



Palestra apresentada no 11.º USIHC

Análise e avaliação da usabilidade de sistemas de navegação automotivos em dispositivos portáteis safety

› Manuela Quaresma

*Doutora em Design, Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro, LEUI – Laboratório de Ergonomia
e Usabilidade de Interfaces em Sistemas Humano-Tecnologia
info@manuelaquaresma.com*

Palavras-chave: sistemas de navegação automotivos, usabilidade, design de interface

Este paper apresenta o resumo de uma pesquisa realizada sobre a usabilidade de sistemas de navegação GPS automotivos. Foram explicitados os objetivos da pesquisa, assim como os métodos e técnicas aplicados. Ao final, foi feita uma síntese dos resultados e suas conclusões, terminando com algumas considerações finais sobre os métodos e técnicas aplicados.

Key-words: automotive navigation systems, usability, interface design

This paper presents a summary of a research conducted about the usability of automotive navigation systems. The research objectives, as well as the methods and techniques applied were described. In the end, a synthesis of the findings and their conclusions was made, ending with some final considerations about the methods and techniques applied.

> 1. INTRODUÇÃO

1. original equipment manufacturer

Apesar de já existirem há algumas décadas, os sistemas de navegação automotivos só tiveram uma ampla disseminação nos últimos cinco anos, principalmente no Brasil. Boa parte desta disseminação está relacionada à evolução de tecnologias digitais, como os *displays* de LCD coloridos, e ao barateamento de dispositivos portáteis. Hoje, os sistemas de navegação funcionam em quatro tipos de dispositivos: os GPSs portáteis (*hardwares* dedicados a navegação GPS acoplados em suportes que se prendem ao pára-brisas ou ao painel de instrumentos do automóvel), os originais de fábrica OEM¹ (que vêm embutidos no painel do automóvel), os pós-venda (que são instalados no painel no local dos sistemas áudio, posteriormente a compra do automóvel) e os *smartphones* (que possuem antena GPS e que também podem ser acoplados em suportes, como os GPS portáteis). Contudo, este último tipo de dispositivo vem possibilitando a popularização destes sistemas de forma muito mais abrangente e parece ser uma tendência para o uso sistemas de navegação GPS.

Embora o uso desses sistemas traga benefícios, suas interfaces devem ser cuidadosamente projetadas, para evitar distrações ao motorista na sua principal tarefa – dirigir o automóvel de maneira segura. Se o design das interfaces do sistema não considerarem os princípios e critérios de usabilidade, certamente eles terão um grande potencial para distrair o motorista durante a condução do automóvel (Nowakowski et al. 2003).

Por esse potencial em influenciar na tarefa de dirigir, a distração do motorista causada por sistemas de informação em veículos (os IVIS – *in-vehicle information systems*) vem sendo alvo de muitas pesquisas (Stevens, 2000; Ranney, 2000; Burns, 2000; Lee, 2004). Acredita-se que problemas de usabilidade na interação motorista-sistema podem levar a distrações. Portanto, é preciso identificar quais são os problemas de usabilidade existentes nas interfaces de sistemas de navegação, para se propor recomendações para o design das interfaces destes sistemas.

> 2. MÉTODOS E TÉCNICAS

Com o objetivo de investigar os problemas de usabilidade relacionados à entrada de dados (*inputs* do usuário no sistema) em sistemas de navegação automotivos e propor soluções de projeto para as interfaces, foram aplicados métodos e técnicas de análise e avaliação da usabilidade - um Teste de Usabilidade e um *card sorting* (Arranjo de Cartas); e modelos de Análise da Tarefa, como a prática recomendada J2365 (SAE, 2002) e modelo KLM-Estendido (Pettitt, 2008).

