

# Restrições de Tempo e Custo na Resolução de Problemas: Experimento com Alunos de Graduação de Design

S. L. Sperhacker<sup>a, b</sup>, M. M. S. Bernardes<sup>b</sup>

<sup>a</sup>*sisperdesign@gmail.com*

<sup>b</sup>*Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil*

## Resumo

*Este artigo busca refletir sobre as restrições de tempo e custos e suas possíveis relações no processo da resolução de problemas, no que tange o desenvolvimento de projetos de design. A fim de atingir os objetivos propostos, partiu-se de uma releitura de protocolo proposto por Savage et al. [19], que consiste em um estudo experimental investigativo com um delineamento com alunos de engenharia. No âmbito deste artigo, buscou-se replicar o experimento com alunos de cursos de graduação de design. Trata-se de um protocolo que é aplicado individualmente, na qual cada estudante completa três tarefas em uma entre quatro condições: controle, restrição de tempo, restrição de custo e restrição de tempo e custo. Verificou-se dentre os vários resultados da pesquisa que na situação onde não existe restrição de tempo, observou-se que o número de diferentes tipos de solução geradas foi muito similar àquelas situações com tempo restrito.*

**Palavras-chave:** *Restrição de tempo, Restrição de custo, Design.*

## The influence of time and cost constraints in problem solving with students of design undergraduate courses

### Abstract

*This article aims to reflect on the constraints of time and cost and possible relationships in the process of problem solving, regarding the development of design projects. In order to achieve the proposed objectives, it started with a rereading the protocol proposed by Savage et al. [19], which consists of an investigative experimental study with an experimental design with engineering students. Within this article, we attempted to replicate the experiment with students of design undergraduate courses. It is a protocol that is applied individually, in which each student complete three tasks in one of four conditions: control, time restriction, cost restriction and time and cost restrictions. It was found that, among various search results that in the situation where there is no time constraint, it was observed that the number of different types of solution generated was very similar to those situations with restricted time.*

**Keywords:** *Time restriction, Cost restriction, Design.*

## 1. INTRODUÇÃO

As empresas, frente ao cenário competitivo, têm procurado diminuir o prazo de desenvolvimento de produtos. Segundo Laboratório de Monitoramento Global pertencente ao Núcleo de Estudos da Embalagem da ESPM [14] em 2007 foram lançados mais de 269 mil produtos, uma média de aproximadamente 22,5 mil a cada mês, o que demonstra a dinamicidade do mercado. O Núcleo aponta ainda que entre 2002 e 2007 o número de lançamentos cresceu a uma taxa de 17,74% ao ano.

Nesse panorama altamente competitivo, o design pode reforçar a diferenciação no mercado, agregando valor aos produtos. Nesse sentido, Goldschmidt [11] aponta que o design, associado à criatividade, pode ser uma alavanca para tal diferenciação, uma vez que se foca em desenvolver

produtos inovadores e originais – duas das qualidades de produtos criativos.

Contudo, a criatividade e as suas decorrentes influencias no design podem ter impacto no tempo e custo nos projetos de desenvolvimento de produtos inovadores. Tratam-se então, de pontos que podem gerar restrições a tais projetos, mas deve-se considerar ao mesmo tempo em que as soluções criativas de design são fundamentais á diferenciação e posicionamento dos produtos inovadores em mercados competitivos. Assim é necessário adequar as restrições às oportunidades de inovação.

Um trabalho que procura fazer essa relação é o de Savage et al. [19], que foi proposto para alunos da engenharia do Reino Unido, onde haviam participado do experimento 108 indivíduos (94 homens e 14 mulheres) sendo que 86% eram

estudantes de engenharia (entre graduandos e pós-graduandos).

Diante deste contexto, o presente artigo procura discutir como restrições de tempo e custo podem afetar o processo na resolução de problemas em projetos de design, por meio de releitura e aplicação de um jogo baseado em um protocolo proposto por Savage *et al.* [19].

O protocolo desenvolvido por Savage *et al.* [19] baseia-se testes simples que foram aplicados em estudantes de engenharia da Cardiff University (Reino Unido). O procedimento usou materiais simples como folhas de papel, fita adesiva, grameador, cliques e fita adesiva. Estes testes possuem um delineamento misto 3x4, aplicado individualmente, em que cada estudante completa 3 tarefas consecutivamente em uma entre quatro diferentes condições: a condição controle, com restrição de tempo, com restrição de custo e com restrição de tempo e custo.

