

U. PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

NAVMETRO®
AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE SISTEMAS
DE INTERAÇÃO POR VOZ

Eveline Januário Ferreira

Mestrado em Design Industrial
Agosto, 2012

Eveline Januário Ferreira

NAVMETRO®

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE SISTEMAS DE INTERAÇÃO POR VOZ

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Design Industrial e aprovada em sua forma final pelo curso de Mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Prof. Diamantino Freitas, Dr.

Professor Associado

Departamento de Eletrotécnica e de Computadores

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Agosto, 2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Agradeço especialmente à minha mãe Sonia Regina Januário e a meu pai Valter Osvaldo Ferreira por absolutamente tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

Agradeço ao meu supervisor Diamantino Freitas, pelo tempo e paciência a mim dedicados durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço às instituições/empresas que colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho: à FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, à Metro do Porto, ao CRA - Centro de Reabilitação da Areosa; e à ACAPO - Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal;

Agradeço à amiga Fernanda Roussenq Bichels que me ajudou imensamente na execução da avaliação de usabilidade do NAVMETRO® e me proporcionou riquíssimas trocas de conhecimentos durante o período em que aqui estive. Agradeço também às companheiras de moradia Viviane Machado, Mariane Paim do Nascimento e Silva, e Ester Megumi Toriy, pelos bons momentos compartilhados nas minhas poucas e bem aproveitadas horas de descanso.

À Maria Teresa Alaniz Navarro e Cecília Maria Peixoto de Carvalho pelo incentivo e pelas boas conversas que muito acrescentaram a este trabalho.

RESUMO

Os produtos/serviços que interagem diretamente com as pessoas devem obrigatoriamente ser avaliados quanto à usabilidade. De fato os constrangimentos que podem surgir do uso de um produto/serviço com problemas de usabilidade vão muito além da simples desistência de utilização. Problemas de usabilidade podem causar danos à saúde das pessoas, se não forem tomadas as medidas corretas para solucioná-los. Este trabalho tem como objetivo definir e aplicar uma metodologia para avaliação de sistemas de diálogo falado complexos. O sistema NAVMETRO®, sistema que proporciona informação e orientação às pessoas com deficiência ao nível da visão na estação de Metro da Trindade na cidade do Porto – Portugal, foi o sistema escolhido para o desenvolvimento deste estudo. A usabilidade deste sistema deve assegurar a todos os clientes inscritos no mesmo a qualidade do diálogo na utilização da interface de voz, e consequentemente a qualidade da informação da orientação fornecidas pelo sistema.

Os métodos de avaliação de usabilidade utilizados neste trabalho baseiam-se na observação da performance do utilizador na interação com o sistema em ambiente real de utilização. Para a avaliação, selecionou-se dez participantes cegos, sete homens e três mulheres com idades entre 33 e 48 anos de idade. Utilizou-se como critério de seleção o grau da deficiência visual; a ausência de deficiência auditiva; a perfeita compreensão da língua portuguesa, bem como o nível de experiência com o sistema. A avaliação objetivou a coleta, análise e interpretação de dois tipos de dados: os parâmetros objetivos da performance (a partir de áudio e vídeo) e os parâmetros subjetivos, com base nas recomendações ITU-T P. 851 (2003) e ITU-T Rec. Series P. Supplement 24 (2005), desenvolvidas pela ITU-T - International Telecommunication Union, para avaliar serviços baseados em telefonia com tecnologia de voz.

O resultado principal deste trabalho é o exercício demonstrativo da avaliação combinada subjetiva-objetiva e das suas interessantes potencialidades como método e ferramenta de avaliação de usabilidade. A partir da combinação matemática dos resultados estatísticos de ambos os tipos de parâmetros foi possível descodificar a opinião dos utilizadores em aspetos fáceis de interpretar e de modificar, hierarquizando os elementos mais importantes a se manipular visando a melhoria contínua do sistema. Com este trabalho, fornece-se aos desenvolvedores do sistema um método fácil de manipular, barato de implementar, e sustentável, além de contribuir para o aprimoramento das pesquisas que discutem os métodos de avaliação de usabilidade nos SDF.

Palavra-chave: *avaliação de usabilidade, sistemas de diálogo falado, interface de voz, parâmetros objetivos, parâmetros subjetivos, NAVMETRO®*

ABSTRACT

Usability problems can cause damage to human healthy, if not taken the right steps to solve them. This works aims to define and implement a methodology for evaluation of complex spoken dialogue systems. The system NAVMETRO[®], a system that provides information and a guidance function to the people with visual disabilities in Trindade's metro station, in Porto city – Portugal, it was chosen for the development of this study. The system's usability, besides assuring all users quality in the dialogue, should also ensure that users successfully reach the desired destination in the metro station. This article presents the results of the preliminary assessment developed on NAVMETRO[®], presenting an important stage about the usability evaluation of this system.

The usability methods used in this study are based on user performance observation interacting with the system in real environment of use. For evaluation ten participants was selected, composed of seven men and three women aged between 33 and 48 years age. As a selection criteria the degree of visual impairment, the absence of hearing loss, a thorough understanding of the Portuguese language as well as the level of experience with the system were used. The evaluation aimed to capture (from audio and video), analyze, interpretation of two types of data: objective parameters of user performance and subjective parameters, based on ITU-T P. 851 (2003) and ITU-T Rec. Series P. Supplement 24 (2005) development by the ITU-T - International Telecommunication Union for assessing telephony-based services with voice technology.

The main result of this work is the exercise statement from the combined subjective-objective evaluation and its great potential as a usability evaluation method and tool. From the mathematical combination of the statistical results of both types of parameters it was possible to decode the user opinions in aspects that are easy to modify, ranking the most important elements to manipulate. Through this work the system developers are given an easy to use, sustainable and inexpensive methodology, besides the contribution for the research on usability methodologies speech dialogue systems.

Key-words: *usability evaluation, spoken dialogue system, speech interfaces, objective parameters, subjective parameters, NAVMETRO[®].*

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS.....	x
LISTA DE SÍMBOLOS	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. O Sistema NAVMETRO®	4
1.1.1. Funcionamento do sistema	6
1.1.2. Descrição do sistema de interface de fala	7
1.2. Motivação	9
1.3. Abordagem do trabalho.....	9
1.4. Limitações do trabalho	9
1.5. Objetivos.....	10
1.5.1. Objetivo geral	10
1.5.2. Objetivos específicos	10
1.5.3. Estrutura do trabalho	10
2. ASPETOS TEÓRICOS DA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	11
2.1. Caracterização das pessoas com deficiência visual em Portugal	11
2.2. Acessibilidade	16
2.3. Orientação e mobilidade	19
2.4. Design de interação	26
2.5. Os sistemas de diálogo falado	29
2.6. Teoria da usabilidade.....	34
2.6.1 Componentes da usabilidade	35
2.6.2 Aspectos cognitivos relevantes	38
2.6.3. Usabilidade e os sistemas de diálogo falado	40
2.6.3.1. Princípios de usabilidade e os SDF.....	45
2.6.3.2. Métodos de avaliação de usabilidade para SDF.....	51
3. AVALIAÇÃO DO NAVMETRO®	61
3.1. Procedimentos.....	61
3.1.1. Seleção da amostra.....	61
3.1.2. Teste piloto	63
3.1.3. Avaliação final do NAVMETRO®.....	64
3.2. Parâmetros de usabilidade	68
3.2.1. Parâmetros objetivos de interação e sua obtenção	69
3.2.2. Parâmetros subjetivos (julgamentos do utilizador).....	74
3.3. Análise das componentes principais	75
3.4. Correlação entre os parâmetros objetivos e subjetivos.....	77
3.4.1. Regressão linear múltipla	78
3.5. Interpretação dos resultados.....	82
3.6. Conclusão da avaliação subjetiva	98
4. O RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE.....	107
ÍNDICE	109
4.1. Sumário executivo	110

4.2. Metodologia	111
4.3. Recomendações	115
4.4. Observações finais.....	122
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	123
BIBLIOGRAFIA.....	125
ANEXOS	129
Anexo 1.....	130
Anexo 2.....	131
Anexo 3.....	132
Anexo 4.....	133
Anexo 5.....	134
Anexo 6.....	143
Anexo 7.....	144

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: acidente com o autocarro da equipe de <i>baseball</i> da Universidade de Bluffton em Atlanta	1
Figura 2: Jerome Niemeyer, pegou a saída errada e acabou saindo da via desejada ocasionando o acidente em Atlanta	1
Figura 3: utilizador inserindo moedas através das ranhuras no painel.....	2
Figura 4: utilizador validando o título de transporte	2
Figura 5: USS Vincennes	3
Figura 6: míssil lançado do <i>Vincennes</i>	3
Figura 7: representação da arquitetura do sistema NAVMETRO® e uma situação de utilização em que um cliente procura alcançar um local de interesse, dirigindo-se para uma bóia sonora que se encontra no percurso a reproduzir um som que lhe fornece a devida orientação.	5
Figura 8: PCDV utilizando bengala.....	20
Figura 9: bengala eletrônica	21
Figura 10: simulação de funcionamento	21
Figura 11: PCDV com cão-guia.....	21
Figura 12: veículo coletivo adaptado ao sistema do projeto DPS2000.....	24
Figura 13: mecanismo de sinalização eletrônica para deficientes instalados em auto-carro.	24
Figura 14: placa em braile também foi instalada no centro de São Carlos.....	25
Figura 15: esquema de funcionamento do sistema	24
Figura 16: unidade móvel do sistema Guio Solid Step	26
Figura 17: mapa tátil instalado no Norte Shopping	26
Figura 18: representação das unidades fixas e móveis do sistema Guio Solid Step	26
Figura 19: Design de interação e a sua multidisciplinaridade	27
Figura 20: “gulf of execution and evaluation”	28
Figura 21: “seven stages of action”	28
Figura 22: principais componentes do fluxo de diálogo.....	31

Figura 23: interface típica ciclo de vida e usabilidade	33
Figura 24: metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência.....	36
Figura 25: ISSO/IEC 9126-1 Qualidade de <i>software</i>	41
Figura 26: aspetos da qualidade e fatores de influência	43
Figura 27: abordagem da Análise de reclamações (<i>Claim analysis</i>)	59
Figura 28: imagem do teste piloto realizado no dia 03 de maio de 2012 na estação de metro da Trindade	63
Figura 29: imagem do teste piloto realizado no dia 03 de maio de 2012 na estação de metro da Trindade	63
Figura 30: planta do 1º piso da estação de metro da Trindade.....	66
Figura 31: teste realizado no dia 26 de maio mostra um guarda-corpos pontiagudo no bordo do cais que atrapalhou muito todos os utilizadores na execução de dois dos percursos	67
Figura 32: teste realizado no dia 29 de maio na estação de metro da Trindade mostra um guarda-corpos pontiagudo no bordo do cais que atrapalhou muito todos os utilizadores na execução de dois dos percursos	67
Figura 33: teste realizado no dia 02 de abril mostra utilizador colidindo com guarda-corpos	67
Figura 34: teste realizado no dia 03 de abril mostra utilizadora colidindo com guarda-corpos	67
Figura 35: teste realizado no dia 02 de abril mostra utilizador deambulando junto às escadas.....	68
Figura 36: Imagem de utilização do aplicativo de análise de vídeo <i>Windows Live Movie Maker</i>	70
Figura 37: imagem de utilização do aplicativo de análise de vídeo <i>Windows Live Movie Maker</i>	70
Figura 38: imagem da utilização do aplicativo de áudio <i>Praat</i>	71
Figura 39: imagem de utilização do aplicativo de áudio <i>Praat</i>	71
Figura 40: escala <i>Likert</i> de 5 pontos utilizada no modelo ITU-T Rec. P 851 (2003)	74
Figura 41: utilizadora localiza a boia e é encaminhada para as escadas	83
Figura 42: utilizadora percebe o erro e tenta retornar ao menu principal, sem sucesso	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: tipos de limitações da atividade e atividade económica (18-64 anos)...	13
Tabela 2: tipos de limitações da atividade e níveis de ensino ensinam atingidos .	14
Tabela 3: impacto da usabilidade no ciclo de vida dos SDF	32
Tabela 4: os princípios genéricos e específicos de cooperatividade do diálogo	44
Tabela 5: parâmetros mais apropriados para cada cenário	53
Tabela 6: exemplo de questões dos questionários 2 e 3 e o parâmetro de usabilidade associado	75
Tabela 7: análise da componente principal (<i>rotation Varimax</i>).....	76
Tabela 8: valor Cronbach para cada componente	77
Tabela 9: modelo de regressão múltipla linear	80
Tabela 10: Cronbach's alpha	105
Tabela 11: percurso realizado	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: recenseamento da população.....	12
Gráfico 2: tipos de limitações da atividade e sexo (%)	13
Gráfico 3: tipos de limitações da atividade (%).....	14
Gráfico 4: limitações da atividade relativas à visão e outras limitações (%)	15
Gráfico 5: satisfação/SDF	99
Gráfico 6: satisfação/orientação.....	100
Gráfico 7: satisfação geral.....	101
Gráfico 8: facilidade de utilização	101
Gráfico 9: demanda cognitiva	102
Gráfico 10: eficiência da tarefa	103
Gráfico 11: erros do sistema	103
Gráfico 12: controle da interação	104
Gráfico 13: panorama geral da análise	105

LISTA DE SÍMBOLOS

ACAPO: Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal;

ARS: *automatic speech recognition*, traduzido para o português como reconhecimento automática da voz;

CA:AP: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *appropriate, not violating Grice's maxims, not unexpectedly conspicuous or marked in some way*; traduzido e adaptado para o português como: respostas do sistema que são apropriadas de acordo com os princípios de cooperatividade (Dybkjaer, Bernsen, & Dybkjaer, 2004);

CA:IA: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *Inappropriate, violating one or more of Grices's maxims*; traduzido para o português como: respostas do sistema que são inapropriadas de acordo com os princípios de cooperatividade (Dybkjaer, Bernsen, & Dybkjaer, 2004);

CE: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *concept efficiency*; traduzido para o português como: eficiência conceitual;

CIF: Classificação Internacional de Funcionalidades;

CRA: Centro de Reabilitação da Areosa;

DD: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *dialogue duration*; traduzido para o português como: duração total do diálogo;

ECA: *European Concept for Accessibility*;

FEUP: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

IVR: *interactive voice responder*, traduzido para o português com resposta de voz iterativa;

OMS: Organização Mundial da Saúde;

PA:CO: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *number of concepts of a user utterance have been correctly understood by the system*; traduzido para o português como: número de respostas do utilizador corretamente entendidas pelo sistema;

PA:IC: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *number of concepts of a user utterance has been correctly understood by the system*; traduzido para o português como: número de respostas do utilizador incorretamente entendidas pelo sistema;

PNPA: Plano nacional de promoção da acessibilidade;

PCDI: Pessoas com deficiência e incapacidades;

PCDV: pessoas com deficiência visual;

RAF: reconhecedor automático de fala;

RECPDIP: relatório dos elementos de caracterização da população com deficiência e incapacidades;

STD: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *system turn duration*, traduzido para o português como: duração da fala do sistema;

SRD: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *system response delay*, traduzido para o português como: duração da resposta do sistema;

STC: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *system correction turns*, traduzido para o português como: número de retornos de correção do sistema;

SNRIPD: Secretariado Nacional para Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência;

TS:S: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *succeeded*, traduzido para o português como: número de tarefas realizadas;

TS:SCs: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *succeeded with constraint relaxation by the system*; traduzido para o português como: medida que uma tarefa é realizada de forma pouco satisfatória pelo sistema;

TS:SCu: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *succeeded with constraint relaxation by the user*; traduzido medida que uma tarefa é realizada de forma pouco satisfatória pelo utilizador;

TS:SCsCu: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *Succeeded with constraint relaxation both from the system and from the user*; traduzido para o português como: medida que uma tarefa é realizada de forma pouco satisfatória tanto pelo utilizador como pelo sistema;

TS:F_s: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *failed because of the system's behavior, due to system in adequacies*; traduzido para medida que uma tarefa não é realizada devido ao comportamento do sistema;

TS:F_u: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *failed because of the user's behavior, due to non-cooperative user behavior*; traduzido para o português como: medida que uma tarefa não é realizada devido ao comportamento do utilizador;

TIP: Transportes Intermodais do Porto – Portugal;

URD: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *user response delay*, traduzido para o português como: tempo de resposta do utilizador;

UTD: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *user turn duration*, traduzido para o português como: duração da fala do utilizador;

UTAD: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro;

UCT: de acordo com a ITU-T Rec. Series P Supplement 24 , (2005): *user correction turns*, traduzido para o português como: número de retornos de correção do utilizador

1. INTRODUÇÃO GERAL

A usabilidade, linha de pesquisa central deste trabalho, assume fundamental importância no projeto de produtos e serviços centrados no utilizador. Centrar o projeto no utilizador, significa considerá-lo em todas as etapas do ciclo de vida do produto/serviço: do projeto à substituição, assegurando que suas necessidades, anseios e limitações sejam respeitadas durante este processo. Aplicar os conhecimentos da usabilidade pode garantir que um projeto proporcione ao utilizador uma experiência tranquila, segura, e amigável.

Os constrangimentos físicos e cognitivos evidenciados nos produtos e serviços tem sido constantemente discutidos na literatura ao longo dos últimos anos (Neuman 1994; Nielsen 1994; Preece 2005; Tullis, 2008). Os autores abordam muitos casos de acidentes provocados por produtos/serviços pouco intuitivos e inconsistentes, e que facilmente colocam o utilizador no centro da causa de uma falha que muito provavelmente tem raízes no projeto do sistema.

Tullis (2008) relata um grave acidente de trânsito envolvendo o ônibus que transportava o time de *baseball* da Universidade de Bluffton (Figura 1; Figura 2), ocorrido devido a má sinalização na via pública. De acordo com informações periciais, ambas as pistas as quais o motorista do ônibus se aproximava possuíam o desenho do diamante no pavimento (desenho padrão nos Estados Unidos), e ao olhar os desenhos no chão, o motorista que não estava familiarizado com a estrada, se confundiu e pegou a ramificação errada, ocasionando a colisão do veículo. Este é um caso evidente de que a sinalização na verdade deveria ter indicado uma interrupção clara de mudança de direção.



Figura 1: acidente com o autocarro da equipe de *baseball* da Universidade de Bluffton em Atlanta
Fonte: Wikipedia.org, 2011



Figura 2: Jerome Niemeyer pegou a saída errada e acabou saindo da via desejada ocasionando o acidente em Atlanta
Fonte: Wikipedia.org, 2011

Em um estudo elaborado pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) para os Transportes Intermodais do Porto (TIP) realizado em 2004, observa-se problemas nítidos de usabilidade nas máquinas de venda e validadores de títulos de transporte existentes nas estações de metro do Porto. O estudo demonstrou que pessoas inexperientes, idosas e com limitações visuais se

mostraram reticentes ao utilizar o serviço devido à dificuldade em aprender a utilizar tanto as máquinas como os validadores de títulos de transporte. Os problemas associados a compatibilidade e consistência deste tipo de produto vão desde a dificuldade em localizar o alvo onde deve se validado o cartão (Figura 4), falta de contraste do painel, até a pouca evidência das ranhuras para inserção de moedas no painel (Figura 3).



Figura 3: utilizador inserindo moedas através das ranhuras no painel

Fonte: estudo elaborado pela para os TIP, 2004



Figura 4: utilizador validando o título de transporte

Fonte: estudo elaborado pela para os TIP, 2004

Neuman (1994) aborda que um dos grandes desafios no projeto de interfaces humano-computador é fornecer garantias de que o sistema se comportará de forma confiável, independentemente de problemas ocasionados por erro humano acidental e/ou intencional. O autor cita o caso de um erro de natureza intencional que aconteceu em St. Petersburg, no estado da Flórida - EUA, em 1993. Nesse caso, uma contagem arbitrária do sistema mostrou que 1.429 votos haviam sido lançados de um local que não havia eleitores, levantando a possibilidade de ter havido algum tipo de adulteração no sistema. O problema foi explicado como sendo uma compilação do resumo de votos que eram legítimos mas que tinham sido erroneamente alocados quando copiados de um sistema para outro. Coincidentemente, a margem de vitória foi de 1.425 votos. Nesta situação é evidente que o sistema possuía pouco ou nenhum tipo de dispositivo de segurança capaz de proteger a integridade do equipamento. O autor defende que a usabilidade deste tipo de sistema deve ser clara para os eleitores e operadores, e principalmente deve ser à prova de falhas de modo a prevenir o mau uso intencional.