2.1 Teste de usabilidade

Como primeiro método aplicado, o intuito do Teste de Usabilidade foi o de levantar os principais problemas de usabilidade relacionados ao desempenho de tarefas típicas de entrada de dados em três sistemas de navegação automotivos, comercializados no Brasil. Os testes permitiram a coleta de dados tanto quantitativos quanto qualitativos, para a avaliação da eficácia e eficiência dos sistemas e satisfação dos usuários. A escolha deste método de avaliação se deu pelo fato de ser um método que fornece resultados bem ricos e reais sobre o desempenho de tarefas em interfaces, pois este trabalha com usuários finais na coleta de informações.

Os participantes envolvidos e os sistemas utilizados nos testes, assim como seus procedimentos e aparatos são descritos abaixo:

2.1.1 Participantes

Participaram dos testes 18 motoristas habilitados, sendo 9 experientes com sistemas de navegação automotivos e 9 não-experientes. 12 do sexo masculino (67%) e 6 do sexo feminino (33%). As idades dos participantes variaram da faixa etária de 21 a 30 anos a faixa etária de 51 a 60 anos. Mais da metade (61%) respondeu que dirigia em média mais de quatro horas por semana, enquanto que os outros estiveram equilibrados entre as conduções de até uma hora semanal a até 4 horas semanais.

2.1.2 Sistemas avaliados

Os três sistemas avaliados foram: sistema A – Nav N Go iGO 8.3; sistema B - Route 66 Navigate 7; e sistema C – TomTom Navigator 7. Todos são aplicativos de GPS portáteis, instalados em um mesmo *hardware* dedicado para navegação GPS.

Estes três sistemas foram escolhidos por três motivos: porque dois deles (A e C) eram os mais utilizados nos *hardwares* vendidos no Brasil na época da pesquisa (2008), porque eles tinham a possibilidade de serem instalados no mesmo aparelho e, principalmente, porque os três tinham métodos de entrada de dados de endereço bastante distintos.

2.1.3 Tarefas e procedimentos

Para avaliar os diferentes métodos de entrada de dados e a organização/navegação de comandos dos sistemas, solicitou-se que os participantes executassem as seguintes tarefas:

- 1. Definir um destino por endereço (especificado para os testes);
- 2. Selecionar como destino o posto de gasolina (POI - ponto de interesse) mais próximo do sinal GPS (mais próximo da posição atual);
- 3. Armazenar o endereço da nova “Residência/Casa” (favorito pré-determinado);
- 4. Trocar as cores do mapa (entre modo de cores diurnas para noturna)
- 5. Determinar a unidade de medida a ser utilizada no guia de rota.

Todos os participantes executaram as cinco tarefas nos três sistemas em ordem aleatória. As instruções das tarefas foram dadas através de cartões, com cenários distintos, como o exemplo a seguir para a primeira tarefa: *Você mandou imprimir uns convites numa gráfica em São Cristóvão e precisa buscá-los. Como você não sabe chegar lá, você vai utilizar o seu sistema GPS para guiá-lo. Para isso, você precisa colocar o endereço (abaixo discriminado) no sistema para que ele calcule a sua rota e o guia. Como você faria isso?*

Os testes foram realizados dentro de um automóvel (sempre o mesmo), estacionado, durante a manhã e a tarde, para que a incidência de luz pudesse ser semelhante. O equipamento GPS com os sistemas sempre esteve instalado no mesmo local – preso na parte mais baixa do pára-brisas próximo a parte central do painel de instrumentos. Este local é o recomendado para a realização de tarefas secundárias em veículos com *displays*, que precisam ser vistos e acionados sem a obstrução da visão com a via e sem interferir nos controles do veículo, conforme recomenda as diretrizes europeias (EC, 2008) e americanas (AAM, 2003). Todas as etapas do teste foram gravadas em vídeo digital através de uma câmera instalada em um tripé no banco de trás do veículo.

Os três sistemas foram avaliados por todos os participantes separadamente, porém a ordem de apresentação dos sistemas foi contrabalançada entre eles, para evitar que os resultados fossem tendenciosos para um ou outro sistema.