Optou-se por adotar tal método 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 e competitiva um determinado produto no mercado.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Criatividade e resolução de problemas no Design

No mundo contemporâneo há uma gama diversa de objetos disponíveis em um número de aplicações e funcionalidades. Para que tais objetos estejam de fato disponíveis às pessoas, estes devem ser previamente projetados, o que implica em soluções de design. Tais soluções podem ser desenvolvidas por designers de várias áreas, como Arquitetura, Engenharia, Design ou Desenho Industrial. Profissionais criativos nesta área são muito valorizados, e no desenvolvimento de seus projetos utilizam habilidades cognitivas e estratégias que contribuem para a inovação [11].

Existem várias definições sobre o que é design. Em uma delas é a proposta pelo *International Council of Societies of Industrial Design*: "o design é uma atividade criativa cujo objetivo é estabelecer qualidades multifacetadas de objetos, processos, 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, [12])".

Já o autor Papanek [17] 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, consequentemente, 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, [17]).

Em relação à definição de problema no design: exatamente o que é problema? Segundo Anderson [1], 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.

Ainda no que diz respeito à definição de problema no design, tem-se em segundo lugar a questão de que, para encontrar o desconhecido ou resolver situações desconhecidas, deve-se haver um valor social, cultural ou intelectual. Encontrar o desconhecido é o processo de resolução de problemas. A solução de problemas é "qualquer sequência alvo-dirigida de operações cognitivas" (ANDERSON [1] 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,[1]).

A inovação em produtos de design sempre esteve associada à criatividade, e, conforme citado por Von Stamm [24]: "a criatividade é o ponto de partida para qualquer tipo de inovação". Ou seja, a criatividade no processo de design é, muitas vezes, caracterizada pela ocorrência de um evento significativo denominado, conforme Dorst e Cross [6] "salto criativo". Ainda segundo os autores, às vezes ocorre um evento como esse em um *insight* repentino que o designer reconhece imediatamente como importante.

Desta forma, considera-se relevante para a resolução de problemas – em especial o tempo e custo – demandam soluções criativas. Nelas, os insights podem ter um papel importante no sentido de ampliar a gama de soluções geradas, bem como ter impacto no tempo de tal processo.

A criatividade pode ser influenciada pela carga cognitiva de uma determinada pessoa (SWELLER, [21]). O autor complementa que 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. Tal sobrecarga prejudica a aquisição do exigido, resultando em um menor desempenho.

Assim evidencia-se que o design é uma atividade de resolução de problemas, o que está presente na literatura clássica, e que, no que tange a ciência cognitiva, abarca uma atividade humana de processamento de informação e busca de soluções (CHRISTIAANS [5]).

Nesse sentido, Nelson [15] descreveu a atividade de resolução de problemas no design, sob a perspectiva dos designers, afirmando que tal resolução acontece a partir de um processo que é cíclico incluindo a identificação de um dado problema, sua análise e pesquisa, conduzindo uma investigação que gera uma priorização de fatores. A partir disso o designer tem diante de si um projeto, no qual irá testar diversas soluções ao problema, que podem acontecer através de protótipos e avaliação de componentes de design, pautadas em critérios de desempenho.

Para conceber este processo cíclico em termos ligeiramente diferentes, pode-se 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, [15], p. 39-40).

Convém considerar que 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), o que incluiria outras atividades como sugere Ulrich:

"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, [23], p.14)".

Ainda convém considerar, como acerva Cross *et al.* [6], que 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.*, [7]).

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 [14]. A maioria dos trabalhos feitos em metodologia de projeto, ainda hoje, seguem os pressupostos da ciência, visão e objetivos de pensamento desta escola. Um paradigma radicalmente diferente só foi proposto, mais de uma década depois por Schön e Bennett [20], descrevendo o design como um processo de reflexão na ação (figura 1).

Esta teoria construcionista pode ser vista como uma reação à abordagem de resolução de problemas, feito especificamente para aproximar-se à alguns dos pontos cegos e deficiências percebidas na metodologia convencional (DORST e DIJKHUIS, [8]).