Em julho de 1988, o Airbus do voo 655 da companhia iraniana *Iran Air* foi abatido por um navio de guerra da marinha americana (USS Vincennes – CG-49) (Figura 5; Figura 6) ocasionando 290 mortes o que gerou, por muito tempo, um clima de tensão internacional. De acordo com Neuman (1994) os dados da investigação apontaram que o operador do navio não havia rastreado a aeronave corretamente. De fato, dados comprovaram que a informação não havia sido atualizada devidamente o que pode ter provocado erro de interpretação por parte do operador. Além disso, nenhuma informação sobre a altitude da aeronave

havia sido informada nos mostradores do painel de controle, e que não havia indicação das variações de mudança de altitude (não se sabia se a aeronave estava descendo, subindo, ou mesmo permanecendo na mesma altitude). Dessa forma, embora as análises apontassem problemas técnicos relacionados à interface do sistema, a explicação para o ocorrido foi atribuída, exclusivamente, ao erro humano, devido ao fato da tripulação estar trabalhando sobre pressão.



Figura 5: USS Vincennes
Fonte: Wikipedia, 2011



Figura 6: míssil lançado do Vincennes
Fonte: Wikipedia, 2011

Através destes exemplos constata-se que existem produtos/serviços que consideram muito pouco as características e limitações humanas (capacidade de atenção e memorização); e importantes princípios de usabilidade (clareza de operação; confirmação e consistência da interface; reconhecimento, prevenção e recuperação de erros, etc.) e dessa forma fornecem cenários para a compreensão da importância de se levar em conta os estudos em usabilidade de modo a proteger o utilizador de situações constrangedoras e arriscadas, que possam trazer prejuízos à saúde e a dignidade das pessoas.

A avaliação de usabilidade busca justamente verificar a qualidade da interação entre o utilizador e o sistema, de modo a medir esses problemas que podem ocorrer durante a interação, identificando as suas causas (Cybis, 2007). Esse tipo de avaliação tem caracter contínuo e iterativo, e pode ser realizada nas fases iniciais do desenvolvimento conceitual, em fases preliminares de detalhamento, durante a prototipagem, bem como em fases posteriores da implementação do sistema. Weinschenk e Barker (2000) ainda complementam que a avaliação de usabilidade pode descobrir informações valiosas, e até mesmo àqueles projetos que tenham seguido as melhores práticas, podem revelar problemas de usabilidade durante a avaliação.

As principais tendências metodológicas visam mensurar aspectos objetivos e subjetivos da interação do utilizador com o sistema. Os parâmetros objetivos ou de interação visam quantificar o comportamento do sistema e do utilizador durante a interação, e são importantes pois visam avaliar o processo de uso de forma “ideal”, ou seja, mensurando o que realmente acontece com o utilizador e

com o sistema durante a interação (Möller, Smeele, Boland, e Krebbe, 2007). Já os parâmetros subjetivos ou da qualidade, visam extrair aspetos dos julgamentos dos utilizadores referentes à interação com o sistema, a fim de descobrir seus interesses, desgostos e motivações.

Métodos empíricos como grupo-foco, *workshops*, entrevistas e questionários (Jordan, 1998), são muito utilizados e buscam a coleta de requisitos baseados em princípios de usabilidade que normalmente configuram-se num *check-list* adaptado elaborado pelo avaliador (Kosmann, 2004). Para os sistemas interativos também utiliza-se muitos métodos que envolvem experimentos em ambientes controlados (Souza e Freitas 2008; Geutner e Steffens s/d), entrevistas com especialistas (Souza e Freitas 2008) e observação com registro das atitudes dos participantes (Möller, Engelbrecht, e Schleicher, 2008). A escolha dos métodos, é claro, vai depender obviamente da natureza do produto/serviço que se pretende avaliar.

Objetos de estudo neste trabalho, os sistemas de diálogo falado devem estar sujeitos a avaliações de usabilidade de modo a assegurar a qualidade do diálogo entre o utilizador e o sistema. Na literatura há linhas de pesquisa diferentes em relação aos métodos de avaliação de usabilidade dos SDF. Alguns dão mais importância aos aspetos qualitativos da experiência, outros dão mais ênfase aos aspetos quantitativos, e outros utilizam a combinação dos dois tipos de parâmetros. Esse trabalho pretende demonstrar que a combinação dos dois parâmetros fornece sempre um alto grau de confiabilidade à avaliação, maior segurança ao avaliador, permitindo assim resultados importantes para a melhoria global do sistema.

1.1. O Sistema NAVMETRO®

O NAVMETRO® em operação desde dezembro de 2009 na estação de metro da Trindade, visa proporcionar de forma gratuita, aos clientes com deficiência ao nível da visão, acesso a informação referente ao transporte público urbano, bem como um serviço para auxílio à orientação e navegação pessoal dentro da estação.

O NAVMETRO® bem como o respectivo serviço de informação, fazem parte de dois menus do serviço de atendimento telefónico automático disponível também à população em geral denominado linha Olá Metro¹. O serviço de informação está disponível no menu “apoio à viagem”. Além destes dois menus, existem ainda menus para informação referente ao título “andante” - o meio de bilhética da metrópole, para suporte a perdidos e achados, e para apoio às sugestões e reclamações referentes ao serviço.

¹ Mais informações sobre a linha Olá Metro estão disponíveis no website da Metro do Porto S. A.: <http://www.metroporto.pt/pagegen.aspx>

O serviço de orientação pessoal, fundamentado em estudos referentes à capacidade humana de orientação sonora (Freitas e Moutinho, 2008), permite aos clientes com deficiência visual serem conduzidos dentro da estação através de indicações via telemóvel, fornecidas por um sistema de diálogo automático IVR (*interactive voice responder*) baseado em VOIP (*voice over internet protocol*) e apoiadas por um conjunto de bóias sonoras (altifalantes) posicionadas estrategicamente ao longo da estação. Estas bóias sonoras reproduzem sons fáceis de localizar pelo cliente, que são produzidos pelo computador de controle e transmitidos sequencialmente ao longo do percurso traçado para o cliente. O utilizador é convidado a seguir de forma que complete o percurso, mantendo-se também a interação através do telemóvel. O objetivo do sistema é proporcionar ao cliente autonomia e consequentemente maior viabilidade e qualidade na utilização do transporte público.

O serviço de informação e orientação pode ser utilizado de forma simultânea por um número relativamente elevado de clientes, já que para o serviço de orientação pessoal há uma fila de espera de utilizadores em cada espaço acústico. O sistema vem sendo aprimorado de forma a possibilitar maior flexibilidade no uso compartilhado do serviço de orientação pessoal.

O sistema é composto por um conjunto de computadores servidores, munidos de interface telefónica multicanal e de uma interface áudio ligada a um sistema de som constituído por amplificadores e altifalantes (as referidas bóias sonoras) distribuídos pela estação (Figura 7).

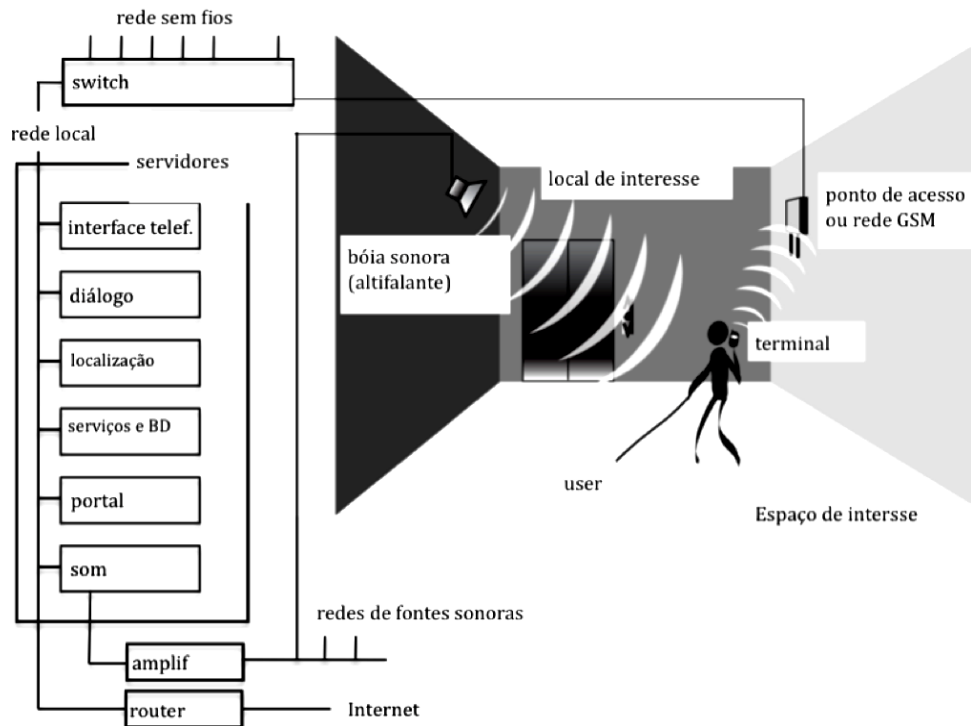


Figura 7: representação da arquitetura do sistema NAVMETRO® e uma situação de utilização em que um cliente procura alcançar um local de interesse, dirigindo-se para uma bóia sonora que se encontra no percurso a reproduzir um som e lhe fornece a devida orientação.
 Fonte: Freitas, Ricardo e Almeida (2008)

Através da interface telefónica, um dos computadores tem a capacidade de gerir o atendimento automático da chamada, e de a conduzir para um sistema de diálogo por fala (SDF) que tem acesso aos dados do utilizador e da sua interação com o sistema.

1.1.1. *Funcionamento do sistema*

Para iniciar o serviço de orientação pessoal, o cliente já na estação, deve ligar para o número telefónico gratuito e seguir as etapas fornecidas pela central de atendimento automático.

Caso o cliente tivesse estado em contacto com o sistema há pouco tempo e tivesse ficado um processo por concluir, o sistema interroga sobre a eventual continuação do processo que ficara interrompido.

Inicialmente, o cliente escolhe o destino pretendido, entre eles: uma outra estação da rede acessível através das linhas de metro; as três saídas da estação; e os recursos existentes dentro da estação, que incluem: casa de banho, para-farmácia, bar, loja Andante, bilheteira, e máquinas de alimentação.

Seguidamente o sistema localiza de forma acústica o utilizador no piso em que se encontra: superior, intermédio e inferior, e, posteriormente, na zona do piso anteriormente determinado. Para este fim, as bóias sonoras são acionadas, em ordem numérica, reproduzindo sons de forma que o utilizador possa escolher a que ele ouve mais alto².

A partir daí o cliente dá início ao seu encaminhamento até o destino pretendido, seguindo as instruções através do telemóvel e orientando a sua deslocação através de sons de pássaros que vai ouvindo sequencialmente dentro da estação, podendo o utilizador mudar de destino no momento que achar conveniente, bastando para isso fazer nova localização.

A partir daí o cliente dá início ao seu encaminhamento até o destino pretendido seguindo as instruções através do telemóvel, e orientando o seu deslocamento através de sons de pássaros que vai ouvindo sequencialmente dentro da estação, podendo o utilizador mudar de direção no momento que achar conveniente, bastando para isso fazer nova localização.

De acordo com Freitas, Ricardo e Almeida (2008) em termos de *hardware* o sistema consiste num compartimento que contém os subsistemas de telecomunicações, os servidores de rede local, os servidores do subsistema da informação, o servidor de som, e o equipamento de segurança de alimentação. Em termos de *software* o sistema é equipado com módulos proprietários suportados em bases de dados que se apoiam parcialmente em módulos de

² O funcionamento do NAVMETRO® pode ser melhor compreendido através do vídeo disponível no website: <http://paginas.fe.up.pt/~mdi11018/wordpress>

software de terceiras partes, o que facilita a utilização de versões atualizadas no que se refere aos dispositivos de voz.

O sistema NAVMETRO® está atualmente em expansão à Estação de Campo 24 de Agosto visando atender a um número maior de utilizadores. Alguns estudos devem ser realizados no sentido de viabilizar o uso do sistema para pessoas normovisuais, vindo a ser útil para pessoas que não conhecem as estações, como por exemplo os turistas que visitam a cidade e que muitas vezes precisam de atenção redobrada para encontrar informações a nível visual dentro da estação. A vantagem deste sistema está na facilidade e rapidez na obtenção de informações referentes ao metropolitano. Dessa forma, o utilizador normovisual poderá ser encaminhado ao seu destino através de sons sem ter que procurar informação física dentro da estação, e nem ter que pedir ajuda a outras pessoas. O grande objetivo deste sistema é proporcionar maior autonomia e liberdade de movimentos às pessoas e assim proporcionar-lhes uma maior viabilidade e qualidade na utilização do metro.

1.1.2. Descrição do sistema de interface de fala

O sistema de diálogo falado é um autómato com capacidade de recepção de entradas e de produção de saídas e com capacidade de comunicação bi-direcional com o (ou os) computador (es) em que funciona.

As entradas são de fala, através de um reconhecedor automático (RAF – *reconhecedor automático de fala*; ASR - *automatic speech recognizer*), ou de sinais padronizados produzidos pelas teclas do telemóvel, denominados DTMF (*dual-tone multiple frequencies*), que codificam os símbolos das teclas, nomeadamente os símbolos numéricos. As saídas são de fala ou de comandos para equipamento periférico de reprodução sonora.

Uma vez que o sistema de diálogo reside num ou em vários computadores, os sinais de fala e os outros sinais são veiculados para a rede telefónica de forma codificada digital e o protocolo de comunicação utilizado neste sistema é VOIP.

O autómato que realiza o sistema de diálogo é uma máquina digital virtual de natureza sequencial, que implementa uma máquina de estados determinística. Esta máquina de estados realiza as sequências de operações de forma perfeitamente previsível, independentemente do instante de tempo, uma vez que este é dependente também do exterior, nomeadamente do utilizador.

Em geral em cada estado (etapa) da interação, o sistema emite convite ao utilizador para que faça opções ou faça indicações de informações para o prosseguimento da interação. Os convites em geral tomam a forma de perguntas e tanto as perguntas como as respostas possíveis em cada caso constam de uma lista.

Esta lista no respeitante à entrada denomina-se “gramática de reconhecimento da fala” do estado em causa e está armazenada em memória. Esta gramática, em função da interação em causa, pode no entanto ser diferente em conteúdo mantendo a forma. É desta maneira que a programação do sistema se torna genérica e evita que um sistema tão complexo como o NAVMETRO® tenha de ficar limitado a uma programação exaustiva de todos os casos possíveis, em número extremamente elevado. Desta forma a programação pode ser genérica e os conteúdos das gramáticas mudam de etapa em etapa de acordo, por exemplo, com o destino escolhido pelo utilizador. A estas gramáticas dá-se o qualificativo de “dinâmicas”.

As respostas do utilizador quer obtidas através de reconhecimento de fala quer através de DTMF são confrontadas com os elementos das linhas da gramática e procura-se um acerto. Em geral quando for fala, trata-se de uma palavra ou de um pequeno conjunto de palavras, pelo que o reconhecimento é de palavras discretas (em contraposição ao reconhecimento de fala contínua, no qual uma frase comprida poderia ser transmitida ao sistema e ao reconhecimento de localização de palavras – *word spotting*). O NAVMETRO® é constituído por um *software* que reconhece um limitado vocabulário de palavras individuais e frases faladas pelo utilizador. O sistema pode reconhecer comandos determinados que representam tarefas pré-determinadas que o sistema pode realizar. O reconhecimento discreto baseia-se em *input* fonológico, não em interpretação gramática, a qual é utilizada por sistemas com reconhecimento contínuo (Weinschenk e Barker, 2000). De acordo com os autores o *software* de reconhecimento discreto tipicamente utiliza um conjunto de até 100 palavras. Embora o reconhecimento discreto não seja tão natural quando o contínuo, são mais fáceis de aprender e bastante precisos.

A entrada pode ser realizada em DTMF, que é o código numérico representativo e que é considerado correspondente ao elemento da gramática, em geral pela ordem numérica natural.

Tratamento de erros

O tratamento de erros de interface é um aspeto decisivo para a viabilidade do sistema, uma vez que nem o reconhecimento de fala é ainda suficientemente perfeito, nem as condições ambientais são perfeitas, nomeadamente ao nível do ruído de fundo, nem o utilizador está isento de errar e dar uma indicação não correta nem fazendo parte das hipóteses consideradas na gramática. Nestes casos o sistema deverá entrar numa rotina de tratamento do erro tentando de forma o mais correta possível reverter a situação para a fase anterior à ocorrência do erro ou tomar ações corretivas do mesmo ou recomendar ao utilizador esclarecimentos sobre a operação do sistema.

Memória do sistema

Das interações do sistema com cada utilizador são gravadas informações que permitem recuperar, num grande número de casos, a sequência de uma determinada interação.

Algumas estatísticas e registos são também efetuados e muitos são possíveis, de forma que uma vez validado o interesse técnico no seu armazenamento, este pode passar a ser realizado rotineiramente com o propósito de avaliação do sistema.

1.2. Motivação

A partir de conversas com alguns clientes e da observação prévia da sua interação com o sistema NAVMETRO®, constatou-se que seria interessante realizar este trabalho, visto que, até o momento, o sistema ainda não havia sido formalmente avaliado quanto a sua usabilidade.

A avaliação de usabilidade é um processo iterativo, e pode ser realizada durante todas as etapas de ciclo de vida de um produto/serviço. Dessa forma, este trabalho poderia trazer benefícios para o sistema já implementado na estação de metro da Trindade, bem como para as outras estações que também serão beneficiadas com o sistema no futuro.

Outro ponto importante é que a discussão gerada acerca dos resultados dos métodos e ferramentas propostos neste trabalho, para além de trazer melhorias para o sistema em questão, aumentando o nível de aceitação do mesmo, e consequentemente o número de clientes a aderir ao serviço, gera conhecimentos importantes para outros trabalhos da mesma natureza.

1.3. Abordagem do trabalho

Como qualquer sistema interativo centrado no utilizador, o NAVMETRO® deve estar sujeito à testes de usabilidade de forma a assegurar a qualidade diálogo, e consequentemente, da orientação fornecida pelo sistema. A abordagem deste trabalho concentra-se na aplicação de métodos de usabilidade baseados na observação da performance do utilizador na interação com o sistema em ambiente real de utilização, e objetivam a coleta de parâmetros objetivos e subjetivos decorrentes dessa interação.

1.4. Limitações do trabalho

De forma global, este trabalho teve como principal obstáculo o tempo disponível para sua realização (seis meses). Limitações de tempo, recursos e contratempos que ocorreram para a realização das avaliações, resultaram em uma amostra de utilizadores reduzida (dez).

Apesar dos elementos arquitetônicos da estação influenciarem a interação com o sistema, estes elementos não constituem o foco deste trabalho, e portanto não foram considerados na avaliação. Além disso, nem as máquinas de bilhética, nem os validadores foram considerados, pois é de opinião geral que estes serviços não funcionam de forma adequada para os utilizadores com algum tipo de deficiência (Página 2), e dessa forma a utilização destes serviços durante a avaliação poderia causar alguns problemas como um aumento exagerado nos tempos de execução das tarefas, prejudicando assim a avaliação de forma geral.

Mais detalhes sobre as limitações e dificuldades ocorridas durante a avaliação de usabilidade do sistema se encontram no capítulo 3.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é definir e aplicar uma metodologia para avaliação de usabilidade de sistemas de diálogo falado. O NAVMETRO® é o sistema escolhido para o desenvolvimento deste estudo.

1.5.2. Objetivos específicos

Tem-se como objetivos específicos deste trabalho:

- Compreender como os métodos de avaliação da usabilidade são utilizados para mensurar a experiência do utilizador com interfaces de voz;
- Identificar através da observação da performance do utilizador na interação com o sistema, os parâmetros objetivos e subjetivos que qualificam as suas ações na interação com o sistema em ambiente real de utilização;
- Analisar os resultados, gerar discussões acerca da validade da abordagem metodológica proposta e recomendar trabalhos futuros;

1.5.3. Estrutura do trabalho

O trabalho foi estruturado da seguinte forma:

- O capítulo 2 aborda os aspetos teóricos da avaliação de usabilidade;
- O capítulo 3 consiste na avaliação de usabilidade do NAVMETRO®;
- O capítulo 4 apresenta o relatório da avaliação de usabilidade do sistema;
- O capítulo 5 expõe as considerações finais e aponta trabalhos futuros

2. ASPETOS TEÓRICOS DA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Estudar os SDF no âmbito da avaliação destes sistemas exige conhecimentos ligados a usabilidade, e dessa forma este domínio é o que fornece o aporte científico para este trabalho. Apresenta-se neste capítulo alguns aspetos considerados importantes: caracterização do público-alvo, acessibilidade e legislação, orientação e mobilidade, sistemas de interação e sistemas de diálogo falado (SDF), teoria da usabilidade, métodos e técnicas de avaliação de usabilidade para avaliação de SDF. Este levantamento bibliográfico fundamentou-se em livros, trabalhos académicos (teses de doutoramento e dissertações de mestrado), bases de dados eletrónicas, artigos nacionais e internacionais.

