Cognitive load during problem solving: Effects on learning***. ***Cognitive Science***, 12(2), 257-285. 1988.

SWELLER, J. ***Instructional design in technical areas***. ACER Press, 1999.

SWINK, M., TALLURI, S., PANDEJPONG, P. ***Faster, better, cheaper: A study of NPD project efficiency and performance tradeoffs***. Journal of Operations Management, Volume 24, Issue 5, September 2006, Pages 542–562.

TAKEISHI, A. ***Bridging inter-and intra-firm boundaries: management of supplier involvement in automobile product development***. Strategic Management Journal, v. 22, p. 403-433, 2001.

THOMAS, J. C. e CARROLL, J. M. ***The Psychological Study of Design***. Design Studies 1(1): 5-11, 1979.

TOLEDO, José Carlos de. ***Gestão da mudança da qualidade de produto***. Gest. Prod. [online]. vol.1, n.2, pp. 104-124, 1994.

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ***Descrição do curso de graduação em design***. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/deg/>> acesso em: 22 de maio de 2011.

ULRICH, K. T. ***Design: Creation of Artifacts in Society***. 2007. Disponível em: <<http://opim.wharton.upenn.edu/~ulrich/designbook.html>> , acesso em 18 de abril de 2012.

UNIRITTER - ***Descrição do curso de graduação em design***. Disponível em: http://www.uniritter.edu.br/graduacao/design/produto/index.php?secao=o_curso acesso em 18 de maio de 2011.

UNISINOS – ***Descrição do curso de graduação em design***. Disponível em: <http://www.unisinos.br/design/index.php?option=com_content&task=view&id=137&Itemid=102> acesso em 18 e maio de 2011.

VIANNA, H. M. ***Testes em educação***. São Paulo: IBRASA, 1978.

VON STAMM, B. ***Managing Innovation***, Design and Creativity, 2º ed., Wiley, 2008.

WEYNE, G. R. S. **Determinação do tamanho da amostra em pesquisas experimentais na área de saúde.** Arq. Med. ABC v. 29 n. 2 Jul/Dez 2004.

WILDE, D. ***Design Team Formation Using Jungian Typology***, Proceedings, National Collegiate Inventors and Innovators Alliance, 2000.

GLOSSÁRIO

ANOVA: Análise de variância visa fundamentalmente verificar se existe uma diferença significativa entre as médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente. Dessa forma, permitem que vários grupos sejam comparados a um só tempo, esses fatores podem ser de origem qualitativa ou quantitativa, mas a variável dependente deverá necessariamente ser contínua. O teste é paramétrico (a variável de interesse deve ter distribuição normal) e os grupos têm que ser independentes.

Criptaritmética: é o processo de criar e resolver criptogramas. É um ramo matemático popular por produzir material recreativo. Neste ramo criptograma também é um gênero de quebra-cabeças matemáticos com operações aritméticas onde os algarismos foram substituídos por letras do alfabeto ou outros símbolos.

Feedback (retorno de informação ou, simplesmente, retorno): é o procedimento que consiste no provimento de informação a uma pessoa sobre o desempenho, conduta, ou ação executada por esta, objetivando reorientar ou estimular comportamentos futuros mais adequados.

Insight: o ato ou resultado de aprender a verdadeira natureza das coisas, enxergar intuitivamente; capacidade da observação profunda e da dedução; discernimento; percepção; introspecção; ter uma grande ideia, uma verdadeira visão de futuro.

Protocolo de pesquisa: é um documento escrito por cientistas ou pesquisadores que descreve em detalhes o plano ou programa para uma investigação científica. É um conjunto de linhas de orientação para a pesquisa que deve ser seguida. Descreve todas as etapas previstas de uma pesquisa, desde a identificação da pergunta de pesquisa, até ao uso dos resultados.

Inteligência artificial (IA): é uma área de pesquisa da ciência da computação e Engenharia da Computação, dedicada a buscar métodos ou dispositivos computacionais que possuam ou simulem a capacidade racional de resolver problemas, pensar ou, de forma ampla, ser inteligente.

SPSS: software aplicativo (programa de computador) do tipo científico, acrônimo de *Statistical Package for the Social Sciences* - pacote estatístico para as ciências sociais.