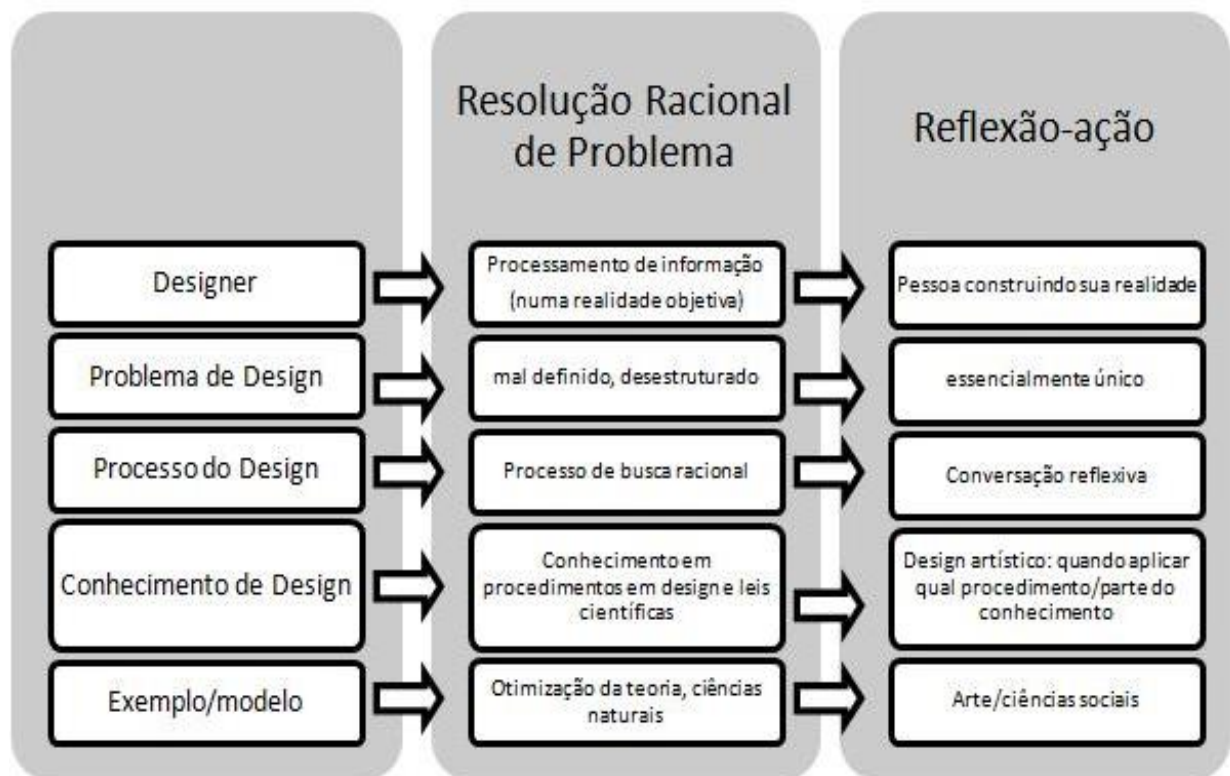


Figura 1: O paradigma da resolução racional de problemas e o paradigma reflexão/ação.

Fonte: adaptado de Dorst e Dijkhuis [8].

Ao se comparar paradigmas para descrever a atividade de design, Boyd [4], um estrategista militar, considera que o papel do conhecimento e o tempo nas batalhas aéreas entre Caças/Jatos é fator importante para vencer. No entanto Boyd

[4] reconheceu que suas ideias em observar, orientar, decidir e agir (OODA, Figura 2) representa uma estrutura cognitiva genérica aplicável a organizações, assim como para indivíduos em busca de poder estratégico.