Antes de realizar a tarefa, o participante fazia um ensaio para conhecer o sistema que seria testado. Após o ensaio, o participante recebia um cartão com a tarefa e o endereço a ser inserido (no caso das tarefas 1 e 3) e, então, executava a tarefa. Após os testes de todos os sistemas, foram feitos de *briefings* (entrevistas de revisão) com os participantes, para esclarecer algumas questões que foram observadas e saber mais sobre sua opinião, sua satisfação e preferências.

Os resultados dos testes foram, então, tratados e analisados, verificando-se a eficácia, e eficiência dos sistemas e a satisfação dos participantes com eles.

Após a análise, estabeleceu-se uma lista de problemas de usabilidade, que foram utilizados para a recomendação de algumas soluções para o atendimento de critérios e princípios de usabilidade.

2.2 Prática Recomendada SAE J2365 e o modelo KLM-Estendido

Mesmo sendo possível medir, em testes de usabilidade, o tempo total de desempenho das tarefas como medida de eficiência, utilizou-se os modelos J2365 e KLM-Estendido para estimar o tempo total de execução das mesmas tarefas, já que a verbalização nos testes de usabilidades poderiam alterar os valores de tempo de execução das mesmas. Ambos os modelos são baseados no GOMS-KLM de Card *et al.* (1983), que é um modelo de avaliação analítica que estima o tempo de desempenho de uma tarefa realizada por um usuário experiente.

Com estes modelos é possível analisar a demanda visual necessária para a execução de tarefas em sistemas de informação com o veículo em movimento e, conseqüentemente, avaliar se as tarefas executadas em sistemas de navegação podem ser desempenhadas durante a condução de um veículo, através de seus critérios – tempo total de 15 segundos do modelo J2365, quando a tarefa é realizada de maneira contínua; e 20 segundos do modelo KLM-Estendido, quando a tarefa é realizada com interrupções da visão. A aplicação destes modelos é semelhante ao modelo GOMS-KLM, onde são feitas as decomposições das tarefas em operadores (ações físicas e mentais), considerando os objetivos das tarefas, seus métodos de execução e as regras de seleção dos usuários. O que difere nestes novos modelos são os operadores utilizados e o modo como é feita a decomposição da tarefa no modelo KLM-Estendido. Este último decompõe a tarefa ao longo de intervalos de visão e oclusão, baseado na técnica de oclusão (ISO, 2007), que considera a suposição de que tarefas desempenhadas durante a condução de um veículo são “particionadas” para que o motorista possa revezar sua visão entre olhar para a via e olhar para o tela do dispositivo onde está desempenhando a tarefa.

Os resultados dos modelos são valores objetivos, em segundos, que possibilitam comparar desempenhos de uma mesma tarefa em sistemas diferentes, concluindo qual sistema apresenta a melhor ou pior solução de design. Nesta pesquisa com sistemas de navegação pôde-se comparar detalhes de apresentação das informações nas interfaces do sistemas e como elas interferem no desempenho das tarefas, assim como a demanda visual necessária para executá-las.

2.3 Card sorting

Como foram detectados muitos problemas relacionados aos sistemas de organização e rotulação dos navegadores testados, decidiu-se por aplicar, como terceira técnica, um *card sorting*, para investigar e analisar o modelo mental que os usuários têm para o uso de sistemas de navegação automotivos. Esta técnica é uma das mais adequadas para a verificação deste modelo e através de seus resultados pôde-se comparar os padrões mais frequentes de organização e rotulação com o projeto dos sistemas avaliados. Apesar de ser uma técnica de projeção de interfaces, para a determinação da arquitetura de informação de um sistema, nesta pesquisa ela foi utilizada como uma técnica de análise para a comparação do modelo mental do usuário com sistemas já existentes.