2.1. Caracterização das pessoas com deficiência visual em Portugal

A lei n.º 38/2004 conceitua a pessoa com deficiência da seguinte forma:

(...) Aquela que por motivo de perda ou anomalia congênita ou adquirida de funções ou de estruturas do corpo incluindo as funções psicológicas, apresente dificuldades específicas suscetíveis de em conjugação com os fatores do meio, lhe limitar ou dificultar a atividade e a participação em condições de igualdade com as demais pessoas. (Lei nº 38/2004, 2004)

A deficiência visual é um tipo de deficiência sensorial cujo dano se dá no sistema visual devido a fatores fisiológicos ou neurológicos, e que pode se dar de forma global ou parcial. Em Portugal a deficiência visual é subdividida em cegueira e ambliopia, conforme a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011) e esta divisão se dá com base no grau de acuidade visual (do melhor olho, após correção) e do campo visual.

De acordo com Castro (1978) a cegueira é subdividida em cegueira cientificamente absoluta ou total, cegueira prática e cegueira legal. Para o autor a pessoa legalmente cega possui “*acuidade visual igual ou menor que 0,1 no melhor olho com correção ótica ou campo visual inferior a 20 graus*”. Ainda de acordo com o autor a ambliopia, ou baixa visão pode ser dividida em grande, quando a pessoa tem acuidade visual entre 1/10 e 3/10 e pequena, quando a pessoa tem acuidade visual entre 3/10 e 5/10, sendo estas classificações no melhor olho com correção ótica.

Hoffmann (2002) e Scholl (1982) categorizam a acuidade visual da seguinte forma:

- Acuidade visual de até 2/200: corresponde à cegueira total, ou percepção de luz; incapacidade de perceber qualquer gesto ou movimento à distância de 90 metros (m);

- Acuidade visual de 5/200: há a percepção de movimentos ou formas; corresponde à incapacidade de distinção dos dedos da mão à distância de 90 centímetros (cm);
- Acuidade visual de 10/200: corresponde à incapacidade de leitura de títulos maiores de um jornal, mas com possível capacidade de percepção motora espacial.
- Acuidade visual de 20/200: corresponde à incapacidade de leitura de tipos de corpo 14 ou menor mas possível capacidade de ler letras grandes num jornal.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011) a deficiência visual pode ser congênita, quando surge dos 0 ao 1º ano de idade; precoce, quando surge entre o 1º e o 3º ano de idade; e adquirida, quando surge após o 3º ano de idade. De acordo com os autores o cego congénito tem ausência ou pouco referencial visual (imagem mental), e possui uma representação intelectualizada do ambiente em relação às cores, perspectivas, volumes, e relevos, dessa forma existe ausência do conceito visual; já a pessoa com cegueira adquirida, possui toda a bagagem visual anterior à cegueira, dessa forma existe representação de um objeto ou de um ambiente por analogia.

De acordo com o Censo de 2001, em Portugal as PCDV representam 25,7% do total da população com algum tipo de deficiência (Gráfico 1) sendo a visual, de acordo com o Relatório de Elementos de Caracterização das Pessoas com Deficiência e Incapacidades em Portugal - RECPDIP (CRPG, 2007), o tipo de deficiência *onde existe uma maior proporção relativa da população no mercado de trabalho, representando 52,6% da população entre 18 e 64 anos de idade* (Tabela 1).

Distribuição da população com deficiência, por tipo de deficiência, Portugal 2001

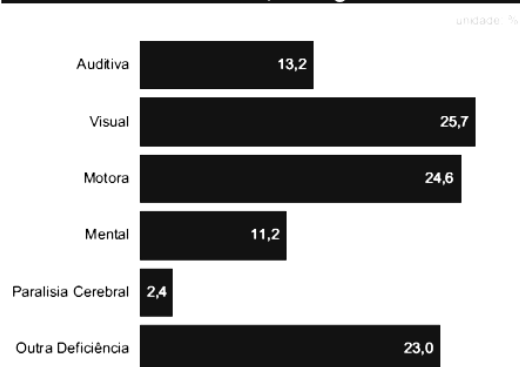


Gráfico 1: recenseamento da população
Fonte: INE, 2001

Quanto a caracterização etária as PCDV estão distribuídas da seguinte forma: dos 18 aos 29 representa 2,6% da população; dos 30 aos 39 representa 7,9% da população; dos 40 aos 49 representa 17,1% da população; dos 50 aos 59 representa 30,3% da população; e dos 60 aos 70 representa 42,1 da população (Tabela 2). Dessa forma, o grupo da visão é um dos grupos que apresentam os

valores bem distribuídos pelas várias faixas etárias, sendo representativa nos grupos etários acima de 50 anos.

Tabela 1: tipos de limitações da atividade e atividade económica (18-64 anos)

Fonte: CRPG, 2007

	Auto-cuidados (N=102)	Vida doméstica (N=295)	Interações e relacionamentos interpessoais (N=63)	Aprendizagem e aplicação de conhecimentos (N=716)	Tarefas e exigências gerais (N=544)	Comunicação (N=433)	Mobilidade (N=599)	Visão (N=74)	Audição (N=20)	Fala (N=6)
Activo	20,0	24,4	43,9	41,6	33,2	37,3	27,2	52,6	20,0	33,3
Não activo	80,0	75,6	56,1	56,9	66,8	62,7	72,8	47,4	80,0	66,7
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela 2: tipos de limitações da atividade e grupos etários (%)

Fonte: CRPG, 2007

	Auto-cuidados (N=102)	Vida doméstica (N=295)	Interações e relacionamentos interpessoais (N=63)	Aprendizagem e aplicação de conhecimentos (N=716)	Tarefas e exigências gerais (N=544)	Comunicação (N=433)	Mobilidade (N=599)	Visão (N=74)	Audição (N=20)	Fala (N=6)
18 – 29 anos	1,0	1,4	8,1	2,0	2,4	2,1	1,3	2,6	0,0	16,7
30 – 39 anos	2,0	2,7	9,7	4,9	5,1	6,7	2,7	7,9	0,0	33,3
40 – 49 anos	11,8	11,2	6,5	9,9	11,6	13,0	8,5	17,1	0,0	0,0
50 – 59 anos	24,5	23,4	32,3	16,5	17,6	20,1	20,1	30,3	20,0	16,7
60 – 70 anos	60,8	61,4	43,5	66,7	63,2	58,1	67,4	42,1	80,0	33,3
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Quanto a caracterização por sexo, as mulheres representam 68% da população com deficiências, apresentando dessa forma uma maior proporção de incapacidade em todos os domínios, sendo assim a nível da visão correspondem a 70% to total da população com deficiência (Gráfico 2).

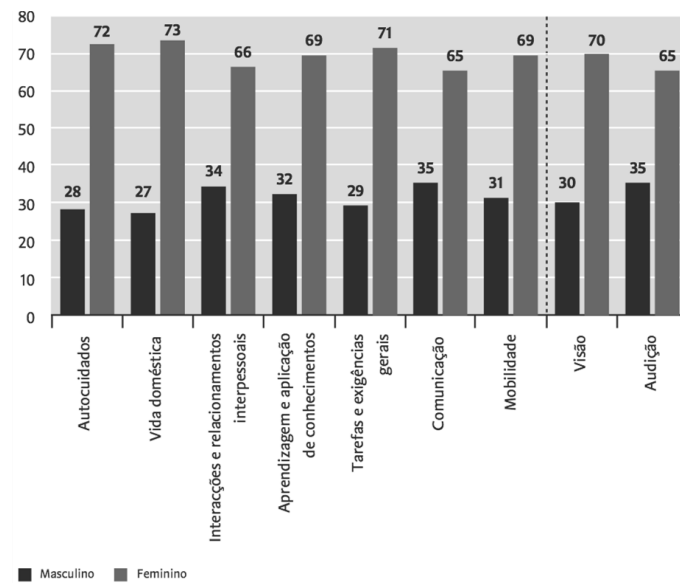


Gráfico 2: tipos de limitações da atividade e sexo (%)

Fonte: CRPG, 2007

Em relação ao nível de escolaridade alcançada, a limitação ao nível da visão corresponde aos seguintes valores: 7,9% não sabe ler nem escrever, ou sabe mas não frequentou a escola; 53,9% possui ensino básico referente ao 1º ciclo; 11,8% possuem ensino básico referente ao 2º ciclo; 13,2% possuem o ensino básico referente ao 3º ciclo; 13,2% possuem ensino secundário; pelo que se pode observar não há dados sobre o percentual de pessoas que possuem curso médio ou ensino superior (Tabela 3)

Tabela 3: tipos de limitações da atividade e níveis de ensino ensinam atingidos

Fonte: CRPG, 2007

	Auto-cuidados (N=102)	Vida doméstica (N=295)	Interações e relacionamentos interpessoais (N=63)	Aprendizagem e aplicação de conhecimentos (N=716)	Tarefas e exigências gerais (N=544)	Comunicação (N=433)	Mobilidade (N=599)	Visão (N=74)	Audição (N=20)	Fala (N=6)
Não sabe ler e escrever ou sabe, mas não frequentou a escola	20,5	17,6	19,4	33,4	20,2	19,9	18,9	7,9	15,0	-
Ensino básico - 1.º ciclo	58,8	62,7	50,0	52,9	57,9	59,7	64,0	53,9	65,0	83,3
Ensino básico - 2.º ciclo	10,8	11,2	6,5	6,4	10,7	11,6	8,7	11,8	15,0	-
Ensino básico - 3.º ciclo	6,9	5,1	16,1	3,6	6,1	4,9	5,2	13,2	-	16,7
Ensino secundário	2,0	2,4	3,2	2,5	2,9	2,8	2,0	13,2	-	-
Curso médio/ensino superior	1,0	1,0	4,8	1,1	2,2	1,2	1,2	-	5,0	-
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

De acordo com o RECPDIP (CRPG, 2007) a maior parte das pessoas tem deficiência em mais que um domínio. Pode-se observar abaixo (Gráfico 3) a classificação destes domínios.

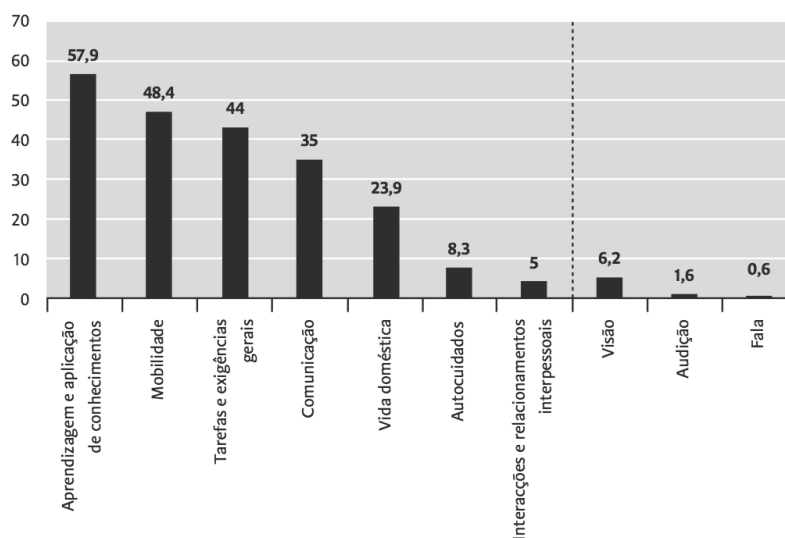


Gráfico 3: tipos de limitações da atividade (%)

Fonte: CRPG, 2007

Em relação à visão e outros domínios estas apresentam uma relação fraca com as restantes limitações da atividade, bem como uma distribuição relativamente homogênea (Gráfico 4). Os valores mais altos desta associação correspondem às limitações na aprendizagem e aplicação de conhecimentos (40%), seguidas das limitações relativas às tarefas e exigências gerais (33%) e à mobilidade (32%).

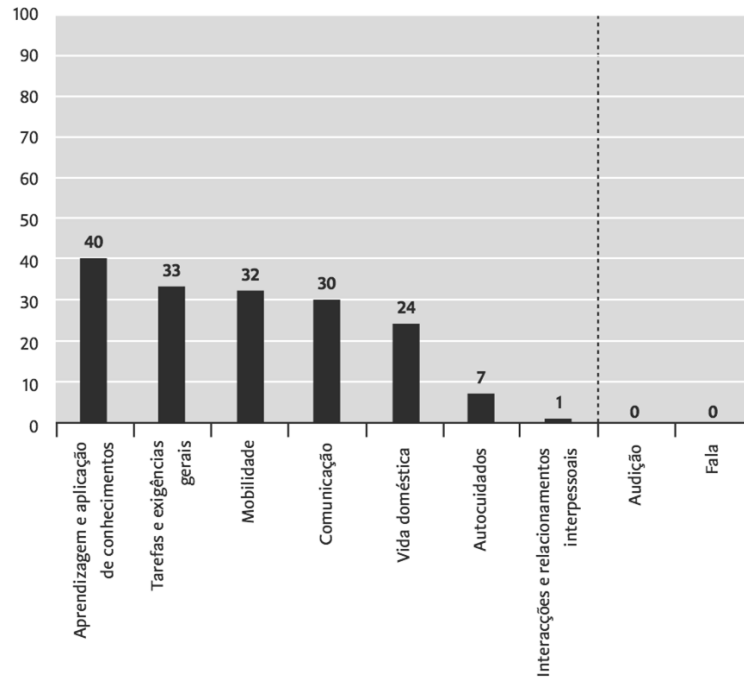


Gráfico 4: limitações da atividade relativas à visão e outras limitações (%)
 Fonte: CRPG, 2007

De acordo com o RECPDIP (CRPG, 2007) estas limitações referem-se à existência de muita dificuldade ou impossibilidade em:

- Limitações na aprendizagem e aplicação de conhecimentos: *“resolver operações matemáticas simples, adquirir conhecimentos através da leitura, expressar idéias através da escrita, escolher uma opção entre várias, implementá-las e avaliar os seus efeitos”*.
- As limitações relativas as tarefas e exigências gerais: *“planear, gerir e realizar as atividades de resposta às exigências do dia-a-dia, assumir perante os outros a responsabilidade pela realização de uma tarefa e levá-la a cabo, enfrentar a pressão, a urgência ou o estresse no desempenho de uma tarefa, enfrentar e resolver situações que coloquem em risco a própria vida e a dos outros”*.
- As limitações relativas a mobilidades: *“andar distâncias curtas, andar distâncias longas, subir e descer escadas, superfícies ou objetos (ex: rochas, rampas, etc.), mudar a posição do corpo, manter a posição do corpo, levantar e transportar objetos ou realizar tarefas que exigem coordenação de movimentos, com ou sem a ajuda de outra pessoa/ajuda técnica”*.

2.2. Acessibilidade

O conceito europeu de acessibilidade (2003) define a acessibilidade como sendo:

A característica do ambiente ou de um objeto que permite a qualquer pessoa estabelecer um relacionamento com esse ambiente ou objeto, e utilizá-lo de uma forma amigável, cuidada e segura.”

De acordo com o Plano Nacional de Promoção da Acessibilidade (Presidência do Conselho de Ministros, 2007) a acessibilidade pode ser entendida como a possibilidade de utilização total ou assistida dos espaços físicos, dos serviços de transporte e dos dispositivos e sistemas de comunicação e informação por pessoas com deficiência e incapacidades (PCDI). Assim, o meio físico deve preservar as atividades das PCDI de forma que as suas limitações não afetem as suas funções (Cambiaghi, 2007), proporcionando ao utilizador uma interação segura, tranquila e sempre autônoma.

“A acessibilidade deve ser considerada de forma global e integrada em todos os domínios da ação política (construção, saúde, segurança no trabalho, tecnologias da informação e da comunicação, concursos públicos para adjudicação de equipamentos, estudos ou trabalhos, educação, recreação e lazer, etc.) e deve concretizar-se em coordenação com todos os agentes envolvidos, das tecnologias da informação e das comunicações, da construção, dos transportes e outros).” (Presidência do Conselho de Ministros, 2007)

De acordo com o ECA (2003) o meio físico deve respeitar a diversidade dos utilizadores, de modo a que o acesso seja facilitado a todos; deve ser isento de riscos, principalmente ao que se refere à saúde dos utilizadores, promovendo a utilização saudável dos espaços e produtos; deve ser projetado de tal modo que funcione de modo eficiente, sem problemas ou dificuldades; deve ser compreensível para todos os utilizadores; deve fornecer informação clara e prezar pela disposição coerente e funcional dos espaços, evitando-se a desorientação e confusão; além disso deve ser esteticamente agradável.

O Plano nacional de promoção da acessibilidade anexo à Resolução do Conselho de Ministros (2007) visa assegurar acessibilidade no meio edificado, nos transportes e no acesso à tecnologia de informação às PCDI proporcionando-lhes maior autonomia, igualdade de oportunidades e a participação social. Para isso propõe-se os seguintes objetivos:

Alínea 2.2.2: assegurar acessibilidade no espaço público e no meio edificado:

Nos espaços públicos:

- *“Garantir que no espaço público do meio urbano exista uma rede de percursos acessíveis que interligue todos os principais equipamentos e serviços urbanos; assegurar que os espaços públicos construídos sejam objeto de intervenções de remodelação sejam totalmente acessíveis”;*

- *“Disponibilizar apoio à realização de intervenções nos espaços públicos cujas características específicas impedem a realização de soluções convencionais (por exemplo, centros históricos)”;*
- *“Garantir a acessibilidade às interfaces de mobiliário urbano eletrônico, nomeadamente ATM e telefones públicos, o acesso via Internet, designadamente assistido através da Rede Pública de Espaços Internet”;*
Quanto ao acesso à informação e aos serviços eletrônicos:
- *“Garantir a acessibilidade às interfaces de mobiliário urbano eletrônico, nomeadamente ATM e telefones públicos”;*
- *“Garantir a existência de formatos alternativos, acessíveis, de informação utilizada por pessoas com necessidades especiais utilizados em orientação e mobilidade”;*
- *“Incentivar o acesso à informação sobre produtos e serviços disponibilizados em estabelecimentos de atendimento ao público e garantia de acesso aos meios de pagamento”.*

Para o cumprimento destes objetivos a PNPA cita que as empresas de metro devem:

Alínea 3.2 a):

- *“Atuar a nível da sinalética fixa de informação nas estações, de modo que seja um elemento esclarecedor dos serviços disponíveis”;*

Alínea 3.2 b):

- *“Garantir a contínua operacionalidade e vigilância dos meios mecânicos de acesso instalados nas estações para o transporte de pessoas com necessidades especiais, com particular atenção à assistência local pronta, sobretudo no caso dos elevadores e com a criação de sistemas de supervisão eficazes”.*

Alínea 3.2 d):

- *“Elaborar sistemas de informação sobre itinerários (origem-destino) e horários, a disponibilizar na Internet, em CD, via telefone (voz e texto) e em folheto (braille e caracteres ampliados)”;*

Alínea 3.2 e):

- *“Promover a acessibilidade aos passageiros com deficiência visual, auditiva e que se desloquem em cadeira de rodas, aos equipamentos e interfaces de venda automática de bilhetes nas estações e via Internet”;*

Alínea 3.2 f):

- *“Introduzir no manual de segurança o plano de evacuação das instalações em caso de sinistro e proceder, posteriormente, à atualização do mesmo em permanência”.*

A Lei de Bases da Prevenção, Habilitação, Reabilitação e Participação das Pessoas com Deficiência (Lei n.º 38/2004, 2004) da mesma forma descreve que devem ser identificados e eliminados os obstáculos e barreiras à acessibilidade e aplicadas a:

a) *“Edifícios, rodovias, meios de transporte e outras instalações internas e externas, inclusive escolas, residências, instalações médicas e local de trabalho”;*

b) *“Informações, comunicações e outros serviços, inclusive serviços eletrônicos e serviços de emergência”;*

Constata-se a partir dos dados expostos, que o acesso ao espaço urbano, e à informação adequada às PCDV está salvaguardado pela lei portuguesa vigente que deve assim preservar a sua saúde e a igualdade de direitos e oportunidades.