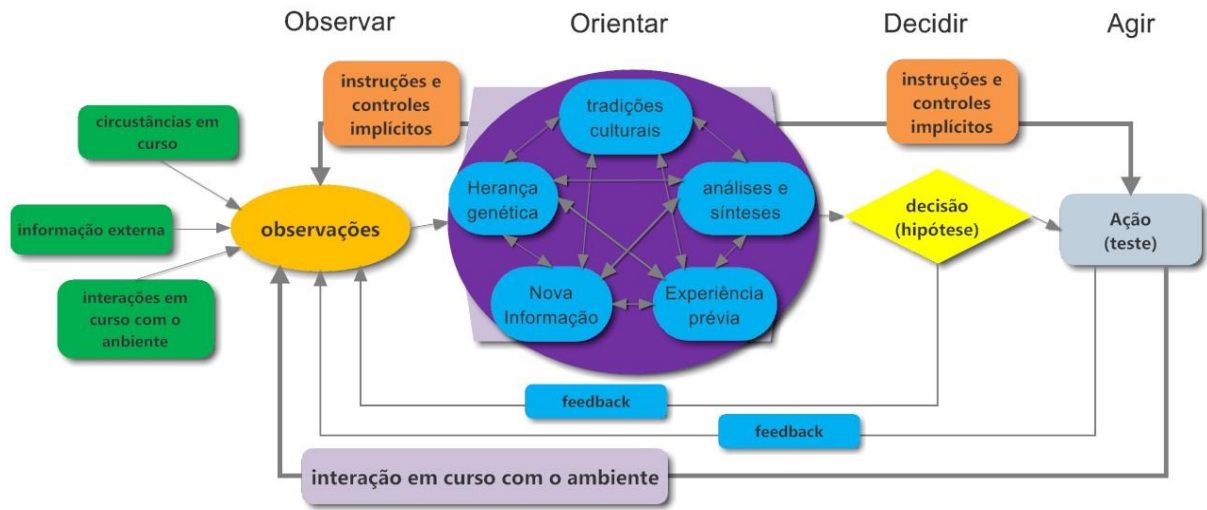


Figura 2: Adaptado pelo autor, fluxograma do ciclo OODA de John Boyd [4].

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 3).

existiam atos semelhantes em outros domínios da arte, como pintura, música e escultura. Esta fundamentação também foi apoiada em estudo por Christiaans [5], 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.*, [6]). São métodos que visam desde à reflexão filosófica até a investigação empírica, e incluem o estudo de ambos: da inteligência artificial e natural de design (CROSS *et al.*, [6]).

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 melhoria do sistema - em como minimizar a tração da corrente elétrica do sistema da aeronave (ULRICH, [23]).

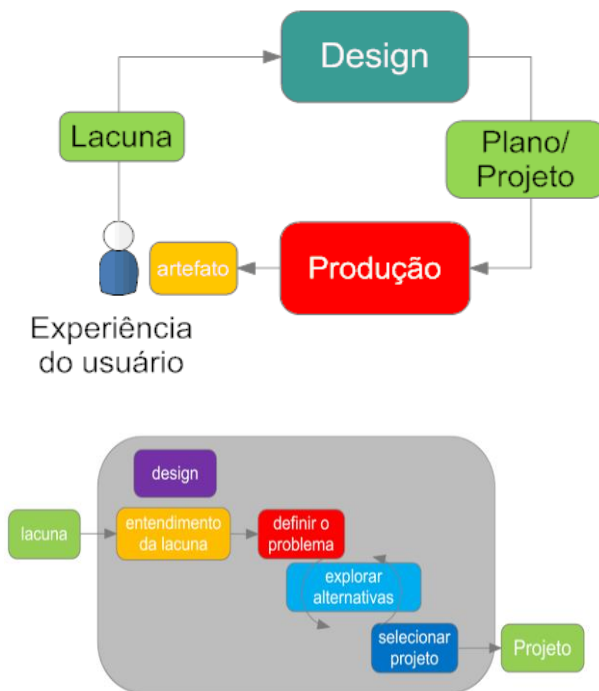


Figura 3: Design e produção na experiência do usuário. O processo de concepção pode ser pensado em quatro passos (ULRICH, [23]).

Akin e Akin [2] analisaram os processos cognitivos de designers em suas atividades e descobriram que também

### 2.2 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 conforme Ericsson [9]. 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 [9]. No estudo do desenvolvimento cognitivo do indivíduo, surgiram teorias de que o pensamento pode ser considerado uma informação processada (NEWELL e SIMON, [16]).

Newell e Simon [16] 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 [16] 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 [9]).

Ericsson e Simon [10], 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 e SIMON [10]). Uma estrutura de protocolo de pesquisa deve conter preâmbulo, procedimentos gerais, instrumentos de pesquisa, diretrizes

para análises de dados e apêndices (RUNESON e HÖST [18]).