Para o planejamento da técnica, utilizou-se como base os procedimentos estabelecidos por Donna Spencer (2009), em seu livro *Card Sorting – designing usable categories*. Sendo assim, optou-se por utilizar o método de *card sorting* aberto, com aplicação remota através da internet, utilizando-se a ferramenta

2. <http://websort.net> WebSort.²

Para a seleção dos itens que deveriam ser classificados foram aplicados questionários em diversas listas de discussão, comunidades do Orkut e Twitter (sites de relacionamento) sobre sistemas de navegação GPS, assim como a verificação dos rótulos em vários manuais de instrução de navegadores brasileiros. Como resultado, foram selecionados 47 itens (comandos) que deveriam ser classificados e agrupados, conforme o modelo mental de cada participantes.

Trinta usuários experientes, proprietários de sistemas de navegação automotivos, de diversas regiões do Brasil, participaram na aplicação do *card sorting*. A partir das respostas (classificações) dos participantes, optou-se por utilizar a planilha de cálculo de Spencer (2009) para a análise exploratória dos dados, onde foram inseridas as ordens de classificação e foi organizada a padronização das categorias estabelecidas. Além desta análise, como foi gerado um dendrograma pelo WebSort, realizou-se também a análise dos padrões mais consistentes de agrupamento - análise quantitativa, que utiliza o algoritmo “Average Linkage” para a análise dos agrupamentos, considerado o mais adequado para a análise de *card sortings* (Spencer, 2009; Tullis e Albert, 2008).

A partir dos resultados das análises pôde-se enumerar os agrupamentos mais recorrentes e estabelecer um esquema de organização e rotulação dos itens representativo do modelo mental da maioria dos usuários.

> 3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Com o que foi observado e analisado na aplicação dos três métodos e técnicas, pôde-se constatar que muitos dos critérios e princípios de usabilidade (Bastien & Scapin, 1993; Nielsen, 1994; Shneiderman, 1998; Jordan, 1998; Norman, 2002) e alguns princípios de segurança e eficiência (EC, 2008; AAM, 2003) não foram atendidos nos projetos das interfaces dos três sistemas de navegação avaliados. Observou-se que a maioria dos problemas encontrados esteve relacionada à apresentação das informações do sistema e à interação do usuário nas várias etapas para a execução de tarefas típicas de entrada de dados.

Em uma visão geral, com as tarefas que foram analisadas, pode-se dizer que os problemas de projeto encontrados ora estão associados à entrada de dados de endereço, no caso das tarefa 1 e 3, ora estão associados à navegabilidade dos sistemas, como é o caso dos problemas encontrados nas tarefas 2, 3, 4 e 5. Com o que foi levantado, a tarefa 3 (armazenar o endereço da nova casa/residência) foi a que apresentou mais problemas, porque ela apresentou dificuldades tanto na entrada de dados do endereço quanto na navegabilidade – não foi fácil para os participantes do teste de usabilidade encontrar os comandos certos.

Quanto a entrada de dados do endereço, foi verificado que esta atividade deve ser feita em etapas e com filtros dos nomes das vias. Ao comparar os resultados do teste de usabilidade com os resultados da prática J2365 e o KLM-Estendido pôde-se concluir que inserir um endereço é mais eficaz, eficiente e rápido quando a tarefa é executada em etapas curtas e seqüenciais, com o auxílio do navegador (os filtros de banco de dados) e com informações constantes, como determinar a cidade do endereço, que possam ser determinadas de antemão. Desta forma, a tarefa se torna segura de ser realizada com o automóvel em movimento.

Na medição do tempo estimado para as tarefas que envolvem entrada de dados do endereço, verificou-se que pequenos detalhes nas etapas de inserção mudam o tempo de execução consideravelmente, em se tratando de tempo gasto durante a condução de um automóvel. Quanto menor o tempo de execução da tarefa, mais segura e mais eficiente ela é para o uso em uma condição que não pode haver erros.