Porém, as barreiras existentes no transporte público ainda os tornam inacessível para as pessoas com deficiência ao nível da visão (PCDV) que por vezes têm de recorrer ao auxílio de outras pessoas para executar atividades simples como obter informação a respeito do itinerário de linhas de metro, identificar e se locomover até a paragem de autocarro, ou adquirir passagem de transporte. As PCDV são bastante ativas no mercado de trabalho e costumam realizar atividades sociais e de reabilitação. Dessa forma elas necessitam diariamente de um sistema de transporte público eficiente, que permita a sua livre circulação de forma tranquila e segura dentro das estações de metro, bem como de um sistema de informação sobre os custos da viagem, a duração da viagem, e as linhas de seu interesse.

Justifica-se assim a necessidade de se assegurar plena acessibilidade a estas pessoas no transporte público urbano, salvaguardando o seu direito de usufruir de toda a informação necessária ao seu deslocamento dentro das estações de metro. Garantir fácil orientação e mobilidade às pessoas é disponibilizar-lhes um conjunto de técnicas e capacidades específicas que as permitam relacionar-se e deslocar-se com independência (McLinden, 1981).

Em Portugal de acordo com inquéritos (Mc Linden 1961) realizados pelo Secretariado Nacional para Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência (SNRIPD) dirigido a diversas organizações e governo, ainda há clara insuficiência dos sistemas de transportes adaptados (Presidência do Conselho de Ministros, 2007). Apesar disso, neste país algumas medidas em prol das PCDI vem sendo tomadas a fim de viabilizar melhorias nas estações de metro. Lisboa atualmente conta com 30 estações com grande acessibilidade, além disso outros projetos vem sendo estudados, como a implementação do sistema de encaminhamento das PCDV através da instalação de linhas-guia nas escadas e no bordo do cais, e da instalação de painéis com indicações de orientação em relevo e em braile; para as

futuras estações, estão previstos sistemas de encaminhamento em ladrilhos cerâmicos (Metrolisboa, 2012). No Porto, além do sistema NAVMETRO®, vem sendo implementadas nas estações o *ColorAdd*®, código de cores para daltônicos.

2.3. Orientação e mobilidade

De acordo com Lowenfeld (1977) o termo Orientação e mobilidade representa um conjunto de conceitos que se relacionam explicitamente com a deslocação das PCDV. O autor conceitua o termo da seguinte forma:

“Entende-se por orientação o processo que uma PCDV usa através de outros sentidos para o estabelecimento de suas posições em relação com todos os objetos significativos do seu meio circundante, e mobilidade é a capacidade de deslocamento do ponto em que se encontra o indivíduo para alcançar outra zona do meio circundante” (Lowenfeld, 1977).

Ainda de acordo com o autor a PCDV tem três limitações básicas: quanto à diversidade dos conceitos, quanto à capacidade para se deslocar e quanto à capacidade para se relacionar com o ambiente que o envolve. De acordo com os autores estas três limitações estão relacionadas com OM, especialmente as duas últimas.

O mesmo autor aborda que para realizar a sua orientação e mobilidade a PCDV deve conhecer o *lay-out* ou a relação ente vários objetos situados no meio envolvente; deve ter noção de que o espaço pode ser modificado/atualizado, e que mesmo assim ele deve ter a capacidade de se situar neste espaço; deve ter o domínio dos conceitos e sistemas de conceitos espaciais.

De acordo com Mazzaro (Machado, et al. 2003) o processo de orientação espacial envolve fazer as seguintes questionamentos: onde estou? Qual é o meu objetivo? E, como chegar ao local desejado? E para isso, de acordo com o autor a PCDV deve:

- *“Perceber e captar as informações presentes no meio ambiente pelos canais sensoriais”;*
- *“Analisar e organizar os dados percebidos em graus variados de confiança, familiaridade, sensações e outros”;*
- *“Selecionar e escolha dos elementos mais importantes que satisfaçam as necessidades imediatas de orientação”;*
- *“Planejar e realizar o plano de ação referente a como chegar no destino pretendido”;*

Para que as PCDV tenham adequado domínio das componentes da orientação espacial, o aprendizado em orientação e mobilidade bem como dos apoios técnicos é fundamental. Petrie et al. (1997) divide a deslocação das PCDV em duas componentes: o micro navegação e a macro navegação. De acordo com o autor, a primeira trata de evitar obstáculos ao nível do chão e da cabeça e

encontrar um percurso livre cerca de dois passos à sua frente. Já a segunda implica, de acordo com o autor, o “domínio de uma cadeia maior de relações entre o indivíduo e o meio envolvente que o separa do objetivo que pretende atingir, ou seja envolve os princípios de orientação espacial”.

Os apoios técnicos visam auxiliar ou eliminar a ultrapassar os obstáculos e configuram-se em quatro tipos: guia humano, cão-guia, bengala longa e ajudas eletrónicas (Hill e Ponder, 1976) que podem ser utilizados isoladamente ou em simultâneo. Os obstáculos podem ser de dois tipos: obstáculos físicos designados barreiras urbanas ou urbanísticas, e obstáculos no acesso à informação.

- A bengala é o apoio mais utilizado, por ser econômica, leve e fácil de usar e que proporciona ao cego explorar os elementos no seu meio envolvente. Serve para detetar obstáculos muito próximos, do nível da cintura para baixo, e fornece numerosas informações ao cego, sobretudo se este estiver treinado (Figura 8);



Figura 8: PCDV utilizando bengala
Fonte: arquivo pessoal, 2012

- Ajudas eletrónicas visam a deteção de obstáculos num raio mais abrangente que o da bengala, no geral estas ajudas emitem sinais sonoros ou táteis quando encontram algum obstáculo na direção em que são orientados (Figura 9; Figura 10).



Figura 9: bengala eletrônica
Fonte: Untracane



Figura 10: simulação de funcionamento da bengala eletrônica
Fonte: Untracane

- O cão-guia nem sempre é compatível pelos custos altos associados ou pela burocracia envolvida para obtê-lo. Ele aumenta a velocidade das deslocações e evita erros humanos, porém fornece menos informações do meio envolvente (Figura 11).

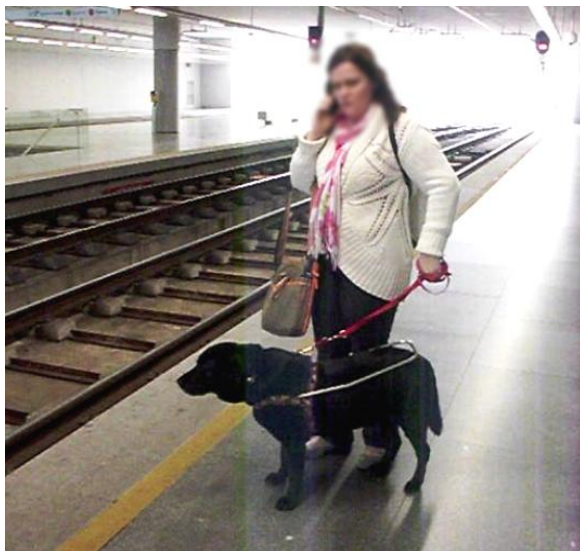


Figura 11: PCDV com cão-guia
Fonte: arquivo pessoal, 2012

Proporcionar condições eficientes de Orientação e mobilidade a nível micro e macro assegura a estas pessoas benefícios de ordem psicológica, física, social e econômica. De acordo com Warren e Kocon (1974) no âmbito psicológico contribuem para melhorar o seu conceito como pessoa, promovendo sua independência para se deslocar sozinho; no âmbito físico permite uma exercitação corporal, que desenvolve a sua capacidade motora e motricidade fina; e no âmbito social permite que as PCDV criem oportunidades de relacionamento com outras pessoas, executem atividades do seu dia-a-dia de forma autonomia, trazendo benefícios também às pessoas que as rodeiam. No âmbito econômico possibilita maiores oportunidades de emprego, e ao mesmo tempo permite

economizar nas suas deslocações, evitando utilizar transportes privados assim como o guia.

Para melhor lidar com esses obstáculos as PCDV precisam treinar os seus outros sentidos – sistema háptico, a cinestesia, a memória muscular, o sentido vestibular, o olfato e a audição (Machado et al. 2003) - com o auxílio de apoios técnicos de forma a aumentar a sua independência.

O NAVMETRO® é um sistema de auxílio à macro navegação. A audição, principal sentido compensador para as PCDV foi a opção escolhida para orientar o cliente do sistema NAVMETRO®. De acordo com Weinschenk e Barker (2000) o modo auditivo é melhor empregado nas seguintes situações:

- Quando a informação é curta, simples, precisa, imediata, e não precisa ser memorizada;
- Quando a informação é de natureza temporal;
- Quando a mensagem é um aviso crítico;
- Quando o ambiente não propicia o uso de informação visual (ambiente escuro);
- Quando as pessoas precisam se mover continuamente ao interagirem com o sistema.

De acordo com Machado et al. (2003) o NAVMETRO®, envolve os conceitos de ecolocalização, localização dos sons, audição seletiva, e sombra sonora.

- Ecolocalização: indica a habilidade de transmitir um som e perceber as qualidades do eco refletido. As PCDV fazem uso da ecolocalização em diferentes graus. Ao empregar a ecolocalização em um recinto fechado as pessoas conseguem ter noção do tamanho do espaço ou descobrir outros tipos de informações sobre o espaço em que se encontram. Algumas crianças também fazem barulho com os pés, ou emitem outros sons de forma a orientar-se no ambiente. Esse ato permite-as aprender sobre o ambiente que está, adquirir informações a respeito das dimensões do espaço, da presença dos objetos, da direção corredores outras barreiras arquitetônicas presentes no ambiente.
- Localização do som: representa a habilidade para determinar com precisão a localização da fonte sonora, comparando-se o momento de chegada e a intensidade do som em cada ouvido, sendo portanto a audição binauricular indispensável para o desenvolvimento preciso dessa habilidade. Os sons são localizados pela diferença de tempo e intensidade. Se a fonte sonora estiver á direita, as ondas sonoras de mais baixas frequências alcançarão o ouvido direito numa fração de segundo antes que o ouvido esquerdo, todavia as ondas sonoras de mais elevadas frequências são localizadas pela diferença de intensidade, que neste caso

será a favor das ondas provenientes do lado direito. Distinguir os sons que vem da frente ou de trás é sempre mais difícil e é comum a pessoa virar a cabeça para melhor determinar a sua origem. A localização da fonte sonora depende da fonte ter uma duração suficiente que permita ao indivíduo medi-la auditivamente, encontrar a direção de maior intensidade e determinar a pista para um caminho mais seguro.

- Escutar seletivamente: representa a capacidade de selecionar um som entre um grupo de muitos outros simultâneos. O escutar seletivamente possibilita à PCDV extrair uma pista de orientação auditiva entre muitos sons.
- Sombra sonora: refere-se a uma área de relativo silêncio atrás de um objeto que filtra suas ondas, como se fosse uma sombra produzida por algum objeto, quando o raio de luz de uma lanterna incide sobre ele. Essa capacidade pode ser usada pela pessoa cega para detetar troncos de árvores, postes, caixas de correio, carros e caminhões estacionados no meio fio, as colunas dos pátios escolares, as quinas dos prédios e outros obstáculos, possíveis de serem detetados quando esta habilidade é desenvolvida.

Alguns serviços de auxílio a orientação e mobilidade já estão sendo comercializados de acordo com os exemplos abaixo:

O DPS2000, projeto brasileiro desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais e Secretaria do Direito da Pessoa, foi criado para facilitar a mobilidade de pessoas com deficiência ao nível da visão nas estações de autocarros da cidade de Jaú – São Paulo/Brasil (G1, 2012). De acordo com informações fornecidas no *website* da Prefeitura o sistema configura-se basicamente em um dispositivo móvel de posse dos utilizadores (Figura 12) e um sistema com caixas de som instalado nos autocarros (Figura 13). O utilizador adquire o dispositivo o qual acopla um transmissor e uma tecla de navegação em que ela programa as linhas que mais utiliza. Quando o autocarro da rota selecionada está próximo à paragem, o motorista é avisado - através de ondas eletromagnéticas de baixa frequência emitidas pelo dispositivo de posse do utilizador - que uma pessoa está a espera do veículo. O veículo emite o aviso sonoro com o nome da linha, por meio de uma caixa de som acoplada ao ônibus. Atualmente 39 pessoas usam o aparelho, entre elas 37 são deficientes visuais e dois são utilizadores com baixa visão. De acordo com Estevam Rogério da Silva, gerente da secretaria da Prefeitura “os transmissores são oferecidos gratuitamente para as pessoas de baixa renda comprovada”. O sistema permite maior independência na realização da tarefa por parte dos utilizadores.



Figura 12: veículo coletivo adaptado ao sistema do projeto DPS2000
 Fonte: G1 – divulgação/Prefeitura de Jaú, 2011



Figura 13: mecanismo de sinalização eletrônica para deficientes instalados em autocarro.
 Fonte: G1 – divulgação/Prefeitura de Jaú, 2011

Um sistema similar foi implementado recentemente na cidade de São Carlos, no interior de São Paulo/Brasil. O sistema auxilia o cego avisando-o que o autocarro chegou à paragem através do telemóvel do cliente. A prefeitura e o Grupo Criar são os responsáveis pelo *software*. Com o programa já instalado em um celular, o passageiro indica o número de uma ou mais linhas que pretende utilizar e também a numeração do ponto de embarque (Folha, 2012). Em 40 pontos selecionados entre os mais utilizados pelos deficientes, como os que ficam perto de escolas, hospitais e *shoppings*, foram colocados números indicativos em braile e em relevo. Após alimentar o programa com os dados, o celular passa a emitir avisos sonoros indicando a distância do ônibus em relação ao local de espera, o tempo estimado e o número de pontos que faltam para o veículo chegar. Segue esquema ilustrativo do funcionamento do sistema (Figura 15):

De acordo com Alves Guimarães, em entrevista para a Folha (2012) cego e utilizador do transporte público na cidade, a maioria das pessoas hoje tem um telemóvel, e dessa forma o sistema é bastante acessível para a população, de modo geral. Placas em braile também foram instaladas no centro da cidade de São Carlos, de modo a facilitar o acesso à informação aos clientes (Figura 14). O sistema pode ser testado para funcionar também nas cidades brasileiras de Santos – São Paulo e Curitiba - Paraná.



Figura 14: placa em braile também foi instalada no centro de São Carlos
 Fonte: Folha de São Paulo - Márcia Ribeiro/Folhapress, 2012

APLICATIVO AUXILIA CEGOS QUE USAM ÔNIBUS

Entenda como funciona o sistema de São Carlos



Figura 15: esquema de funcionamento do sistema
Fonte: Folha de São Paulo, 2012

O sistema *Guio Solid Step* permite ao utilizador com deficiência ao nível da visão, se deslocar no interior de estabelecimentos e vias públicas. O sistema, que funciona a partir da tecnologia *Bluetooth*, é composto por uma unidade fixa que emite mensagens gravadas em formato MP3, e uma unidade móvel (Figura 16) que capta e recebe as mensagens das unidades fixas dentro de sua zona de interferência. Quando a unidade móvel se aproxima da unidade fixa recebe as mensagens, vibra e emite um *bip (non-speech audio)* como forma de aviso ao utilizador (Figura 18). O utilizador de posse da unidade móvel aciona o dispositivo de localização, que é munido de uma bússola sonora, de modo a ouvir as mensagens de direcionamento. A unidade móvel também funciona como relógio, calendário, termómetro e bússola. O sistema já está instalado no Norte *Shopping*, em Porto, Portugal. O sistema primeiramente guia o utilizador para o mapa tátil na entrada do edifício (Figura 17) onde o utilizador pode ter uma apreciação inicial sobre a geografia do local.



Figura 16: unidade móvel do sistema Guio Solid Step
Fonte: Youtube, 2011

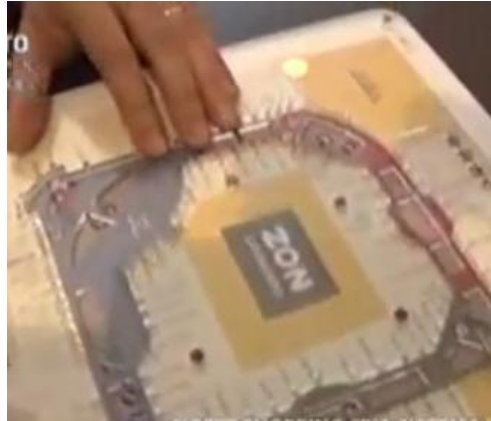


Figura 17: mapa tátil instalado no Norte Shopping
Fonte: Youtube, 2011



Figura 18: representação das unidades fixas e móveis do sistema Guio Solid Step
Fonte: Guio, 2011

2.4. Design de interação

Preece (2005) apresenta a seguinte definição para design de interação:

“Design de produtos interativos que fornecem suporte às atividades cotidianas das pessoas seja no lar, ou no trabalho (...) significa criar experiências que melhorem e estendam a maneira como as pessoas trabalham, se comunicam e interagem” (Preece, 2005).

Em seu trabalho sobre a cultura digital Furtado (2005) cita que o relacionamento que se estabelece entre o homem e o computador é cada vez mais facilitado pelas novas tecnologias como a inteligência artificial, a realidade virtual, os assistentes digitais, o reconhecimento da voz, a tradução automática,

entre outros. Todo esse leque tecnológico que envolve os novos produtos e serviços tem despertado, ao longo dos últimos anos, o interesse de engenheiros, psicólogos, designers, sociólogos, etc. ligados às áreas do design industrial, a arquitetura da informação, a ergonomia, a engenharia da usabilidade, para o envolvimento em questões ligadas ao design de interação Preece (2005) (Figura 19).

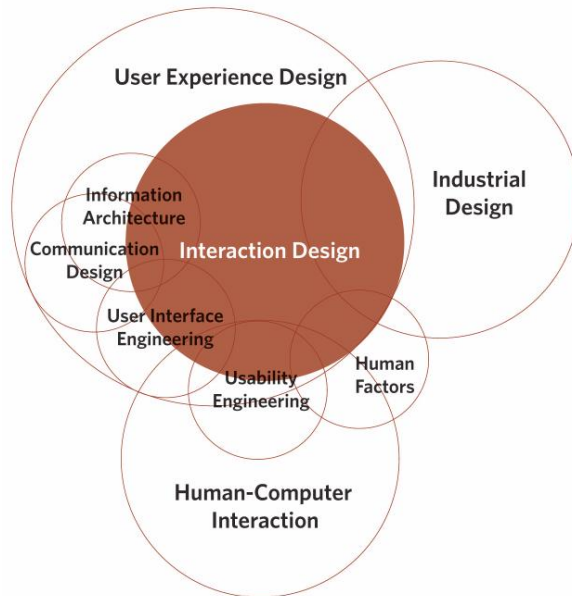


Figura 19: design de interação e a sua multidisciplinaridade
Fonte: Preece, 2005

Barfield (1993); Dubberly, Pangaro e Haque (2009) conceituam o processo de interação:

Para Barfield (1993) o processo de interação é composto por três domínios: os elementos do sistema, o utilizador que vai interagir com o sistema, e os métodos de comunicação de informações de um para o outro. O autor defende que para que ocorra a interação os elementos do sistema devem ser projetados para serem aparentes e manipuláveis pelo utilizador. Dessa forma o utilizador vai agir em função daquilo que lhe foi apresentado, de acordo com os modelos e impressões que são construídos em sua mente em resposta a interagir com os recursos.

Para Dubberly, Pangaro e Haque (2009), o design de interação é a “projeção do relacionamento que se estabelece entre o homem e o computador e que o sistema interativo é o meio no qual ocorre esse processo”. De modo a entender o que ocorre no processo de interação o autor cita dois modelos de interação, os quais Norman (2002) denomina *gulf model* (Figura 20) e *seven stage of actions* (Figura 21).

O primeiro é constituído por dois elementos: *gulf of execution* e *gulf of evaluation* que separam o utilizador e o sistema físico. De acordo com Norman (2002) a interação ocorre sempre quando o utilizador desperta a intenção de ação

através de um dispositivo conectado ao sistema físico que por sua vez confirma, através de sinais perceptíveis, as ações do utilizador.