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

A abordagem utilizada nessa pesquisa é baseada na realização de tarefas simples onde os projetistas/designers também têm que criar um objeto e construí-lo manualmente. A pesquisa investiga os efeitos de fatores externos, fatores internos e inerentes à tarefa utilizando três tipos de restrições. Estas restrições são:

- a) Externo: definido como fatores econômicos, tais como tempo e custo.
- b) Interno: definido como a experiência de domínio do conhecimento e inteligência.
- c) Tarefas inerentes: definida por características físicas tais como o espaço / limite de altura.

O protocolo compreende pequenas tarefas de projeto (simulações de projeto), como por exemplo, a construção de pontes de papel, apoiando torres, pilares, e/ou outros objetos permitidos. Estas tarefas imitam/simulam uma situação de projeto, que podem ser pensados como sub-tarefas que constituem um problema mais geral. Esse protocolo permite investigar até que ponto as restrições externas (tais como tempo e custo) afetam o comportamento do designer, e como a tarefa em si também pode afetar a influência de tais restrições.

Com a finalidade de equilibrar cuidadosamente a imposição de restrições, um delineamento misto 4x3 foi adotado, ou seja, os testes foram aplicados de forma que todos os indivíduos possam realizar três tarefas na mesma ordem (tarefas 1, 2 e 3) em apenas uma das quatro condições, conforme está representado no quadro 1.

Quadro 1: Restrições impostas em cada tarefa

Condição dos Grupos	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 3	
	Externa	Inerente à tarefa	Externa	Inerente à tarefa	Externa	Inerente à tarefa
C1	Nenhuma	Altura	Nenhuma	Altura e peso	Nenhuma	Altura, peso e espaço
C2	Tempo	Altura	Tempo	Altura e peso	Tempo	Altura, peso e espaço
C3	Custo	Altura	Custo	Altura e peso	Custo	Altura, peso e espaço
C4	Tempo e custo	Altura	Tempo e custo	Altura e peso	Tempo e custo	Altura, peso e espaço

Tendo como referência o procedimento adotado por Savage *et al.* [19], 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.

Participaram deste experimento, um total de 130 alunos (72 do sexo feminino, 58 do sexo masculino), distribuídos aleatoriamente nas quatro condições descritas.

As tarefas foram desenvolvidas de forma que os fatores individuais possam ser considerados, permitindo assim uma investigação sistemática do comportamento projetual numa abordagem experimental. Três tarefas serão empregadas, cada uma com diferentes restrições. Na primeira tarefa, uma restrição foi imposta: a restrição da altura. Na segunda tarefa duas restrições foram impostas: a altura e a restrição do peso. Já na terceira tarefa três restrições foram impostas: altura, peso e espaço (limite do espaço que a base pode ocupar. As restrições externas (tempo e custo) que serão 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. Existem quatro condições:

- Condição 1: controle (sem restrições);
- Condição 2: tempo limitado;
- Condição 3: custo limitado; e
- Condição 4: tempo e custo limitados.

Para a realização do experimento, foi necessário 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: Folha de Papel A4, grampos de papel e grampeador, cliques, fita adesiva e um parafuso pesando aproximadamente 40 gramas (somente para tarefas 2 e 3).

Os equipamentos para a pesquisa foram uma câmera de vídeo digital (filmadora), uma câmera fotográfica digital, um cronômetro, 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, sendo: duas tesouras (uma com ponta redonda e outra regular), um grampeador com grampos e uma régua de 30 cm.

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, eram entregues as especificações da condição. As especificações das tarefas eram entregues na medida em 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 cada tarefa. As especificações das tarefas foram exatamente as mesmas a serem entregues para todos os participantes do experimento. A tarefa 1 consiste em criar uma estrutura autossustentável com uma altura mínima de 19 cm. Na tarefa 2, o participante deve 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. Já na tarefa 3 deve criar uma estrutura autossustentável com uma altura mínima de 19 cm que seja capaz de suportar o parafuso no seu ponto mais alto e que ocupe no máximo um espaço de 3 cm<sup>2</sup> de na base.

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.