Quanto a navegabilidade dos sistemas, comparando os resultados do teste de usabilidade com os resultados do *card sorting*, foi possível confirmar muitos dos problemas encontrados no teste, relacionados a organização dos

menus e seus comandos. Nenhum dos três sistemas avaliados apresenta um esquema organizacional semelhante ao modelo mental dos usuários para o arranjo dos comandos em menus. O sistema que chegou mais perto da estrutura padrão levantada no *card sorting* foi o sistema A, o qual foi visto pelos participantes do teste como o melhor.

Apesar de terem sido testadas apenas cinco diferentes tarefas de entrada de dados, nas duas primeiras técnicas, os resultados analisados e suas conclusões aplicam-se a outras tarefas que são possíveis de serem realizadas em sistemas de navegação automotivos. Os processos de entrada de dados e a navegação das tarefas são semelhantes a vários outros para o uso das funcionalidades existentes nestes navegadores. Por exemplo, para o armazenamento de um favorito diferente do da casa, o processo de entrada de dados do endereço pode ser o mesmo sugerido anteriormente. Isso facilita o aprendizado do sistema e possibilita uma consistência melhor na interação com o sistema. O mesmo aplica-se para definição de um novo ponto de interesse e para qualquer outra tarefa que é necessário entrar com dados de endereço.

Além disso, os resultados da última técnica aplicada – o *card sorting*, possibilitaram a definição de uma estrutura organizacional para todas as funcionalidades mais comuns em navegadores. Não só serviram para as comparações com os sistemas avaliados, como também, para uma definição de um arranjo inicial de menus e comandos para qualquer navegador, para que ele seja fácil de ser compreendido e usado.

> 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, pôde-se constatar que as técnicas aplicadas foram bastante úteis, práticas e rápidas, no caso da prática recomendada SAE J2365, do modelo KLM-Estendido e do *card sorting*, para o desenvolvimento da pesquisa. Todas elas forneceram ótimos resultados para os objetivos pretendidos.

O teste de usabilidade mostrou-se o mais rico em termos de quantidade de resultados e aprofundamento nas questões da pesquisa, apesar ter sido a técnica mais demorada e trabalhosa. Para a aplicação do teste, muitos detalhes tiveram que ser planejados com cuidado para se obter resultados bons e específicos. A análise envolveu exaustivas verificações em horas de vídeo e áudio gravados. Porém, com a ajuda dos métodos de coleta de dados de Tulis e Albert (2008) e de organização e interpretação dos resultados de Barnum (2002), conseguiu-se tabular os resultados de forma eficiente.

A prática recomendada SAE J2365 e o modelo KLM-Estendido apresentam-se como técnicas bem práticas e rápidas para serem aplicadas, assim como seus resultados objetivos. Apesar de ambos os modelos requererem muita atenção do pesquisador na definição dos operadores, uma vez aprendida a forma de defini-los, eles podem ser rapidamente aplicáveis na verificação de tempos estimados de execução de várias tarefas em sistemas computacionais. O importante destas técnicas é que elas podem ser usadas logo no início do desenvolvimento de um sistema computacional, onde se pode comparar determinadas interações para a seleção das melhores, mais eficientes e mais rápidas. Além disso, estas técnicas são muito eficientes e baratas para uma avaliação inicial da demanda visual de sistemas veiculares, ainda mais comparando-as com as outras técnicas disponíveis para a avaliação da distração visual, que necessitam instrumentos caros e muito tempo de análise.

Por último, o *card sorting*, aplicado remotamente se mostrou, também, muito rápido de ser aplicado. Uma vez planejado e montado no aplicativo, foram necessárias apenas duas semanas para que uma boa quantidade de participantes fizesse as classificações (agrupamentos e definição das categorias). A análise dos resultados não foi, também, tão demorada, graças à planilha desenvolvida por Spencer (2009) para a análise exploratória e a análise estatística gerada pelo aplicativo WebSort. Entretanto, cabe ressaltar que o *card sorting* remoto é muito bom somente para observar idéias gerais, mas para a verificação de pontos específicos, como a priorização de comandos em um determinado grupo, o *card sorting* presencial é mais adequado. Neste, pode-se discutir com o participante quais foram as razões que o levaram a definir determinados agrupamentos e o porquê daquele esquema organizacional, o que não é possível de ser verificado na aplicação remota.