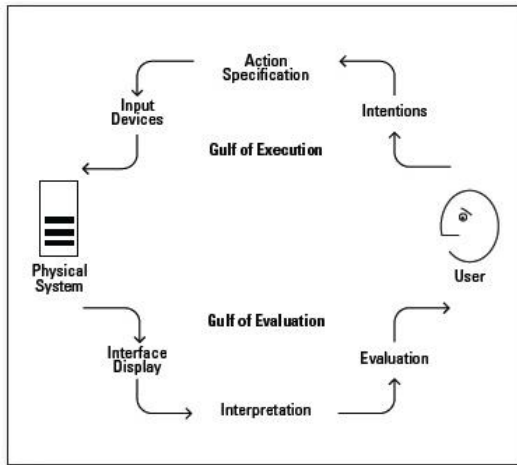


Figura 20: “gulf of execution and evaluation”
 Fonte: Norman, 2002

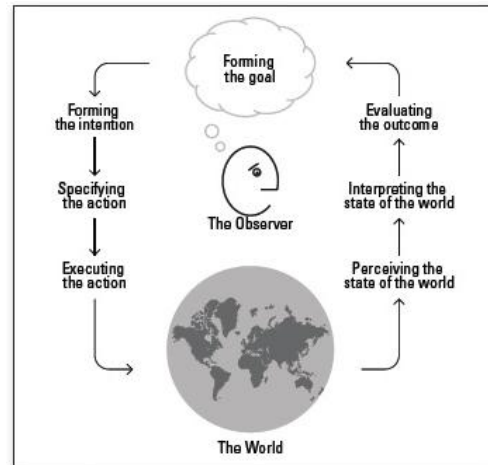


Figura 21: “seven stages of action”
 Fonte: Norman, 2002

O segundo defende que o comportamento do sistema interativo pode se dar “de baixo pra cima”, quando um evento no mundo dispara o ciclo de interação ou “de cima pra baixo”, quando o pensamento do utilizador estabelece uma meta e aciona o ciclo de interação. Dessa forma, a interação pode ter origem numa meta estabelecida pelo pensamento humano ou em uma ação espontânea do ambiente natural. O processo de interação ocorre da seguinte forma: primeiro ocorre a formação de uma meta, posteriormente ocorre a intenção e se refere às ações que devem ser realizadas pelo utilizador para alcançar o objetivo; em seguida essa intenção é especificada de forma que o utilizador possa executar a ação; o utilizador percebe o estado da sua ação no ambiente, e assim avalia essa reação em função dos seus objetivos.

Dubberly, Pangaro e Haque (2009) e Norman (2002) defendem que o processo interativo é mais do que meramente uma reação a um ação efetuada pelo ambiente ou pelo indivíduo, como por exemplo, clicar em uma página da *web*. O processo interativo é um processo dinâmico em que, a forma que a ação do utilizador afeta a reação do sistema, e vice-e-versa, sempre pode mudar. Supondo o exemplo do videogame *Wii* da Nintendo®: na interação do utilizador com o jogo, dependendo da maneira como o utilizador movimenta o seu corpo, por exemplo, numa partida de futebol virtual, diferentes sons e vibrações são emitidos a partir do controlador manuseado pelo utilizador. Essas sensações variam em função desses movimentos, que podem ser mais ou menos bruscos. No caso deste jogo, esse processo de interação, em que as ações do utilizador geraram respostas do sistema de forma bastante dinâmica e por vezes até inesperada, causam no utilizador boas experiências como a diversão, desafio e recompensa, sinais de que o produto cumpre com metas importantes da experiência do utilizador (Preece, 2005).

Moggridge (2007) faz uma abordagem muito interessante sobre os sistemas interativos. O autor faz uma sutil distinção entre artefactos físicos e artefactos virtuais. Para ele o mundo dos artefactos físicos nos é bastante direto o que faz com que as pessoas sintam a interação com o objeto de forma mais rápida e intensa. Já *“com os computadores, no entanto, a distância entre, por um lado, teclas e imagens na tela, e, por outro, o que está acontecendo dentro do computador, geralmente é muito menos direta”*. Quando interagimos com a máquina de venda de títulos de transporte (Página 2), por exemplo, os elementos físicos e virtuais da máquina, nos parecem muito pouco relacionados. Razão pela qual, por exemplo, a falta de princípios claros de interface como (Cambiaghi 2007) a confirmação pode ocasionar erros. A possibilidade de se projetar uma interface confusa, redundante e pouco intuitiva decorre desta distância entre os elementos físicos dos elementos virtuais.

2.5. Os sistemas de diálogo falado

De acordo com Möller (2004) *os “sistemas de diálogo falado (SDF) são interfaces entre o utilizador e um sistema de aplicação que usa a voz humana como modalidade de interação”*. Para Fang (2006), os SDF permitem que os utilizadores dialoguem com o computador, de forma mais natural quanto possível, utilizando a sua própria voz como mensagem de entrada e saída para controlar o sistema. Nestes sistemas o fluxo do diálogo ocorre através de duas tecnologias principais: o reconhecimento da voz, referente a tecnologia que permite que o computador identifique os sons dito pelas pessoas, e a síntese da voz, que é a reprodução artificial da voz humana, comumente chamada de conversão texto-fala (em inglês *texto-to-speech*). Dessa forma, o diálogo ocorre quando a fala do indivíduo é reconhecida e codificada pelo computador, que por sua vez realiza a síntese da voz que é entendida pelo utilizador.

Estes sistemas podem ser classificados em uni-modais, quando utilizam apenas entrada e saída de voz; ou multimodais, quando utilizam também outras modalidades de interação, como a visual (interfaces gráficas), por exemplo. Nas interfaces de voz os comandos realizados pelo utilizador para controlar o sistema, bem como aqueles realizados pelo computador baseiam-se principalmente ou exclusivamente em áudio, incluindo componentes de voz e som (Weinschenk e Barker, 2000). Embora este tipo de interface inclua componentes de *hardware*, como teclado, botão, ou display visual, eles não são cruciais dentro do sistema.

O reconhecimento de voz pode ser dividido em duas categorias: contínuo e discreto. No reconhecimento contínuo o utilizador não precisa fazer pausas entre as palavras, e fala com o sistema sem utilizar comandos específicos, é portanto muito natural, levando a uma maior satisfação por parte do utilizador. Reconhece mais as respostas do utilizador do que o controle e comando. Pode-se utilizar a primeira pessoa no discurso, gerando maior satisfação por parte do utilizador. Quando duas pessoas conversam elas se revesam falando e escutando,

o mesmo deve ocorrer nas interfaces de voz. No reconhecimento discreto, de modo oposto, o sistema reconhece um vocabulário limitado de palavras ou frases ditas que representam tarefas previsíveis que o sistema pode realizar. O utilizador pode apenas utilizar palavras e frases específicas pré-determinadas e deve fazer pausas entre as suas respostas. Estas aplicações são normalmente chamadas de comando e controle.

Apesar de não soar tão natural ou fácil de usar quanto o reconhecimento contínuo, o reconhecimento discreto é fácil de aprender e fornece uma alta taxa de precisão. *Word spotting* é uma técnica muito utilizada por sistemas discretos para fornecer uma ilusão de fala contínua, fazendo com que a interação com o sistema seja mais natural. Nestas aplicações o utilizador pode dizer uma sentença ou frase completa que inclui o comando, o *software* filtra o que foi dito de modo a aceitar o comando.

O fluxo do diálogo ocorre de forma sequencial como é descrito abaixo:

1º) Inicialmente a voz do utilizador é reconhecida pela tecnologia de reconhecimento automático da fala (Em inglês *Automatic Speech Recognition - ASR*) que permite que o computador identifique a sua resposta aceitando-a de forma a controlar o sistema. O ASR, de acordo com Möller (2004), transcreve o sinal acústico em uma lista de palavras, fazendo o uso de um modelo acústico que descreve os sinais acústicos potenciais, de um modelo do vocabulário potencial, e de um modelo gramatical que indica o jeito como as palavras podem ser ordenadas a partir da resposta que o utilizador fornece ao sistema.

2º) Posteriormente o módulo gestão do diálogo processa a resposta do utilizador, garantindo a regularidade e suavidade do discurso. De acordo com Möller (2004) o módulo de gestão do diálogo assume as seguintes funções: coletar informações do utilizador que são necessárias para realização da tarefa; distribuir a iniciativa do diálogo, prever confirmação e verificar a informação entendida pelo sistema, prever ajuda ao utilizador, corrigir os erros e mal entendimentos do sistema, interpretar fenômenos da complexidade do discurso como elipses³ e anáforas⁴, e organizar as informações de saída para o utilizador. É nesta altura do processo que no NAVMETRO® o sistema de orientação sonora reproduz os sons através das bóias sonoras (Figura 22)

3º) A resposta assim é gerada ao utilizador a partir de dois elementos: o gerador de resposta (*response generation*) e o sintetizador da voz (*speech synthesizer*). De acordo com Möller (2004) o gerador de resposta envolve decisões sobre qual informação deve ser dada ao utilizador, como esta informação deve ser estruturada e também sobre o formato da mensagem relativamente às palavras e sintaxe⁵ utilizadas. O módulo de resposta de voz traduz a mensagem construída pelo gerador de resposta em sinal acústico de fala através do

³ [http://pt.wikipedia.org/wiki/Elipse_\(figura_de_estilo\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Elipse_(figura_de_estilo))

⁴ <http://pt.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1fora>

⁵ <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sintaxe>

sintetizador texto-fala (em inglês *texto-to-speech* – TTS). A síntese texto-fala consiste em três passos: o primeiro é o processamento simbólico da entrada do texto, que envolve alguns elementos como a conversão do texto ortográfico em uma série de fonemas, a segmentação do texto, a análise sintática e morfológica, além de envolver elementos como a normalização, a abreviação e o número da resolução, etc. De acordo com o autor, o segundo passo é gerar padrões de entoação para as palavras e frases, duração dos fonemas, bem como a frequência fundamental e a intensidade de contorno do sinal. O terceiro passo é gerar o sinal acústico adequado.

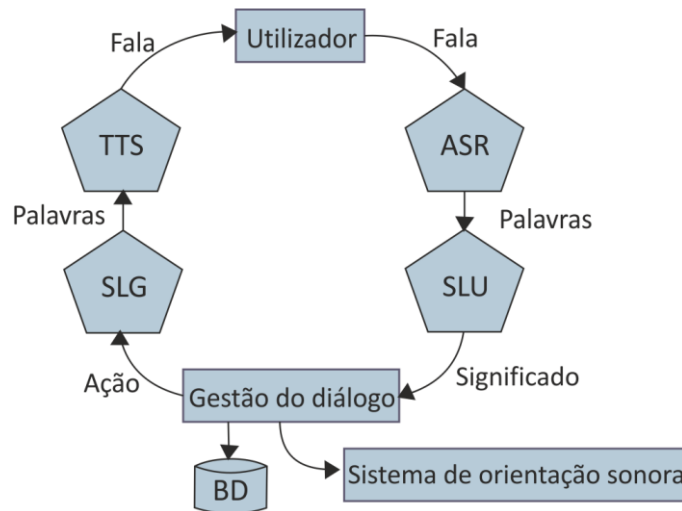


Figura 22: principais componentes do fluxo de diálogo
Fonte: arquivo pessoal, 2012

De acordo com Spiliotopoulos, Stavropoulou, e Kouroupetroglou (2009) os SDF podem assumir três tipos de configurações: os básicos DTMF, os sistemas simples de pergunta-resposta ao utilizador, e os sistemas abertos:

Do primeiro grupo fazem parte sistemas muito básicos em que um *layout* estático muito básico é apresentado ao utilizador e ele pode optar pelas respostas sim/não e navegar através de um menu de opções básico. Tais sistemas não são tipos como sistemas amigáveis, pois são limitados e requerem paciência e certo tempo do utilizador para completar a tarefa. A principal vantagem destes sistemas é que é a robustez, uma vez que o utilizador faz uso de poucas palavras e de um menu bastante limitado.

O segundo grupo é constituído por sistemas mais avançados que proporcionam mais naturalidade na interação do utilizador. Os menus são dinâmicos, tem confirmações e respostas à disambiguidade assim como um vocabulário mais elaborado. Estes sistemas têm um vocabulário de reparação restrito. O pequeno vocabulário faz do sistema relativamente robusto. São utilizados para muitas aplicações de forma bastante eficiente.

O terceiro sistema é utilizado em diversas aplicações. São conhecidos pela satisfação e naturalidade proporcionadas ao utilizador. As respostas podem ser longas, complexas e com grande variedade de vocabulário. O diálogo é dinâmico e a demanda e a taxa de reconhecimento é alta. O gestor de diálogo é baseado em tarefa, o sistema cria tarefas e planos de ação de preenchimento. O utilizador espera sempre alta naturalidade na interação.

De acordo com os autores, cada um possui diferentes expectativas em relação a usabilidade. Abaixo mostra-se como a usabilidade é levada em conta, em cada um dos estágios do ciclo de vida do produto (Tabela 3). Os sistemas abertos possuem um potencial mais alto para integração da usabilidade durante o processo.

Tabela 3: impacto da usabilidade no ciclo de vida dos SDF
Fonte: Spiliotopoulos, Stavropoulou, & Kouroupetroglou, 2009

Tipo	Requisitos	Design	Implementação	Avaliação	Conceção
DTMF	baixo	médio	baixo	baixo	baixo
P&R	médio	médio	baixo	médio	baixo
Abertos	alto	alto	médio	alto	médio

A tecnologia de reconhecimento de voz tem sido muito utilizada nos últimos anos para aplicações em contextos de uso dinâmicos, em que o utilizador acaba por ter de executar várias ações simultâneas, como acontece com o uso de dispositivos de comunicação móvel (Hooper e Berkman 2011), automóveis (Cavedon, Weng, & Mishra), sistemas de controle residencial (Möller, Smeele, et al. 2005; Möller, Krebber et al. 2005) e equipamentos industriais complexos (Nielsen 1994). Os SDF também estão voltados para aplicações que precisam ser executadas de forma rápida, em espaços curtos de tempo, e em situações cujas ações são extremamente focadas como por exemplo efetuar transações bancárias, obter reservar de voo, solicitar informações turísticas, fazer anotações durante uma reunião (ITU-T P. 851, 2003; Hooper e Berkman 2011).

Os atuais automóveis possibilitam ao utilizador realizar atividades como navegar na internet, ouvir música, procurar restaurantes, conferir a previsão do tempo, etc através de dispositivos controlados pela voz humana (Geutner & Steffens, s/d). Muitas dessas atividades antes eram realizadas de forma dificultada pois, dependiam do manuseio de muitos equipamentos e que geralmente possuíam um ecrã muito reduzido. De fato, para estes casos, por exemplo, em que os olhos devem permanecer atentos à estrada e as mãos 100% do tempo no volante, a utilização da tecnologia de reconhecimento de voz se torna cada vez mais necessária de modo a evitar acidentes. Portanto, a segurança é uma preocupação constante para estes tipos de aplicações.

Para Moggridge (2007) a idéia de se ter uma interface portátil é uma consequência inevitável da evolução tecnológica, onde o telemóvel não está mais

tão associado a um objeto de lazer, mas sim a um assistente de comunicação pessoal essencial a vida das pessoas. Algumas pesquisas estão começando a aperfeiçoar os estudos para este tipo de sistema tanto a nível técnico (precisão e segurança do sistema), quanto a nível dos aspetos cognitivos mais voltados a usabilidade, nomeadamente às questões referente à velocidade da interação, erros cometidos pelo sistema, etc. (Fang, 2000).

Hoje cada vez mais esta tecnologia tem possibilitado às pessoas com deficiência visual interagirem com diversos dispositivos, utilizando a sua própria voz por meio de aplicações com baixo custo, o que a torna uma importante ferramenta para a promoção da acessibilidade. Uma das grandes preocupações de empresas como Apple® e Code Factory®, é a de estabelecer padrões para importantes requisitos de acessibilidade de modo a ser aplicados na tecnologia móvel auxiliando às pessoas a executarem as suas tarefas diárias (Hooper e Berkman 2011).

O processo de design de um SDF envolve quatro estágios: planeamento e levantamento de requisitos, design, implementação, testes e desenvolvimento, e avaliação. Em termos de usabilidade existem três características pertinentes ao envolvimento do utilizador no processo de interação: o utilizador deve obrigatoriamente estar envolvido neste 4 estágios, os requisitos da usabilidade, metas e parâmetros de avaliação devem ser considerados no início do desenvolvimento do produto, o processo de desenvolvimento de um produto é iterativo para os quatro estágios e dessa forma pode ser feito e refeito continuamente, quantas vezes for preciso a fim de aprimorar o sistema (Figura 23).

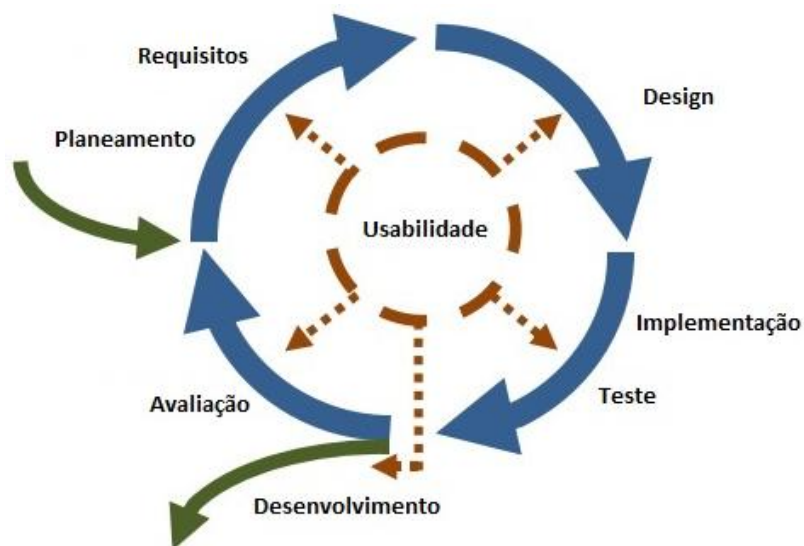


Figura 23: interface típica ciclo de vida e usabilidade
Fonte: Spiliotopoulos, Stavropoulou, e Kouroupetoglou, 2009

2.6. Teoria da usabilidade

A grande preocupação do design de interação é compreender o utilizador e estabelecer critérios para o desenvolvimento de sistemas de interação mais amigáveis, seguros, que não coloquem em risco a qualidade de vida das pessoas. O fato é que o desenvolvimento tecnológico associado aos sistemas computacionais pode proporcionar tanto boas quanto más experiências às pessoas. De acordo com Bonsiepe (1997) as possibilidades proporcionadas pela informática só devem ser utilizadas se proporcionarem uma experiência de qualidade ao utilizador, pois de acordo com o autor a interface é um meio que pode:

- Frustrar e irritar;
- Facilitar ou dificultar a aprendizagem;
- Ser divertida ou aborrecida;
- Revelar relações entre informações ou deixá-las confusas;
- Abrir ou excluir possibilidades de ação efetiva instrumental ou comunicativa.

De acordo com Neuman (1994) embora os sistemas interativos tenham mudado muito ao longo dos anos, os erros e falhas continuam acontecendo, porém com outros disfarces, tecnologias, e contextos. Dessa forma, a usabilidade assume um papel importante em um cenário onde os produtos se tornam cada vez mais complexos no tocante às suas características e funcionalidades, e onde as pessoas se tornam cada vez mais exigentes e menos tolerantes a falhas (Jordan, 1998).

Os designers devem assegurar que as necessidades, anseios e limitações dos utilizadores sejam levados em consideração no projeto de um produto. De acordo com Neuman (1994) cabe aos designers antecipar pontos fracos do comportamento do utilizador de modo a criar estratégias para a melhoria contínua dos sistemas. O autor cita ainda que o reconhecimento das falhas e ambiguidades é um desafio ainda não alcançado pelos computadores, e que na maioria dos casos, a culpa pelas falhas e acidentes geralmente recaem sobre os utilizadores.

A ISO (*International Organization for Standardization*) define usabilidade como sendo “a eficácia, eficiência e satisfação com que utilizadores específicos podem alcançar objetivos específicos num ambiente particular” (Jordan, 1998; ISO 9241-11, 1998).