Este projeto experimental permite a investigação tanto dos efeitos individuais como combinados no que se refere às restrições externas. Cada designer realizará todas as três tarefas em apenas uma das quatro situações de restrição. Foi aplicado em quatro instituições da mesma região do Brasil. Os participantes de cada grupo foram escolhidos de forma aleatória, reduzindo assim o efeito da instituição nos resultados.

Para fins de análises contemplou-se, nesta metodologia, somente aqueles participantes que completaram as 3 tarefas. Para a comparação do fator tempo, utilizou-se o teste Kolmogorov-Smirnov, abrangendo as três tarefas. O teste é feito para verificar a suposição de distribuição Normal dos dados, que determina o uso de testes paramétricos ou não paramétricos para a comparação dos grupos. Vale salientar que houve um ajuste para analisar-se os dados. Utilizou-se o ajuste de Bonferroni, um ajuste utilizado nos testes de comparação múltipla.

#### 4. PRINCIPAIS RESULTADOS

A partir da aplicação do protocolo abarcado neste estudo foi possível observar alguns resultados pertinentes e que auxiliaram na resposta do problema de pesquisa proposto. Aqui discute-se os principais deles, atinentes às variáveis tempo e custo.

A fim de contextualizar tais resultados é necessário debruçar-se sobre os dados de perfil de amostra. Participaram desta pesquisa um total de 130 indivíduos, sendo 40% homens e 60% mulheres. A faixa etária dos elementos da amostra situa-se no intervalo entre 18 e 64 anos, sendo que 77% tem entre 18 e 25 anos.

O gráfico na figura 3 apresenta a distribuição de sujeitos que participaram do estudo, por instituição. Informa, ainda, o número de pessoas que não completaram pelo menos uma das três tarefas propostas, assim como aqueles que completaram as três tarefas. A análise dos dados permite afirmar que para esta variável não foram observadas diferenças de desempenho entre as instituições. Sendo assim, considera-se que o uso de amostragem não probabilística por conveniência se mostrou adequado ao estudo em questão.

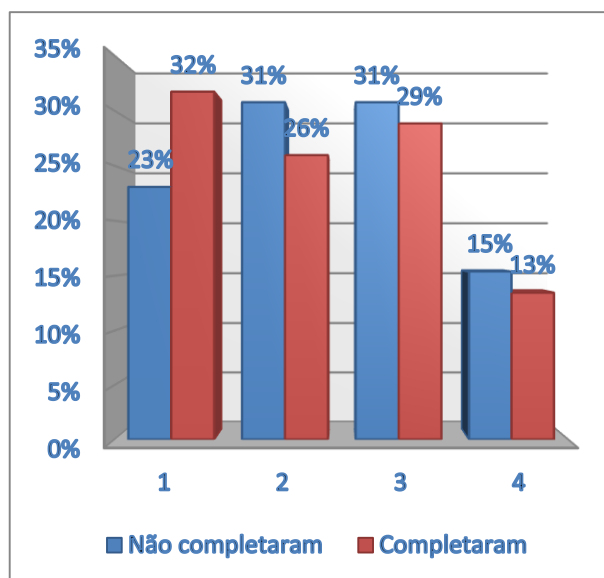


Figura 3: participantes que completaram ou não todas as tarefas em cada instituição

Convém mencionar ainda que, do total de 30 dos participantes que completaram todas as tarefas da Instituição 4, um foi excluído por apresentar um consumo de folhas extremamente superior na realização das tarefas 2 e 3, distorcendo a média de seu grupo.

No que tange as observações feitas no grupo que teve restrições de tempo, verificou-se que foi possível desenvolver uma solução com o tempo limitado (menor que com o tempo livre, tempo do grupo controle). Considera-se ainda que no caso de um projeto com poucos requisitos como o que foi suportado pelo protocolo aplicado, não foi observado

diferenças significativas no caso de restrições de tempo e custo. Os resultados encontrados no teste estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1: Teste Kruskal-Wallis do tempo médio de cada tarefa

Tempo médio para realizar cada tarefa (segundos)	Teste	p-valor
Tarefa 1	Kruskal-Wallis	$p = 0,021$
Tarefa 2	Kruskal-Wallis	$p < 0,001$
Tarefa 3	Kruskal-Wallis	$p < 0,001$

Na figura 4 é possível observar que, no que diz respeito aos grupos observados, quanto mais restrições (tempo e custo), maior a agilidade no processo, no que se relaciona a todas as atividades realizadas. Chama a atenção, principalmente, a grande diferença na segunda tarefa realizada com estas restrições. Verifica-se que, na condição 3 (restrição apenas de custo) houve um consumo de tempo superior aos demais. Isso pode ser explicado na medida em que os participantes do experimento buscavam um maior número de soluções que estivessem dentro do custo proposto.