APÊNDICE 1 – MODELO DE EMAIL DE CONTATO

Prezado (NOME DO COORDENADOR ou CONTATO):

Sou Simone L. Sperhackle, atual mestranda do PGDESIGN - UFRGS, orientada pelo Prof. Dr. Mauricio Bernardes - PGDESIGN – NDP (Núcleo de Desenvolvimento de Projeto) - UFRGS e estou trabalhando com Gestão de Projetos e Jogos.

No momento estou aplicando um trabalho que visa tentar estudar a influência das restrições de tempo e custo no processo de resolução de problemas no desenvolvimento de produtos.

Para isso, será preciso aplicar um protocolo de gestão de projeto com alunos de disciplinas da graduação de Cursos de Design, para que seja possível verificar algumas hipóteses. O protocolo deve ser aplicado com um aluno por vez, por tempo estimado de 15 a 20 minutos. Todo material e custos de pesquisa serão fornecidos, necessitando apenas de um espaço silencioso com uma mesa e duas cadeiras.

Assim, solicito análise, permissão e colaboração da (NOME DA INSTITUIÇÃO) nesse projeto. Em caso de aprovação, todo cronograma e agendamento do trabalho devem ser realizados diretamente comigo e os professores. Somente preciso saber quando poderei estar na (NOME DA INSTITUIÇÃO) e o local de realização da aplicação do protocolo.

Esse trabalho será realizado também com alunos do Curso de Design das universidades: (LISTAR INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES OU POSSÍVEIS PARTICIPANTES).

Coloco-me a disposição para esclarecimento de qualquer dúvida, por email, telefone ou pessoalmente.

Agradeço desde já a atenção,

Atenciosamente,

Simone L. Sperhackle

APÊNDICE 2 – MODELO DE DECLARAÇÃO DE INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE

Declaração da Instituição Coparticipante

Título do Projeto:

Influências de restrições de tempo e custo na resolução de problemas por estudantes de Design no Rio Grande do Sul , vinculado ao Projeto Nº: 13487 (em anexo) - Título: Diretrizes para aumentar a competitividade de micro e pequenas empresas brasileiras desenvolvedoras de produtos e prestadoras de serviço através da gestão do design: proposta baseada na análise de casos

Nome do Pesquisador Responsável:

Simone Lorentz Sperhacker

Desenhista industrial

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PgDesign - NDP - Núcleo de Desenvolvimento de Produto -

Porto Alegre, Brasil -Telefone: +555132095507 - simone@sisperdesign.com URL www.sisperdesign.com

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas coresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

Assinatura e carimbo do responsável institucional

APÊNDICE 3 – MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN
MESTRADO EM DESIGN
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO



Porto Alegre, ____ de _____ de 2011.

Prezado estudante:

Você está sendo convidado para participar da pesquisa:

INFLUÊNCIAS DE RESTRIÇÕES DE TEMPO E CUSTO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR ESTUDANTES DE DESIGN NO RIO GRANDE DO SUL

Você foi selecionado por ser estudante de graduação em design de produto e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.

Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Os objetivos deste estudo são verificar se existe uma influência no desenvolvimento de projetos de design quando existe restrição de tempo e/ou custo.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em resolver o desafio de um teste com duração aproximada de 15 a 30 minutos, que poderá ser filmado e fotografado.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, e os resultados estarão disponíveis na dissertação do pesquisador.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e os endereços eletrônicos do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e

sua participação, agora ou a qualquer momento.

Simone Lorentz Sperhacker

Desenhista industrial

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PgDesign - NDP - Núcleo de Desenvolvimento de Produto

Porto Alegre, Brasil -Telefone: +555132095507

simone@sisperdesign.com

URL www.sisperdesign.com

Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS (51) 3308 3629

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes

Declaro que entendi os objetivos de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Nome por extenso do sujeito de pesquisa

X _____

Assinatura do sujeito de pesquisa

Obs.: Ao pesquisador ficara a guarda e responsabilidades sobre os materiais por um mínimo de 5 anos, inclusive autorização e destino de gravação, foto e filmagem.

APÊNDICE 4 – EXEMPLO DE ESTRUTURAS CRIADAS DURANTE O PROCEDIMENTO



FIGURA 28: Materiais utilizados na pesquisa.



FIGURA 29: Sujeito 1: Condição 1, Tarefa 1



FIGURA 30: Condição 1, Tarefa 1.



FIGURA 31: Condição 1, Tarefa 1.