Jordan (1998) discute a definição da ISO e complementa apontando que: efetividade refere-se ao ponto no qual um objetivo ou tarefa é alcançado com sucesso, pouco sucesso ou fracasso. Eficiência refere-se ao grau de esforço requerido para atingir um objetivo, ou seja, quanto menor o esforço exigido para realizar uma tarefa, maior a eficiência do sistema. O esforço pode ser mensurado,

por exemplo, em termos de tempo para realização de uma tarefa e da quantidade de erros cometidos pelo utilizador durante a realização da mesma. Para Tullis (2008) a eficiência confere o grau de sucesso ou fracasso na execução de uma tarefa. Satisfação refere-se ao nível de conforto e grau de aceitação na utilização de um produto; este é o aspeto mais subjetivo da usabilidade, portanto mais difícil de mensurar pois envolve julgamentos do utilizador. Portanto a usabilidade remete tanto à satisfação de uso físico quanto cognitivo, descrevendo, portanto, a qualidade da interação de uma interface.

2.6.1 Componentes da usabilidade

Quando Lida (2005) defende que os produtos devem ser “amigáveis, fáceis de entender fáceis de operar e pouco sensíveis a erros” ele defende também que a usabilidade não depende apenas das características do produto, mas também das características do utilizador, dos objetivos pretendidos por ele, e do ambiente envolvente. De fato, um produto/serviço pode ser considerado adequado para utilizadores experientes, mas ineficiente para utilizadores novatos. Da mesma forma o ambiente pode influenciar positivamente ou negativamente o uso dos produtos/serviços. Pensando nisso, começa-se a analisar quais as componentes a ser consideradas num estudo envolvendo usabilidade de produtos e serviços. Jordan (1998) aborda cinco componentes de usabilidade:

- Possibilidade de intuir é a medida de custo para o utilizador, quando utiliza um produto/serviço pela primeira vez. Segundo o autor este é um princípio fundamental para produtos que exigem um bom desempenho na primeira utilização, produtos em que a possibilidade de ocorrer imprevistos é grande, além de produtos que não possuem qualquer explicação prévia ou exemplo de utilização;
- Possibilidade de aprender é o custo para se atingir um nível de competência na realização de uma tarefa, excluindo dificuldades inerentes à primeira utilização. Se o método para realização da tarefa é de fácil memorização para o utilizador, depois da primeira utilização, o produto possui assim alto fator de aprendizagem para esta tarefa. A capacidade de memorização diz respeito a facilidade que o utilizador tem de lembrar como utilizar um sistema, depois de já ter aprendido como fazê-lo, sendo importantes para utilizadores que não utilizam o sistema com frequência, em situações em que o tempo de treino é curto ou em situações de auto-aprendizagem.
- Performance do utilizador está relacionada à regularidade de performance devido à experiência com um dado produto. Neste caso há pouca pressão para rápido aprendizado, mas alto nível de performance exigido do utilizador.

- Potencial do sistema representa o nível máximo de performance que seria teoricamente possível atingir no uso de um produto. Dessa forma, é um fator limitante da performance do utilizador.
- Re-usabilidade está relacionada à baixa na performance depois de um tempo sem utilizar o produto. Isso pode acontecer quando o utilizador esquece como utilizar o produto ou alguma função necessário ao funcionamento do sistema.

Visando entender as necessidades do utilizador e dessa forma o propósito projetual Preece (2005) classifica as metas de design de interação em: metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência do utilizador (Figura 24). Enquanto as primeiras preenchem critérios específicos de usabilidade e englobam aspectos por exemplo da eficiência do produto/serviço, as últimas dizem respeito a qualidade da experiência do utilizador e envolvem aspectos como agradabilidade, frustração, motivação, etc., na interação.



Figura 24: metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência
 Fonte: Preece, 2005

Preece (2005) aborda o conceitos de utilidade e segurança como importantes metas de usabilidade.

Utilidade:

Utilidade é a medida na qual o sistema fornece certo tipo de funcionalidade, de modo que os utilizadores possam realizar a tarefa que desejam. Para Moggridge (2007) usabilidade, diferente de utilidade é a facilidade no uso destas funções. Supondo que o utilizador queira realizar uma chamada para ser informado do horário de sua próxima viagem através da central de atendimento de uma companhia aérea. Ao realizar a chamada o utilizador percebe que o sistema é muito fácil de ser utilizado, pois possui um menu claro e dividido de forma hierarquizada, há *barge-in*, de modo que o utilizador é capaz de interromper o sistema. O utilizador realizou esta tarefa em menos de 20 segundos

(s), resolve assim voltar ao *menu* inicial para saber se há possibilidade de informações sobre o tempo de duração da viagem até o destino final, porém percebe que não há este tipo de informação disponível. Neste caso fica claro que para este o sistema de atendimento é fácil de ser utilizado, mas não é tão útil quanto deveria ser, pois o cliente não encontrou a função de que gostaria. Para Cybis (2007) utilidade nos serviços de comunicação móvel é a percepção que o utilizador tem de que o serviço lhe agrega algum valor dentro de seu contexto, ou seja, quão vantajosa é a opção de utilizá-lo em relação a outras opções, seja pela localização do utilizador, pela disponibilidade de outras opções, pela economia de tempo ou esforço.

Segurança:

Segurança implica proteger o utilizador de qualquer tipo de situação indesejável, sendo assim uma condição fundamental para que o SDF seja confiável. Para Preece (2005) é importante proporcionar ao utilizador uma utilização segura e confiável em relação as suas características funcionais, operacionais, perceptíveis, para que não ocorram riscos e acidentes eventuais que possam envolver o utilizador.

Também diz respeito ao possível medo dos utilizadores diante das consequências dos seus erros e de que forma isso afeta o seu comportamento. Interfaces seguras proporcionam ao utilizador confiança e permitem que ele tenha oportunidade de explorar a interface a fim de experimentar outras opções. Pode-se aqui citar o exemplo do comando *undo* que oferece ao utilizador a oportunidade de recuperar as suas ações realizadas.

As metas decorrentes da experiência do utilizador se referem aos aspetos da experiência que não necessariamente dizem respeito a eficiência e produtividade na interação com o sistema, mas sim às questões da satisfação do utilizador. De acordo com Preece (2005) é projetar sistemas que sejam satisfatórios, agradáveis, motivadores, emocionalmente adequados. Para proporcionar boas experiências para o utilizador é preciso entender como ele se sente na interação com o sistema, e de acordo com o autor isso envolve explicar a natureza da experiência do utilizador em termos subjetivos. Moggridge (2007) defende a mesma idéia quando assume que atualmente “não estamos só interessados no que a tecnologia pode fazer por nós, mas sim em descobrir o que ela significa pra nós”. Resume-se em saber qual é a mais-valia associada ao produto que nos faz gostar de utilizá-lo. Para Weinschenk e Barker (2000) as interfaces funcionam melhor quando se une utilidade e agrado. Quando os utilizadores acreditam e sentem que o sistema permite que eles façam o seu trabalho de modo produtivo, útil com o mínimo de esforço então eles se sentem realizados e vão taxar a experiência como satisfatória.

Cybis (2007) faz uma abordagem da usabilidade nos serviços de telefonia móvel e sugere que para além de auxiliar o utilizador a alcançar o seu objetivo em

tempo hábil e sem incidentes, o sistema deve potencializar boas experiências. Para o autor uma forma de proporcionar boas experiência é permitir que o serviço esteja sempre *on-line* e funcionando perfeitamente. Longos períodos de espera na transmissão das informações, ausência de sinal, interrupções ou quedas de conexão são extremamente frustrantes para o utilizador. Embora designers não tenham controle sobre a conexão e a área de cobertura das operadoras, eles devem considerar esses fatores no projeto da interação, por exemplo, agregando na interface elementos que forneçam confirmação sobre o estado da conexão, além de mecanismos que evitem perda de informação em caso de queda de conexão. O autor chama a atenção para os elementos do processo *off-line*, que complementam a experiência do utilizador, mas que não estão relacionados ao processo da interação, como por exemplo, a confiança no nome da empresa que oferece o serviço, a segurança dos dados, além do suporte ao utilizador ou a agilidade e qualidade na entrega dos produtos.

2.6.2 Aspetos cognitivos relevantes

É importante conhecer os utilizadores para compreender as suas características e limitações na interação com os sistemas interativos. Estas características e limitações obviamente variam em função do sexo, faixa etária, e grau de instrução da população de interesse. Para Weinschenk e Barker (2000) as pessoas tem limites físicos (visuais, auditivos, táteis, motores e de fala) e cognitivos (atitudes, expectativas, memória, tomada de decisão, etc.) referentes a quantidade e qualidade de informação que eles podem processar e para que o SDF seja fácil de utilizar, ele não deve sobrecarregar nenhum desses limites. Para Preece (2005) a cognição envolve os processos de atenção, percepção, memória, aprendizado, fala e audição que são elementos importantes de ser considerados no desenvolvimento de um sistema interativo, de modo que a informação seja apresentada de forma lógica e apropriada para o utilizador.

A percepção refere-se a como a informação é adquirida do ambiente pelos diferentes órgãos sensitivos (ex: olhos, ouvidos) e transformada em experiências com objetos, eventos, sons, e gostos (Cybis 2007). Para o autor "a percepção é delimitada por um conjunto de estruturas e tratamentos cognitivos pelos quais as pessoas organizam e dão significado às sensações produzidas por seus órgãos perceptivos a partir dos eventos que lhes estimulam". Esses tratamentos se organizam em três níveis: os processos neurofisiológicos ou de detecção têm por objetivo reagir à existência de um estímulo que gere uma sensação; os processos perceptivos ou de discriminação visam organizar e classificar as sensações e só é possível se anteriormente houver a detecção e se já existirem categorias memorizadas; e os processos cognitivos ou de interpretação visam dar significado às informações e só é possível ocorrer se houver informação sobre as condições de contexto no qual a percepção é realizada. Para o autor a informação que resulta do processo de sensação e de discriminação é muitas vezes incompleta, pois pode não ser bem captada pela pessoa, por alguma razão.

Porém, mesmo a informação incompleta possui elementos diferenciadores que permitem que uma informação “similar” seja ativada na memória após a análise das condições do contexto em que a percepção é realizada.

A atenção, de acordo com Cybi (2007), envolve a focalização ou a concentração dos processos cognitivos sobre um objeto ou pensamento e envolve os sentidos visuais e/ou auditivo. É preciso perceber quais são as condições que favorecem ou prejudicam o desempenho humano quando existem vários estímulos semelhantes e se quer focalizar a atenção em um estímulo, ou quando se quer ao contrário dividir a atenção entre dois ou mais estímulos. Para o autor há maior possibilidade de obter atenção quando os estímulos que devem ser tratados simultaneamente são de modalidades diferentes, por exemplo: um estímulo sonoro e outro visual que acontecendo simultaneamente.

Para Preece (2005) a memória implica recordar vários tipos de informações permitindo às pessoas agir adequadamente e é acompanhada por um processo de filtragem, que possibilita as mesmas decidir qual informação será posteriormente processada e memorizada. De acordo com a autora o processo de filtragem ocorre da seguinte forma: primeiro ocorre a codificação que determina que informação é acessada e como ela é interpretada – “quanto mais se presta atenção nessa informação e quanto mais isso é processado em termos de pensamento e comparação com outro acontecimento, maior a probabilidade de ser lembrado (Cybis, 2007)”. Além disso, segundo Cybis (2007) se a codificação da informação acontece em contexto diferente daquele que estão acostumadas se torna mais difícil para os utilizadores lembrar. Shneiderman (1998) afirma que comandos por voz exigem do utilizador maior capacidade de memorização se comparado ao trabalho dos olhos e das mãos. Weinschenk e Barker (2000) apontam alguns aspectos importantes referentes a usabilidade destes sistemas: as pessoas têm dificuldade de memorizar mensagens muito longas e complexas, sendo capazes de lembrar 3 ou 4 itens de um menu por vez; a informação é mais fácil de ser lembrada quando é fornecido ao utilizador algum tipo de significado à mensagem; o ideal é que uma mensagem possua três ou quatro fragmentos com três ou quatro itens por fragmento; outro ponto importante, de acordo com o autor é observar que as últimas informações são sempre mais fáceis de lembrar.

De acordo com Weinschenk e Barker (2000) a tomada de decisão envolve um processo de escolha de uma ação, entre várias outras opções. Para efetuar essa escolha as pessoas buscam sempre informações que confirmem uma decisão que elas já fizeram anteriormente. Dessa forma elas tendem a tomar a decisão e depois tentar encontrar dados que casem com o que elas já decidiram.

De acordo com o autor nos SDF as pessoas não extraem muita informação para além daquilo que lhes é fornecido; continuam procurando mais informação mesmo já tendo informação suficiente para tomar a decisão; focam somente em poucos atributos, e sempre julgam os que lhes são mais críticos – aquilo que lhes soa mais complicado é excessivamente simplificado; tratam todas as informações que têm como igualmente confiáveis; além disso, as pessoas podem somente

lidar com três ou quatro hipóteses de uma vez - se elas tiverem mais alternativas, descartarão algumas delas e somente considerarão apenas três ou quatro.

Para Preece (2005), entender os modelos e impressões que são construídos na mente do utilizador é fundamental que se possa traçar estratégias de projeto coerentes com as necessidades e expectativas dos utilizadores. Essas estratégias são definidas pelo autor como modelos conceituais. O diálogo, como principal modelo conceitual da interação com um SDF, pretende refletir um processo da comunicação entre os envolvidos, no qual de acordo com o autor, o sistema atua mais como um parceiro do que como uma máquina que simplesmente obedece a ordens. Ainda de acordo com o autor o diálogo possibilita aos utilizadores novatos, interagir com um sistema de uma maneira com a qual já estão familiarizados, por outro lado, o modelo conversacional é projetado para responder da mesma forma que um ser humano responderia ao conversar com alguém, sendo assim as pessoas esperam que o computador seja muito mais espontâneo do que ele realmente é, o que pode levar a frustração do utilizador.

2.6.3. Usabilidade e os sistemas de diálogo falado

Alguns estudos realizados sobre os SDF já da atual geração (Fang 2000; Weinschenk e Barker 2000) fornecem base para o entendimento das capacidades e limitações humanas (aspectos fisiológicos, cognitivos e psicológicos) associadas a interação com as tecnologias da voz, proporcionando assim um entendimento de como a usabilidade pode auxiliar no desenvolvimento de SDF de qualidade levando em conta requisitos importantes do utilizador.

De acordo com Möller (2004) a usabilidade é uma das componentes que afetam a qualidade de um serviço. *“A qualidade de um serviço é o efeito coletivo da performance do serviço que determina o grau de satisfação do utilizador pelo serviço”*. Para o autor os princípios de qualidade do serviço podem ser vistos de dois pontos de vista: o do fornecedor do serviço e o do utilizador, sendo o segundo o que interessa entender para este trabalho.

Do ponto de vista do fornecedor a qualidade compreende quatro fatores: suporte do serviço, que é a habilidade do fornecedor prover assistência quando requerida pelo utilizador; operabilidade, que é a habilidade do serviço ser facilmente operado pelo utilizador; habilidade da entrega, que refere-se a facilidade do serviço em ser obtido, à capacidade de retenção do mesmo, ou seja, uma vez obtido o serviço continuará fornecendo condições de ser operado durante o tempo solicitado pelo utilizador, bem como à integridade, que é o grau de entrega do serviço sem excessivos prejuízos ao utilizador; e, segurança que é a proteção dada ao utilizador contra situações adversa que podem ser ocasionadas por uso indevido, erro humano, desastres naturais, etc.

Do ponto de vista do utilizador o que realmente importa é a qualidade de uso, que também depende da qualidade interna e externa (Figura 25). Qualidade

interna e externa abrangem as características como funcionalidade, segurança, confiança, usabilidade, eficiência, manutenção e portabilidade, importantes para os desenvolvedores do sistema. Pensando no utilizador, a qualidade envolve o julgamento do utilizador a respeito das características do serviço com base nas suas expectativas e desejos. Portanto a qualidade no uso é definida pela produtividade, segurança, eficácia, eficiência, usabilidade e satisfação.

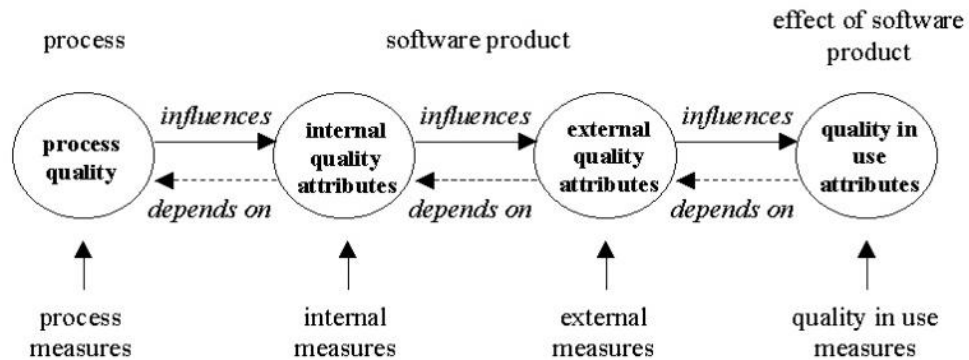


Figura 25: ISSO/IEC 9126-1 Qualidade de software
 Fonte: Morris, s/d

Ainda de acordo com Möller (2004) as falhas nos SDF geralmente decorrem quando há divergências entre os dois pontos de vista: o do fornecedor e o do utilizador. Quando importantes requisitos de usabilidade não são considerados no projeto destes sistemas devido à falta de planeamento e de comunicação entre os elementos da equipe de projeto, as necessidades e as capacidades dos utilizadores acabam não sendo levadas em consideração. Outros fatores acabam por influenciar negativamente a plena participação do utilizador no processo de design: o ambiente empresarial envolvente não propício, e os fatores do contexto como os custos associados ao serviço e a disponibilidade do serviço para todos os utilizadores.

A recomendação para serviços baseados em telefonia com tecnologia de voz, ITU-T Rec. P.851 (2003) define a usabilidade como sendo a capacidade do serviço ser entendido, aprendido e utilizado por utilizadores específicos em situações específicas. É dessa forma, o grau de adequação (Morris, s/d) do serviço para cumprir os requisitos do utilizador, incluindo a eficácia, e a eficiência do sistema e resultando na satisfação do utilizador. A qualidade do sistema/serviço resulta da percepção do utilizador, em relação ao que ele espera e deseja do sistema. De acordo com a ITU-T Rec. P. 851 (2003) a qualidade percebida pelo utilizador é um compromisso entre o que o utilizador espera ou deseja, e as características que ele percebe enquanto utiliza o serviço.

De acordo com a ITU-T Rec. P. 851 (2003) 4 tipos de fatores contribuem para a qualidade percebida pelo utilizador: o sistema; a tarefa, os fatores ambientais (acústica do ambiente), e os fatores contextuais (custos envolvidos, tipo de acesso, disponibilidade do serviço, etc.). A qualidade pode assim ser decomposta a partir destes quatro fatores em diferentes aspetos (Figura 26):

- Qualidade de input e output: se refere aos aspetos de inteligibilidade, naturalidade, esforço requerido para escutar as mensagens do sistema, ou a compreensão percebida do sistema;
- Cooperatividade do diálogo: é definida como o senso de não violação aos princípios de cooperatividade defendidos por Dybkjaer, Bernsen, e Dybkjaer (2004); Bernsen e Dykjaer (1996) e incluem aspetos como informatividade, verdade e evidência, relevância, conduta, conhecimento, e aspetos de meta-comunicação como confirmação, esclarecimento, e recuperação de erros (Tabela 4).
- Assimetria da interação do diálogo: se refere ao efeito da iniciativa do diálogo e capacidade de controle da interação;
- Eficácia: é um índice absoluto que descreve em que medida um objetivo foi alcançado, em relação a precisão e plenitude das metas;
- Eficiência: refere-se aos recursos gastos em relação a precisão e plenitude das metas alcançadas e é geralmente medida em termos de duração do diálogo, número de retornos do sistema, etc;
- Conforto: refere-se a personalidade do sistema nomeadamente a amigabilidade, educação, naturalidade do sistema, bem como o esforço requerido do utilizador na interação, como facilidade de comunicação, agitação, etc.

Eficácia e eficiência estão relacionadas com a performance em atingir uma meta a que o serviço foi designado a cumprir. Já a satisfação é um indicador da utilidade e usabilidade do serviço percebido pelo utilizador. Inclui pensar se o utilizador obteve a informação que ele queria, está confortável com o serviço, e tem a informação dentro de um tempo decorrido aceitável.

O ambiente, o sistema e a tarefa têm uma influência na qualidade da entrada e saída de voz, na cooperatividade do comportamento do sistema, e na simetria do diálogo.