Os resultados e as conclusões da pesquisa possibilitaram a enumeração de uma série de diretrizes, que poderão ser utilizadas para o design de interfaces de sistemas de navegação GPS automotivos. Estas diretrizes estão disponíveis em Quaresma (2010) na Biblioteca Central da PUC-Rio.³

3. <http://www.dbd.puc-rio.br/>

> 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLIANCE OF AUTOMOBILE MANUFACTURERS. *Statement of principles, criteria and verification procedures on driver interactions with advanced in-vehicle information and communication systems*. Washington, D.C.: Alliance of Automobile Manufacturers, 2003.

BARNUM, Carol M. *Usability testing and research*. New York: Pearson Education, 2002. 428p.

- BASTIEN, J.M.C. & SCAPIN, D. *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human Computer Interfaces*. Le Chesnay: INRIA, 1993.
- BURNS, P.; LANSDOWN, T. E-distraction: the challenges for safe and usable internet services in vehicle. In: *Proceedings of NHTSA Driver Distraction Internet Forum*. Rockville: Westat, 2000.
- CARD, S. K.; MORAN, T. P. & NEWELL, A. *The Keystroke-Level Model for User Performance Time with Interactive Systems*. Communications of the ACM, 1980.
- EUROPEAN COMMUNITIES. *Recommendations on safe and efficient in-vehicle information and communication systems: update of european statement of principles on human machine interface*. Brussels: European Union (Official Journal 2008/653/EC), 2008.
- ISO. *Road vehicles – Ergonomic aspects of transport information and control systems – Occlusion method to assess visual demand due to the use of in-vehicle systems*. Génève: ISO, 2007.
- JORDAN, Patrick W.. *An introduction to usability*. London: Taylor & Francis, 1998.
- LEE, J. D.; STRAYER, D. L.. Preface to special section on driver distraction. *Human Factors*, Santa Monica, v. 46, n. 4, p. 583-586, 2004.
- NIELSEN, Jakob; MACK, R. L. *Usability inspection methods*. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- NORMAN, Donald. *The design of everyday things*. New York: Basic Books, 2002.
- NOWAKOWSKI, Christopher; GREEN, Paul; TSIMHONI, Omer. Common Automotive Navigation System Usability Problems and a Standard Test Protocol to Identify Them. In: *Proceedings of ITS-America 2003 Annual Meeting*. Washington DC: Intelligent Transportation Society of America, 2003.
- PETTITT, M. *Visual demand evaluation methods for in-vehicle interfaces*. Nottingham: University of Nottingham, 2008. 245 p. Thesis – Human-Computer Interaction.
- QUARESMA, M. M. R. *Avaliação da usabilidade de sistemas de informação disponíveis em automóveis: um estudo ergonômico de sistemas de navegação GPS*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2010. 340p. Tese de Doutorado, Departamento de Artes e Design.
- RANNEY, T. *et al* (2000). NHTSA Driver Distraction Research: Past, Present, and Future. In: *Proceedings of NHTSA Driver Distraction Internet Forum*. Rockville: Westat, 2000.
- SHNEIDERMAN, Ben. *Designing the User Interface*. Massachusetts: Addison-Wesley, 1998. 3rd Ed. 639 p.
- SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Calculation of the time to complete in-vehicle navigation and route guidance tasks*. (SAE Recommended Practice J2365). Warrendale: SAE International, 2002.

- SPENCER, Donna. *Card Sorting: designing usable categories*. New York: Rosenfeld Media, 2009. 162p.
- STEVENS, Alan; RAI, Gulam. Development of safety principles for in-vehicle information and communication systems. In: *Proceedings of NHTSA Driver Distraction Internet Forum*. Rockville: Westat, 2000.
- TULLIS, Tom; ALBERT, Bill. *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008. 317p.