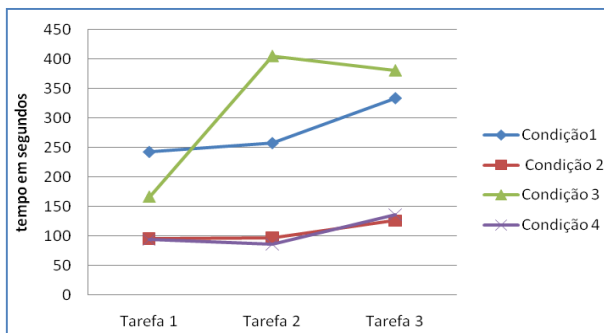


Figura 4: Tempo médio para realizar (segundos) em cada tarefa

Por sua vez, independentemente do tipo de restrição inserida no processo, verificou-se que o consumo de material foi próximo nas três tarefas. Isso sugere que restrições de tempo, custo ou de tempo e custo existentes ao longo do desenvolvimento do produto, não causam uma variação significativa no uso de materiais empregados (figura 5).

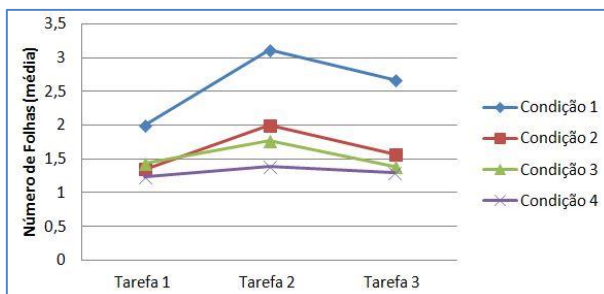


Figura 5: Comparação de custos e condições

Os resultados desse trabalho demonstraram alguns aspectos importantes a serem considerados. Foi possível observar que na situação onde não existe restrição de tempo, ressalta-se uma demora muito maior que nas outras situações, e o número de diferentes projetos foi muito similar ao que foi encontrado com tempo restrito.

Além disso, o estudo demonstrou que a restrição de custos resultou em projetos mais econômicos, o que era

esperado uma vez que os recursos foram reduzidos. Apesar disso o grupo conseguiu encontrar uma solução criativa ao problema proposto.

Outro achado do estudo é atinente à variedade de projetos, que diminui à medida em que se aumentam as restrições. Isto pode ser um fator limitador no que tange a criatividade diminuindo potencialmente o número de insights.

Na condição onde houve restrição de tempo e custo juntos, pode-se observar que com tais limitações o resultado foi de custos efetivamente reduzidos.

Pela pesquisa, pode-se observar que onde houve redução somente de tempo, o resultado encontrado foi de maiores gastos com materiais.

E finalmente pode-se constatar a partir dos resultados observados, que se o que se busca é criatividade e projetos inovadores, o estudo sugere que as limitações de custo e tempo sejam as mínimas possíveis.

## 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.* [19]. 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. Com uma melhor compreensão dos efeitos de restrições de tempo e custo no processo de resolução de problemas de designers pode-se obter reflexos em gestão de projeto e na metodologia projetual.

Os resultados encontrados mostram que 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. Já nas tarefas onde houve restrição de custos, resultou efetivamente em projetos mais econômicos.

Quando a restrição foi de tempo e custo simultaneamente, os resultados apresentaram uma redução de custos. Nas tarefas em que houve redução somente de tempo, observou-se um resultado com maiores gastos de materiais, ou seja, com custos maiores. Por fim, a variedade de tipos de solução (designs) diminuiu à medida que se aumentam as restrições.

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. Possivelmente, um tipo de incentivo na grade curricular 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 participante 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.

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, replicar o protocolo com a inclusão de ferramentas que permitam aprofundar a análise de seus resultados (como registrar verbalização, entrevista a posteriori).