Eficiência na comunicação está relacionada à velocidade da interação, tamanho do diálogo, e suavidade do diálogo. Eficiência da tarefa tem a ver com a facilidade de realização da tarefa. Quanto ao conforto dois aspetos são importantes: a personalidade do sistema que tem a ver com aspetos relacionados à educação, amigabilidade, naturalidade, e comportamento do sistema, e o esforço requerido do utilizador na interação (facilidade de comunicação, estresse, etc.). Estes três elementos; eficiência na comunicação, eficiência da tarefa e conforto, contribuem para a usabilidade, levando à satisfação do sistema. Já a eficiência no serviço por outro lado é influenciada pela eficiência na tarefa e pelos fatores contextuais. Usabilidade, eficiência no serviço e benefícios económicos resultam na utilidade do serviço e finalmente na aceitabilidade geral com o serviço.

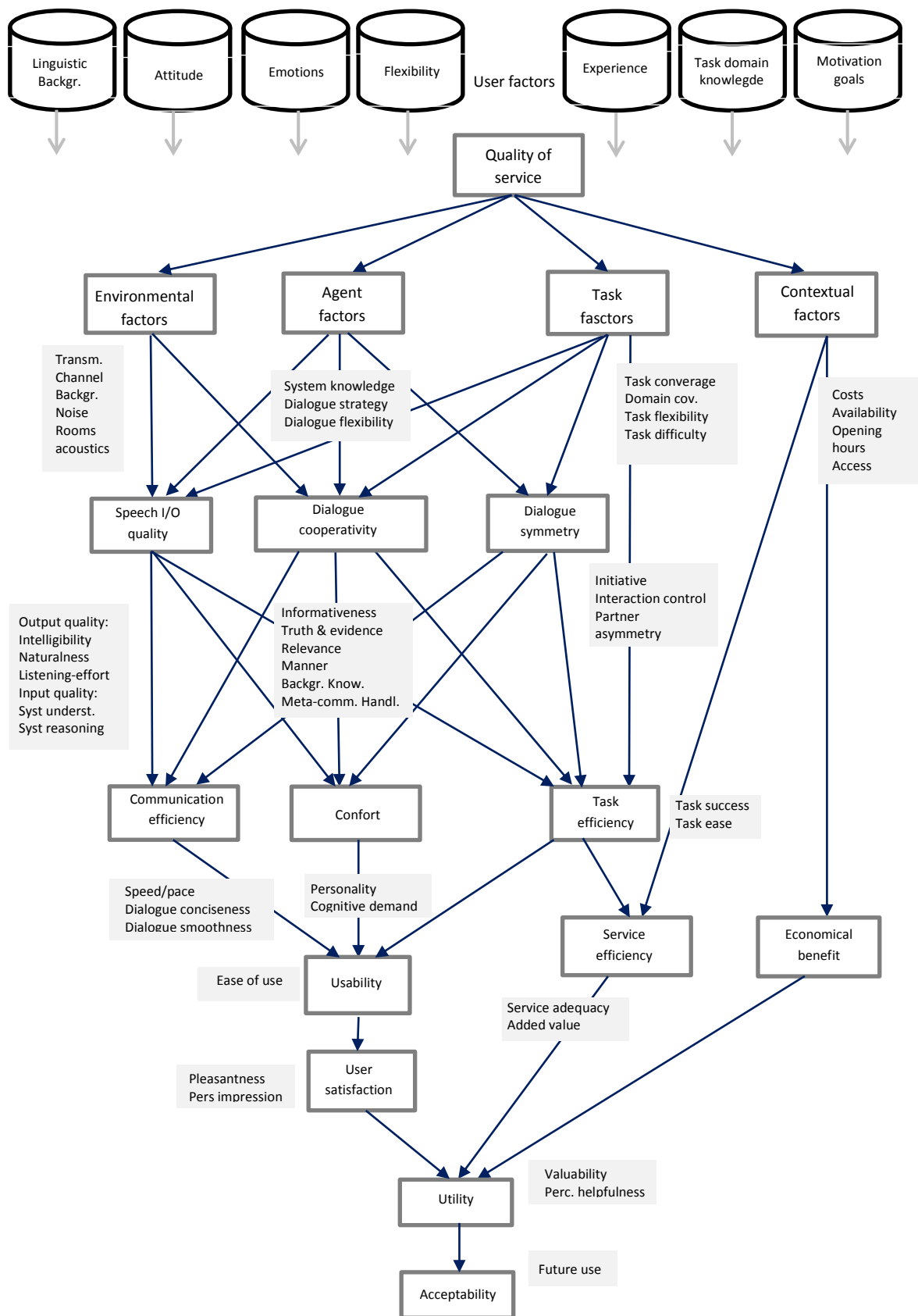


Figura 26: aspetos da qualidade e fatores de influência
 Fonte: ITU-T Rec. P.851, 2003

Tabela 4: os princípios genéricos e específicos de cooperatividade do diálogo

Fonte: adaptado de Dybkjaer, Bernsen, e Dybkjaer, 2004

Aspetto do diálogo	GP no.	SP no.	Princípios genéricos ou específicos
Grupo 1: Informatividade	GP1		*Faça a sua contribuição tão informativa quanto requerido
	GP1	SP1	*Seja muito explícito em comunicar aos utilizadores os compromissos por eles assumidos
	GP1	SP2	*Forneça confirmação em cada sentença fornecida pelo utilizador
	GP2		*Não forneça informações repetitivas
Grupo 2: Verdade e evidência	GP3		*Não diga o que você acredita que não seja verdadeiro
	GP4		*Não dizer que você tem evidências suficientes
Grupo 3: Relevância	GP5		*Seja relevante, i.e. Seja adequado às necessidades imediatas em cada fase de operação
Grupo 4: Modo	GP6		*Evitar obscuridade de expressão
	GP7		*Evitar ambiguidade
	GP7	SP3	Fornecer a mesma formulação para a mesma pergunta ao utilizador ao todo o diálogo, especialmente nos retornos.
	GP8		*Seja breve (prolixidade desnecessária)
	GP9		*Seja ordenado
Grupo 5: Assimetria	GP10		Informar aos utilizadores sobre características adversas do sistema para que o utilizador se comporte de forma cooperativa no diálogo
	GP10	SP4	Fornecer uma comunicação clara e compreensível do que o sistema pode ou não fazer
	GP10	SP5	Fornecer instruções suficientemente claras para os utilizadores sobre como interagir com o sistema
Grupo 6: Conhecimento	GP11		Levar em consideração o conhecimento dos utilizadores
	GP11	SP6	Levar em consideração inferências dos utilizadores, por analogia, a partir de domínio de tarefas relacionadas
	GP11	SP7	Separar sempre que possível as necessidades dos utilizadores novatos e experientes (diálogo adaptativo)
	GP12		Levar em consideração as expectativas dos utilizadores, bem como o seu conhecimento
	GP12	SP8	Fornecer conhecimento sobre a tarefa
Grupo 7: Reparo e esclarecimento	GP13		Iniciar elementos de meta-comunicação claros em caso de falhas de comunicação
	GP13	SP9	Fornecer habilidade de iniciar reparo se o entendimento do sistema falhar
	GP13	SP10	Iniciar elementos de meta-comunicação claros em caso do utilizador fornecer respostas inconsistentes
	GP13	SP11	Iniciar elementos de meta-comunicação claros em caso do utilizador fornecer respostas ambíguas

2.6.3.1 Princípios de usabilidade e os SDF

Abaixo são elencados alguns princípios ou leis de usabilidade que devem ser considerados na avaliação de um SDF:

Consistência:

Consistência é o princípio que assegura que nos produtos/serviços tarefas similares sejam realizados de forma similar (Jordan, 1998). Dois componentes devem ser considerados no tocante a este princípio: a *experiência do utilizador* e a *possibilidade de generalização das suas ações*. Quanto mais o utilizador vai ganhando experiência no uso de um produto, mais ele pode generalizar o modo de uso de outros produtos a partir do que ele aprendeu anteriormente. A consistência refere-se a regularidade do produto em si, às suas funcionalidades, sem levar em conta as interferências exteriores. A interface deve ser consistente, do contrário os utilizadores não conseguem prever o que irá acontecer quando executarem a tarefa. As pessoas precisam de consistência para perceber o modelo conceitual básico, e ajustar o seu modelo mental de modo a melhor se ajustar ao modelo conceitual. Se a interface é consistente esse ajuste é realizado da melhor forma.

Compatibilidade:

Compatibilidade é o princípio que garante que a maneira de funcionar de um sistema interativo esteja de acordo com as expectativas do utilizador, baseadas no conhecimento que ele tem do mundo exterior (Jordan, 1998). A compatibilidade é similar ao conceito de consistência e facilita as generalizações, porém, neste caso, refere-se a regularidade entre o produto/serviço e as fontes externas, ou seja, aspetos culturais e estereotipados que afetam o jeito como o usuário utiliza um produto/serviço em particular. A interface deverá portanto considerar os costumes, contextos sociais e as expectativas dos utilizadores de modo a preservar as suas preferências. Isso nos leva a pensar que o vocabulário e ações que são naturais em uma determinada cultura, podem não ser bem aceitos em outra. De modo geral deve-se pensar em facilitar o processo de diálogo homem-máquina utilizando as palavras fáceis de entender e adequadas ao contexto.

Hoje com a evolução tecnológica alcançada os utilizadores esperam que os computadores interajam com eles como humanos. É preciso entender como o contexto social afeta à interação humano-máquina. De acordo com o autor, se os utilizadores veem o sistema como um assistente inteligente, eles irão interagir de uma forma menos formal, mas se eles veem o sistema como uma simples máquina, a interação tende a ser mais formal e concisa. Outro ponto importante é perceber como a tecnologia de voz pode afetar a relação e a conversa entre as pessoas.

Controle pelo utilizador:

Controle pelo utilizador é o princípio que defende que a interação se torna mais confortável quando a interface permite alto grau de controle pelo utilizador, caso contrário, ele pode experimentar sentimentos de apatia, ressentimento e confusão que pode resultar em erros ou desistência na utilização do produto (Jordan, 1998; Weinschenk e Barker, 2000). Existe uma diferença entre estar no controle e sentir que se está no controle. Para o mesmo autor diante de algumas ações, os utilizadores realmente devem estar no controle, em outros casos, basta que os utilizadores sintam que estão no controle, sem que necessariamente estejam.

Os utilizadores sentem que estão no controle quando: são capazes de antecipar o que o computador irá fazer; quando eles percebem que a ação que vão efetuar é realmente a mais apropriada; quando eles conseguem voltar atrás e concertar o erro cometido; quando a interface os permite trabalhar do jeito que lhes é desejado e não do jeito que o computador quer que eles façam (Weinschenk e Barker, 2000).

A percepção de falta de controle é evidente quando o sistema comete erros de reconhecimento e o utilizador começa a redirecionar o fluxo da conversa tentando concertar o problema. Aqui, se faz necessário o uso de um importante elemento denominado *barge-in* - com mais experiência no sistema o utilizador começa a antecipar o que o computador vai dizer, e dessa forma pode interromper o discurso quando quiser.

Confirmação:

As ações dos utilizadores devem ser confirmadas sempre, e deve ser fornecida ao utilizador uma clara indicação sobre os resultados dessas ações (Jordan, 1998). Para o autor neste aspecto um ponto importante a ser considerado é a relação memória e aprendizagem: a confirmação facilita a memorização do utilizador, tornando o aprendizado mais fácil. De acordo com Weinschenk e Barker (2000) nos SDF deve-se atentar para a confirmação nos casos em que:

- Os utilizadores reconhecerem os seus erros, antes do sistema reconhecê-los, para isso é importante permitir que o utilizador detecte e corrija os seus erros antes da intervenção do sistema. A capacidade do sistema em permitir que o utilizador o interrompa é fundamental aqui, caso ele detecte algum erro;
- Os utilizadores não sabem quando o sistema está apto a identificá-lo, de forma que é importante fornecer confirmação ao utilizador sobre o *status* do sistema evitando assim erros. Deve ficar claro ao utilizador quando é a vez dele falar e quando é a vez do sistema. Uma confirmação também pode ser fornecida quando o sistema está ocupado, assim os utilizadores sabem que tem que esperar para realizar a ação;

- O sistema demora mais de 3s para responder à solicitação do utilizador convém que ele emitia uma mensagem de que está processando a informação, e repeti-la a cada 7/10s até que finalmente responda, pois os utilizadores preferem confirmações rápidas,
- Os utilizadores não respondem à solicitação do sistema, o mesmo deve fornecer respostas progressivas iniciando sempre com respostas curtas e tentando sinalizar ao utilizador que ele pode voltar atrás numa tarefa sempre que desejar;
- Há riscos evidentes e portando deve-se confirmar as respostas do utilizador sempre;

É preciso atentar para situações em que ocorre excesso de mensagens de confirmação, pois elas podem fazer com que o utilizador perca o interesse pelo sistema. De acordo com o autor o que é necessário é sempre contrabalançar o custo de se cometer um erro, com o custo de aborrecer o utilizador pedindo que ele confirme continuamente algumas sentenças.

Muitos sistemas fornecem idéias alternativas para situações de erro. Por exemplo se a pessoa diz: *boston*, o sistema pode não entender e perguntar: *você disse Austin ou Boston?* Dessa forma, é importante que o sistema forneça um questionamento posterior de modo a ter certeza que ele escutou corretamente a mensagem (Weinschenk e Barker, 2000)

Prevenção e recuperação de erros:

De acordo com Tullis (2008) erro é o ato de escolher uma opção errada e que provoca o insucesso de uma tarefa. Para Jordan (1998) a probabilidade de erros deve ser minimizada e se ocorrer, deve ser de fácil e rápida recuperação. As mensagens de erro devem especificar muito bem o que o utilizador deve fazer ou dizer para que ele possa recuperar a informação. Uma mensagem de erro adequada informa ao utilizador o que está errado, porque está errado e como fazer para reparar o erro. Deve-se projetar um sistema de modo a evitar manobras que exigem memorização e criar mecanismos de fácil identificação dos procedimentos incorretos. Os erros geralmente ocorrem porque o utilizador não entende o que lhe era suposto fazer, e quando os requisitos aqui expostos não são obedecidos no projeto da interface.

De acordo com Weinschenk e Barker (2000) em SDF erros ocorrem quando o utilizador carrega uma tecla errada, ou escolhe alguma outra função que não deveria ter escolhido. De acordo com o autor deve-se atentar para alguns aspetos:

- Atentar para o ruído do ambiente que pode ser interpretado pelo computador como *input* para o sistema;

- Permitir que o utilizador desligue o sistema quando desejar, pois as vezes os utilizadores querem interromper a interação para conversa com outra pessoa, pensar sobre a próxima ação que vão realizar, etc;
- Prover possibilidade de se desfazer alguma ação (*undo*), ou voltar atrás facilmente;
- Sinalizar quando ocorrer um erro, ou quando houver algum tipo de mensagem de aviso do sistema a ser mostrada;
- Considerar a possibilidade de oferecer repetição ao utilizador;
- Considerar que as pessoas não processam todas as informações, aqui deve-se preocupar em colocar as informações principais no início do menu, de modo a tentar aumentar a probabilidade da mensagem ser escutada e lembrada.

Möller , Engelbrecht, e Schleicher (2008) apresenta a Classificação de erros descritos por Oulasvirta et- al (2006) e modificados por Engelbrecht (2006) da seguinte forma:

- Erros a nível de meta: o sistema não possui a função ou capacidade que o utilizador solicita;
- Erros a nível de tarefa: o utilizador não entende como atingir a meta na interação com o sistema;
- Erros técnicos: as falhas não são influenciadas pelo utilizador, e sim pelo comportamento do sistema. Ex.: o sistema desliga inesperadamente; o sistema retorna ao menu sem que a ação tenha sido solicitada pelo utilizador;
- Erros a nível de comando: o utilizador faz uso de variações de linguagem como sinônimos ou palavras que não são entendidas pelo sistema. Ex.: o vocabulário do sistema apresenta a palavra aeronave, e o utilizador fala avião;

Tempo da tarefa adequado:

De acordo com Tullis (2008) duração de tarefa é o tempo considerado entre o início de uma tarefa até o final, e é geralmente expresso em segundos (s) ou minutos (min). Para o autor esta é uma excelente métrica para mensurar a eficiência de um sistema. Em quase todas as situações quanto mais rápido o utilizador consegue realizar uma tarefa, melhor é a experiência.

Quando há grande possibilidade do utilizador se tornar impaciente e exigente na realização da tarefa o requisito tempo é muito importante. É o que acontece nos SDF pois o utilizador tende a utilizar serviços que exigem a manipulação rápida e um número reduzido de passos (Hoover e Berkman 2011).

Além disso, de acordo com Tullis (2008) esta é uma métrica ideal a ser considerada para sistemas que são utilizados de forma repetitiva pelo utilizador. A interface deve operar num tempo adequado para o utilizador. Para Weinschenk e Barker (2000) se o andamento da conversa com o computador ou a velocidade com que o texto é falado é muito devagar, os utilizadores geralmente se tornam frustrados e tentam acelerar a interação, e isso possivelmente resultará em erros; e se por outro lado o andamento da conversa é muito acelerado, os utilizadores podem não entender o que está sendo dito. De acordo com o autor a média de tempo que uma pessoa leva para escutar e executar uma resposta é de 150 milissegundos (ms).

Weinschenk e Barker (2000) ainda apontam que os utilizadores tendem a imitar a velocidade do computador, dessa forma deve-se escolher uma velocidade apropriada de forma que a diálogo flua naturalmente - para voz natural o autor chama atenção para uma taxa de 150 a 180 palavras por minuto; e para a voz sintetizada, de 150 a 170 palavras por minuto.

Flexibilidade

Os SDF devem permitir que o utilizador ajuste as funções para o seu uso. De acordo com Weinschenk e Barker (2000) flexibilidade envolve deixar o utilizador customizar a interface, torná-la personalizável e adaptável. Para o autor, mesmo que se tenha o cuidado de se projetar levando em conta a maior parte dos utilizadores, vão sempre existir aquele grupo de pessoas que não foi levando em consideração. Dessa forma projetar a flexibilidade é tentar a todo custo levar em conta todos os utilizadores.

É fundamental que os SDF sejam flexíveis de forma que para os utilizadores mais inexperientes a interface forneça respostas mais lentas, da mesma forma que para utilizadores mais habilidosos a interface forneça respostas mais rápidas. É importante decidir o quão flexível a interface será para os mais diferentes utilizadores, pois grande flexibilidade nem sempre é o mais indicado para todas as situações.

De acordo com Weinschenk e Barker (2000) se os utilizadores estão sob estresse e precisam realizar alguma tarefa rapidamente é melhor guiá-los passo a passo, de maneira pontual. Se por outro lado eles precisarem cumprir uma tarefa cujas ações podem se tornar imprevisíveis deve-se projetar para a flexibilidade. Lembrando que as pessoas reagem aos estímulos de modo diferente quando estão sob estresse, dessa forma, uma tarefa muito simples pode ser tornar difícil para o utilizador que se encontra nesta condição – além de que os elementos do meio envolvente também podem ser a causa do estresse. Para o autor uma solução é reduzir o número de informações e de navegações que o utilizador tem que fazer de modo a compensar os efeitos do estresse. Deve-se analisar aqui o impacto que a interface tem na interação entre as pessoas e como isso pode afetar a interação como um todo. Não se pode permitir que o utilizador mude o

seu ritmo de trabalho ótimo, para se adaptar ao sistema. Este deve sempre se adaptar às exigências do utilizador.

Weinschenk e Barker (2000) defendem ainda que os SDF devem ter:

Clareza de linguagem

Os SDF devem comunicar a informação ao utilizador de forma clara, fornecendo um vocabulário adequado, evitando o uso de pronomes pessoais em questionamentos, pois de acordo com os autores utilizar de informalidades pode fazer com que o utilizador utilize respostas longas dificultando o entendimento por parte do sistema. Os autores chamam ainda a atenção para a importância de se contextualizar a informação que será transmitida. A informação que não é contextualizada dificilmente é assimilada pelo utilizador. Além disso para que a interface seja efetiva os utilizadores devem ser capazes de perceber os atributos da interface claramente, no caso da tecnologia de fala, os sons devem ser compreensíveis e claros.