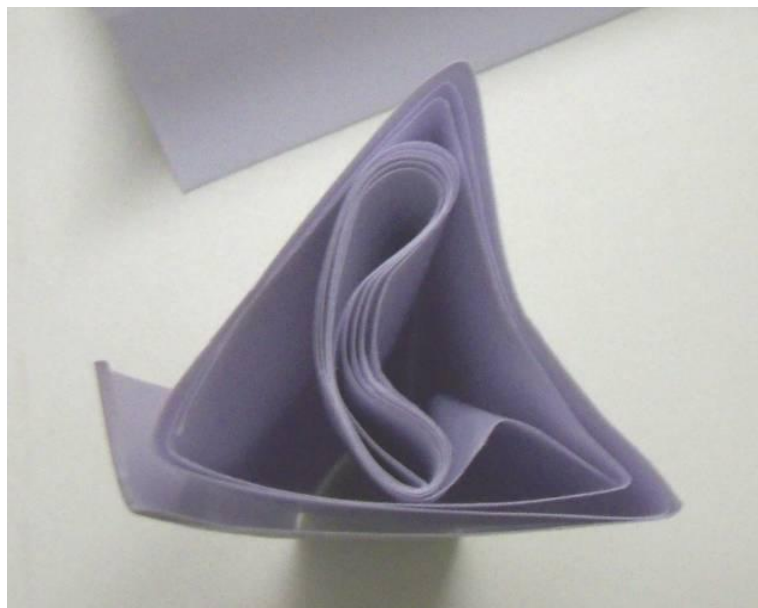


FIGURA 32: Detalhe do interior de estrutura da Condição 1, tarefa 2.



FIGURA 33: Condição 1, Tarefa 3.



FIGURA 34: Condição 1, Tarefa 3.



FIGURA 35: Condição 1, Tarefa 2



FIGURA 36: Condição 2, tarefa 2



FIGURA 37: Condição 2, tarefa 3.



FIGURA 38: Condição 2, tarefa 3



FIGURA 39: Detalhe de estrutura da condição 2, Tarefa 3



FIGURA 40: Cartões auxiliares utilizados na pesquisa



FIGURA 41: Caixas para os cartões

APÊNDICE 5 – BREVE DESCRITIVO DAS INSTITUIÇÕES QUE PARTICIPARAM DA PESQUISA

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul:

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com sede em Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, é uma instituição centenária, reconhecida nacional e internacionalmente. Ministra cursos em todas as áreas do conhecimento e em todos os níveis, desde o Ensino Fundamental até a Pós-Graduação.

A qualificação do seu corpo docente, composto na sua maioria por mestres e doutores, a atualização permanente da infra-estrutura dos laboratórios e bibliotecas, o incremento à assistência estudantil, bem como a priorização de sua inserção nacional e internacional são políticas em constante desenvolvimento.

Desde 2006 a UFRGS oferece o curso de graduação em Design em duas habilitações: Design de Produto Industrial e Design Visual. O curso foi criado por iniciativa dos professores do Departamento de Expressão Gráfica e com total apoio da administração central da Universidade (texto retirado do site da Instituição).

UNIRITTER – Centro Universitário Ritter dos Reis:

Desde o ano de 2009 a estrutura curricular dos cursos de Design UniRitter organiza-se em quatro ciclos, cada um conjugando dois semestres letivos.

Os ciclos contemplam a noção de criatividade como processo, um princípio que deve ser plenamente compreendido e praticado por docentes e discentes na busca por desempenho satisfatório.

Quatro etapas emblemáticas do processo criativo foram inspiradoras na fundamentação dos Ciclos para os bacharelados em Design UniRitter, a saber: identificação, preparação, elaboração e verificação (texto retirado do site da Instituição).

UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos:

A Escola de Design Unisinos foi criada em 2006, em parceria com a POLI.design – Consorzio Del Politécnico di Milano. Desenvolvendo atividades de graduação, mestrado, pesquisa e serviços de consultoria, a Escola tem sua identidade marcada por integração com empresas, inserção no contexto mundial do design e introdução da criatividade e cultura de projeto como motor de inovação na sociedade (texto retirado do site da Instituição).

ULBRA – Universidade Luterana do Brasil

A ULBRA é a segunda escola de design do estado e a primeira das escolas privadas. É a instituição formadora da maioria dos designers atuantes no RS. O acadêmico desenvolve atividades projetuais do início ao final do curso, utilizando laboratórios experimentais de informática, expressão bi e tridimensional, modelagem, entre outros. Escritório de design onde o aluno vivencia e experimenta a futura vida profissional através de monitoria e gerenciamento (texto retirado do site da Instituição).