Replicar o protocolo em outras instituições com curso superior em Design em outros Estados brasileiros também podem ser úteis para que haja uma verificação da existência de padrão. Essa replicação pode ser extrapolada para outras instituições com curso superior em Design em outros países a fim de realizar comparações de possíveis efeitos de diferenças culturais.

Outra sugestão é que se aplique o protocolo em estudantes de Engenharia e em estudantes de Design para poder comparar diretamente os desempenhos, possibilitando assim verificar se existem diferenças de estratégia. Ampliar a análise realizando medições através de julgamento das propriedades de produto envolvendo o uso de juizes para avaliar o grau de criatividade das estruturas resultantes desta pesquisa, conforme Amabile [3], também é uma sugestão a ser citada.

Desenvolver jogo(s) baseado(s) nesse protocolo, ou seja, ludificar o conteúdo deste protocolo para assim facilitar a adesão de participantes pode ser uma boa opção, pois, além de transformar a pesquisa em uma experiência mais prazerosa, pode ser uma forma de estímulo para ampliar o número de participantes. Para tanto também se sugere que em qualquer uma das formas de aplicação citadas (em forma de jogo individual, em grupo ou com o teste) seja feita uma atividade inicial (*ice break*) reduzindo assim o viés de aprendizagem.

Mais uma possibilidade é realizar comparações na sequência das 3 tarefas para verificar se houve evolução ou não na concepção do projeto simulado.

Por fim, ao se entender como diferentes participantes respondem a desafios, será possível rever práticas de ensino e práticas de gerenciamento. Deste modo, pode ser 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 as diferentes realidades.

## REFERÊNCIAS

- [1]. ANDERSON, J.R., 1990. *Cognitive psychology and its implications* (3rd ed.), New York, NY, US: W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- [2]. 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.
- [3]. AMABILE, T. M. *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag, 1983.
- [4]. BOYD, J. *The Essence of Winning and Losing*, 1996.
- [5]. CHRISTIAANS, H. H. C. M. *Creativity as a design criterion*. *Creativity Research Journal*, 2002.
- [6]. CROSS, N., CHRISTIAANS, H. & DORST, K. eds., 1997. *Analysing Design Activity* 1 edition., Chichester; New York: Wiley.
- [7]. DORST, K. E CROSS, N. *Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution*. *Design Studies*, 22(5), pp. 425-437 (2001).
- [8]. DORST, K. & DIJKHUIS, J., 1995. Comparing paradigms for describing design activity. *Design Studies*, 16(2), pp.261-274.
- [9]. 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 10.11.2014.
- [10]. ERICSSON, K. A., SIMON, H. A. *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data* MIT Press, Cambridge, MA 1993.
- [11]. GOLDSCHMIDT, G. *Design*, Encyclopedia of creativity, p. 525, Elsevier, 1999.
- [12]. 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.
- [13]. JONASSEN, D.H., 2000. Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), pp.63-85.
- [14]. Laboratório de Monitoramento Global - ESPM. Disponível em: <<http://www.espm.br/ConhecaAESPM/AESPM/SalaDelmprensa/Clipping/Pages/MARCASQueresistemaotem po.aspx>> acesso em 13 de março de 2015.
- [15]. NELSON, W.A., 2003. Problem Solving Through Design. *New Directions for Teaching and Learning*, 2003(95), pp.39-44.
- [16]. NEWELL, A. ; Simon, H. A.. *Human Problem Solving*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972.
- [17]. PAPANEK, V. *The Green Imperative - Ecology and Ethics in Design and Architecture*. Ed. Thames & Hudson, 1995.
- [18]. RUNESON, P. E HÖST, M. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering* 14:131-164, 2009.
- [19]. 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.
- [20]. SCHÖN, D. & BENNETT, J., 1996. Bringing Design to Software. In T. Winograd, ed. New York, NY, USA: ACM, pp. 171-189.
- [21]. SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. 1988.
- [22]. THOMKE, S. & FUJIMOTO, T., 2000. The Effect of "Front-Loading" Problem-Solving on Product Development Performance. *Journal of Product Innovation Management*, 17(2), pp.128-142.
- [23]. ULRICH, K., 2011. *Design: Creation of Artifacts in Society*, University of Pennsylvania.
- [24]. VON STAMM, B. *Managing Innovation*, Design and Creativity, 2º ed., Chichester, UK; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.