Monotonia:

Os utilizadores sentem-se impacientes e desconfortáveis com longas pausas na interação com os SDF, portanto grandes tempos de espera devem ser evitados. De acordo com o autor se há longos períodos de silêncio os utilizados tendem a querer preencher esse espaço de alguma forma, repetindo a fala que já foi dita anteriormente, ou utilizando expressões sem significado para o sistema, como onomatopeias⁶. Aí a necessidade de se utilizar nestes momentos mensagens progressivas ou outros tipos de som (*non-speech sound*). Também é necessário considerar a alternância dos tipos de voz durante o diálogo para sinalizar mudança de modo, ou sinalizar alertas críticos a execução do sistema. Outro ponto importante é que o sistema ao transmitir muita informação deve repeti-la de forma a iniciar com a informação mais detalhada e depois afinando o número de palavras utilizadas – isso imita a conversa humana, se isso não acontece o diálogo se torna moroso e o utilizador se torna impaciente.

Simplicidade:

Os SDF devem apresentar seus elementos de forma simples e transparente aos utilizadores, pois eles não esperam ter que descobrir muita informação do sistema antes de utilizá-la. De fato utilizadores raramente leem manuais ou buscam qualquer tipo de informação que os ensine como utilizar o sistema. Uma interface simples é aquela que faz aquilo que o utilizador precisa que ela faça.

⁶ <http://pt.wikipedia.org/wiki/Onomatopeia>

Acomodação:

Os SDF devem se adaptar ao modo como o utilizador age e reage. Deve-se projetar um sistema, de modo que o seu método de operação considere as demandas e solicitações que o sistema impõe ao utilizador durante a interação.

Previsibilidade:

Os SDF devem se comportar de maneira que o utilizador possa precisamente prever o que irá acontecer. Para isso a interface deve estar de acordo com o modelo mental do utilizador. Na página 38 existem algumas considerações sobre o modelo mental do utilizador).

Suporte do utilizador

Para Weinschenk e Barker (2000) os utilizadores sempre esperaram algum tipo de suporte ou assistência adicional e a interface deve proporcionar prontamente este tipo de ajuda quando lhe for solicitada. Nos SDF estes elementos de suporte são fornecidos através dos menus de ajuda fornecidos pelo sistema.

Precisão

Os SDF devem permitir que o utilizador realize a tarefa de forma precisa. De acordo Weinschenk e Barker (2000) a precisão pode falhar por três motivos: quando o utilizador e o sistema têm diferentes expectativas quanto a definição da tarefa ou do resultado da mesma; quando existe erros durante a interação; ou quando existem erros de reconhecimento de voz, o que diminui a precisão do sistema.

2.6.3.2 Métodos de avaliação de usabilidade para SDF

Os SDF, como qualquer outro sistema interativo centrados no utilizador, devem ser submetidos a avaliação de usabilidade de modo a assegurar a qualidade do diálogo entre o utilizador e o sistema. Para (Dybkjaer, Bernsen e Dybkjaer 2004) quanto mais os sistemas se tornam populares, disponíveis para a população em geral, maior é a importância de realizar avaliação da performance do sistema. De acordo com Weinschenk e Barker (2000) os testes de usabilidade podem sempre descobrir informações valiosas que podem ser utilizadas para melhorar o projeto. Para o autor mesmo aqueles projetos que tenham seguido as melhores práticas, podem revelar problemas de usabilidade durante os testes. Atentas a isso as empresas de telecomunicações estão cada vez mais investindo em métodos e ferramentas para avaliar a usabilidade dos SDF de modo a aprimorar os seus serviços, assumindo assim um processo muito mais focado no utilizador final, e um carácter de inovação elevado frente aos seus concorrentes.

De acordo com Hirschman e Thompson (1997) e Fraser (1997) a avaliação de um SDF pode ter vários propósitos: medir a performance de um sistema com respeito a um ou mais critérios (avaliação da performance); determinar se um sistema casa com o propósito ao qual foi projetado (avaliação de adequação), reduzir tempo e custos associados ao serviço, etc. Para Preece (2005) *“medir a usabilidade do que foi construído dá um retorno a respeito de que mudanças devem ser feitas ou de quais requisitos não foram preenchidos no projeto”* (Preece, 2005). Spiliotopoulos, Stavropoulou, e Kouroupetroglos (2009) citam que quando um produto está finalizado, os testes de usabilidade servem para afinar e ajustar certos parâmetros de modo a melhor se adequar o SDF ao utilizador”. Os autores ainda citam que antes de preceder à avaliação deve-se ter certeza que os participantes testarão todos os parâmetros que se quer mensurar.

Ao planejar uma avaliação de usabilidade é importante recolher as informações a respeito dos utilizadores e do tipo de interação que deve ser analisada; deve-se ter certeza que os participantes do estudo são pessoas representativas do público-alvo que se pretende levar em consideração (Spiliotopoulos, Stavropoulou e Kouroupetroglos, 2009); e assim definir se a caracterização dos utilizadores se dá pelo nível de experiência (utilizadores novatos vs. utilizadores experientes; utilizadores ocasionais vs. utilizadores regulares - ITU-T P. 851, 2003), pela faixa etária, pelo grau de instrução, etc. É preciso saber, qual o objetivo da interação, por exemplo, se os utilizadores apenas estão querendo cumprir tarefas básicas, se eles utilizam o sistema interativo apenas para o lazer, ou mesmo se eles se preocupam com a estética do produto. Todas essas perguntas, como visto anteriormente, se resumem de modo a mensurar dois principais aspectos da experiência do utilizador: a performance e a satisfação. A performance diz respeito ao que o utilizador faz na interação com um produto. Já a satisfação mede o que o utilizador pensa em relação do produto, como já visto anteriormente (Tullis, 2008).

Para avaliar a usabilidade de um produto/serviço métodos específicos de avaliação devem ser selecionados e aplicados, em função dos parâmetros que se quer coletar para o estudo. E da mesma forma a escolha dos parâmetros depende do objetivo ou propósito da avaliação. Os procedimentos utilizados numa avaliação em que se pretende testar a aceitação das pessoas frente às mudanças súbitas realizadas em um determinado produto/serviço, é muito diferente dos métodos utilizados para comparar dois ou mais produtos.

Tullis (2008) discute alguns cenários em que se pode observar quais os melhores parâmetros de usabilidade são adequadas em cada um deles:

Tabela 5: parâmetros mais apropriados para cada cenário

Fonte: Tullis, 2008

Usability Study Scenario	Task success	Task time	Erros	Efficiency	Learnability	Issues-based metrics	Self-reported metrics	Behavioral and physiological	Combined and comparative metrics	Live website metrics	Card-sorting data
1. Completing a transaction	X			X		X	X			X	
2. Comparing products	X			X			X		X		
3. Evaluating frequent use of the same	X	X		X	X		X				
4. Evaluating navigation and/or	X										
5. Increasing awareness							X	X		X	
6. Problem discovery											
7. Maximizing usability for a critical product	X		X	X							
8. Creating an overall positive user experience							X	X			
9. Evaluating the impact of subtle changes										X	
10. Comparing alternative designs	X	X									

De acordo com Weinschenk e Barker (2000) a avaliação de usabilidade deve seguir os seguintes procedimentos:

- 1) Elaborar o plano de projeto para a avaliação de usabilidade - decidir as metas do teste, horários, e membros do time;
- 2) Definir e priorizar especificações de usabilidade – decidir o que será testado, criar especificações de usabilidade para as tarefas e priorizá-las;
- 3) Definir quais as características dos participantes, com base no objetivo da avaliação;
- 4) Definir e descrever os participantes;
- 5) Programar as atividades;
- 6) Definir e descrever os cenários de teste - aqui deve-se, a partir das especificações de usabilidade, decidir o cenário de realização do teste, incluindo a ordem em que as tarefas devem ser realizadas;
- 7) Identificar e descrever as especificações para o objeto de estudo ou protótipo (caso haja) e os dados da amostra do teste a ser completado;
- 8) Criar o plano final do teste que inclui: os objetivos do teste, a descrição da metodologia, a programação dos participantes, a descrição do local do teste, recursos e equipamentos;
- 9) Preparar o material: questionários, entrevistas, *check-lists*, *briefing* para o avaliador, formulários de permissão e confidencialidade, etc.;
- 10) Executar um teste piloto, de modo a perceber se todos os elementos estão funcionando bem;

- 11) Conduzir o teste de usabilidade com os participantes;
- 12) Analisar os dados e preparar o relatório final;
- 13) Apresentar e discutir as descobertas e gerar recomendações

Considerar e relacionar as metas de performance e a satisfação é sempre importante, visto que nem sempre a experiência percebida pelo utilizador coincide com o sucesso que ele de fato obteve ao usar o produto. Em muitas situações de testes de usabilidade, muitas pessoas erram, sem se dar conta disso, e acabam classificando a experiência como satisfatória, e vice-versa. Imaginando uma situação de teste em que a pessoa aponte elementos quanto a preferência do sistema em 98%, porém ao observá-la interagindo com o sistema, o especialista aponta uma taxa de erro de 40%. Isso leva a crer que a percepção do utilizador pode ser muito diferente do seu desempenho real. O ideal é escolher bem as métricas a serem avaliadas, e casar o melhor tipo de ferramentas para mensurá-las.

Para isso pode-se observar os utilizadores, conversar com eles, entrevistá-los, testar o seu desempenho, modelar a sua performance na utilização do produto/serviço, e até mesmo utilizar métodos de co-design. Jordan (1998), Cybis (2007) Ivens (2007) e Nielsen e Mack (1994) descrevem alguns métodos empíricos utilizados para avaliação da usabilidade que podem ser utilizados na avaliação de usabilidade de SDF. Os métodos empíricos são aqueles que contam com a participação dos utilizadores, e portanto tem interesse neste estudo:

Observação em ambiente real de utilização:

Para Cybis (2007) a observação é um método no qual o pesquisador observa os utilizadores realizando tarefas em um contexto habitual. Esse método é útil para obtenção tanto de dados quantitativos (duração da tarefa) como de dados qualitativos (opiniões dos utilizadores) sobre o utilizador em sua tarefa. A observação pode ser direta quando o pesquisador observa a tarefa em tempo real, ou indireta quando o pesquisador observa a tarefa através da gravação em vídeo. O essencial neste método, de acordo com Spiliotopoulos, Stavropoulou e Kouroupetroglos (2009) é simular as condições do ambiente dos testes muito próximas às situações de uso real de modo a garantir a confiabilidade do teste.

Primeiramente deve-se definir qual o objetivo da avaliação, em seguida solicitar a autorização dos utilizadores para a execução da tarefa, posteriormente definir qual será a melhor maneira de registrar a ação (tomar notas, filmar, fotografar, etc.). O teste piloto é sempre realizado antes dos testes finais de modo a perceber se os recursos funcionam bem, e para conhecer o tempo, a tarefa e a consequente duração do processo. Antes de iniciar a observação os utilizadores devem estar cientes de como vai ser guiado o processo de avaliação e o que se espera deles. Eles devem estar cientes de que o desempenho deles não é o foco da avaliação, e sim a exploração do sistema.

Cybis (2007) ainda salienta que é importante levar em conta que a observação tem caráter obstrutivo, o que pode fazer com que os utilizadores alterem seu comportamento na presença do observador. Dessa forma, a habilidade do avaliador de lidar com as pessoas se torna um aspecto fundamental para o sucesso deste método. Outro ponto importante observado por Ivens (2007) é que muitas vezes as pessoas não fazem o que dizem fazer, bem como, fazem coisas que, posteriormente omitem, e com isso, os testes acabam por fugir ao plano inicial. Há muitas razões para isso, uma delas se deve ao fato de que quando o utilizador começa a realizar as ações de forma automática, que ele acaba por não reconhecê-las posteriormente, sem que haja algum tipo de suporte para recordar das atividades que foram realizadas.

Experimentos Controlados

De acordo com Jordan (1998) os experimentos controlados envolvem métodos de avaliação que tem um controle rigoroso e dessa forma são realizadas em laboratório. De acordo com o autor como este método envolve variáveis que podem ser controladas, o importante nesse caso é remover ruídos que possam atrapalhar a obtenção dos dados necessários a investigação. A vantagem deste método é ser altamente confiável, ideal para comparar efeitos muito sutis de serem percebidos e que não podem ser detetados através de outros métodos (exemplo: verificar mudanças no estado fisiológico do consumidor face ao algum produto). A escolha deste método envolve considerar a artificialidade do mesmo, em comparação com o ambiente real de utilização; bem como os custos elevados associados a este tipo de método. Por outro lado o ambiente no qual o experimento acontece é artificial, portanto diferente do ambiente real de utilização.

Entrevistas:

A entrevista consiste na conversação entre duas ou mais pessoas (o entrevistador e os entrevistados) em que perguntas são feitas pelo entrevistador para obter informação dos entrevistados. Existem três tipos de entrevistas: sem-estrutura, semiestruturadas e estruturadas. De acordo com Jordan (1998), nas entrevistas sem-estrutura são feitas perguntas abertas e são utilizadas quando o investigador tem pouca idéias a respeito do tema a ser avaliado; já nas entrevistas semiestruturadas o investigador está mais por dentro do assunto e portanto restringe mais as perguntas. A modalidade estruturada exige que os participantes respondam a perguntas previamente selecionadas. De acordo com o autor a vantagem deste tipo de método é sua alta confiabilidade, porém os custos altos associados a este tipo de método bem como a dificuldade em se administrar os dados pode ser um empecilho a sua utilização.

Questionários:

Questionário é uma ferramenta de coleta de informações constituída por uma lista de questões que são preenchidas pelos participantes da pesquisa. De

acordo com Jordan (1998), ele pode ser fechado, cuja principal característica é permitir englobar todas as respostas possíveis, sendo melhor de tabular; ou aberto, e neste caso ele dá possibilidade do interrogado responder com suas próprias palavras e, por isso, são difíceis de tabular. A vantagem deste método é possibilitar atingir um grande número de pessoas com baixo custo. Além disso permite o anonimato das respostas, e não expõe os pesquisados à influência da pessoa do pesquisador. Um ponto importante é a facilidade de manipulação dos dados. Por outro lado, de acordo com o autor, este método impede o auxílio ao pesquisado quando este não entende determinada pergunta, por isso os questionários devem ser elaborados com uma linguagem clara e isenta de dúvidas interpretações. Um ponto importante de se considerar é que poucos utilizadores respondem a questionários de forma correta e consistente. Os questionários podem assumir vários modelos diferentes, e atualmente as escalas *Likert* são muito utilizadas para avaliações quantitativas, de forma que o utilizador possa identificar parâmetros dentro de uma escala bem construída.

Nielsen e Mack (1994) apresentam 8 tipos de métodos de inspeção:

Avaliação heurística:

Neste método um grupo de especialistas em usabilidade analisam se o diálogo segue os princípios de usabilidade, de acordo com *guidlines* específicas. Dessa forma, eles buscam possíveis problemas e analisam a sua gravidade em função deste princípios pré-estabelecidos pelos avaliadores. Para os autores a avaliação heurística possui baixo custo e é um método bastante intuitivo e ideal para avaliar a interface nos processos iniciais do projeto. As principais *guidlines* de acordo com Nielsen e Mack (1994) são:

- Diálogo simples e natural: a informação apresentada ao utilizador deve ser relevante; além disso, visto que muitas informações disputam a atenção do utilizador é preciso dar a devida importância às informações mais significativas;
- Informação compreensível ao utilizador: a informação apresentada ao utilizador deve ser clara; deve-se assim utilizar palavras, frases e conceitos familiares ao utilizador;
- Evitar demanda por memorização: as informações devem estar visíveis ao utilizador; ele não deve ter de lembrar delas sempre que precisar.
- Consistência: o utilizador não deve ter que adivinhar que as diferentes palavras, situações e ações significam a mesma coisa;
- Confirmação: o sistema deve sempre manter o utilizador informado sobre o que está acontecendo, através de confirmação dentro do tempo razoável;

- Recuperação dos erros: os utilizadores costumam cometer erros. Se faz necessário disponibilizar mensagens de recuperação de modo a reverter os erros;
- Atalhos: deve-se disponibilizar formas de acelerar a interação para aqueles utilizadores experientes;
- Prevenção e mensagens de erros: deve-se a prevenir a ocorrência de erros, caso eles ocorram, as mensagens de erro devem ser apresentadas em linguagem padrão, devem indicar os problemas de forma precisa e fornecer sugestões para a solução destes problema;
- Ajuda: é necessário sempre fornecer meios de ajuda ao utilizador; essas informações devem ser fáceis de ser encontradas, devem ser focadas na tarefa que o utilizador deve realizar, e não devem ser muito longas.

Orientações pluralísticas:

É um método em que os vários clientes do projeto (utilizadores, desenvolvedores, especialistas em usabilidade, etc.) discutem temas de usabilidade associados a interface. Este tipo de método oferece confirmação de todos os clientes envolvidos no processo visando a melhoria do projeto. Esta avaliação pode ser realizada nas fases iniciais de projeto, sendo um método bastante iterativo. Para os autores as principais características dessa método são:

- 1) Incluir todos os clientes representativos do projeto: designers, desenvolvedores, profissionais de usabilidade, etc.
- 2) Permitir que o objeto de estudo seja apresentado na mesma ordem para todos os participantes;
- 3) Permitir, primeiramente, que todos os participantes assumam a posição de utilizadores da interface;
- 4) Permitir que os participantes escrevam as ações, no papel de utilizadores e posteriormente discutir as soluções para o sistema;
- 5) Permitir que na discussão das tarefas, os utilizadores falem primeiro;

Inspeção formal de usabilidade:

Neste método especialistas em usabilidade avaliam a interface através do feedback dos utilizadores. Neste caso, os utilizadores formam grupos e os especialistas em usabilidade desempenham o papel de moderadores, em cada um dos grupos formados. Aqui, a meta é identificar o maior número de possíveis problemas na interfaces. Este método é muito parecido com a anterior porém, como neste caso há maior envolvimento de especialistas, e dessa forma acontece de forma mais rápida, e de uma forma mais técnica. De acordo com o autor este método envolve um processo que inclui modelos de performance da tarefa, heurísticas, princípios de usabilidade e métodos de detecção de problemas. Neste

métodos são realizadas reuniões onde ocorre a preparação e execução da inspeção, e a análise dos resultados.

Orientações cognitivas:

Neste método a atenção está voltada ao suporte que a interface pode fornecer ao utilizador visando uma aprendizagem exploratória facilitada, ou seja, considerando a utilização da interface pela primeira vez, sem nenhum treino prévio. Dessa forma, o método objetiva perceber se a interface consegue guiar um utilizador não treinado na sua utilização, de modo a permitir-lhe atingir os seus objetivos. Esta técnica é baseada na teoria da aprendizagem exploratória de Lewis e Polson (Hollingsed, s/d). Para a realização da avaliação, de acordo com estes autores, é necessária uma descrição detalhada do sistema suficiente para permitir uma navegação completa, uma descrição específica das tarefas representativas que o utilizador pode executar no sistema, uma lista das ações necessárias para completar as tarefas no sistema, uma descrição do tipo de utilizadores incluindo a sua experiência e expectativas acerca do sistema.

Análise de reclamações (Claim's analysis):

Este método, citado por Nielsen e Mack (1994) é utilizado para documentar o impacto de novas funcionalidades e características sobre a usabilidade de produtos. Utiliza-se este método:

“quando considera-se diferentes soluções para o projeto; quando se tem pressupostos acerca de um projeto em particular, quando se quer entender o impacto que as decisões de projeto tem na experiência do utilizador; quando se quer testar uma nova abordagem para um problema de projeto, que não está bem entendido ou resolvido; bem como, quando se tem o interesse de envolver um time de projeto inteiro no processo de avaliação de um produto/serviço” (Wilson, 2011).

De acordo com o autor, reclamações (*Claim* em inglês) são hipóteses sobre as consequências positivas e negativas para os utilizadores e clientes sobre as decisões de projeto. Para Carroll & Rosson (1992) as reclamações podem ser baseadas em teorias, princípios, padrões, diretrizes ou experiências práticas; e quando estão relacionadas à produtos/serviços são baseadas em cenários ou documentos baseados em pressupostos sobre como o conjunto de características podem afetar os utilizadores ou outros clientes envolvidos no processo de desenvolvimento do produto/serviço. O método envolve *brainstorming*, entrevistas, revisão da literatura, análise de produtos/serviços similares, etc. Uma abordagem muito comum neste tipo de avaliação é dividir os participantes em dois grupos: o grupo vermelho, que descreve reclamações/ideias negativas; e o grupo verde que descreve reclamações/ideias positivas, para diferentes cenários de uso de um produto (Figura 27). O avaliador pede que os participantes do experimento se identifiquem com relação a sua idade, grau de experiência com o

produto, se possui algum tipo de deficiência, etc. Através da interpretação do experimento é possível concluir, a partir da observação do conjunto de cores resultantes se produto/serviço é ou não fiável.

Visual Claims Analysis

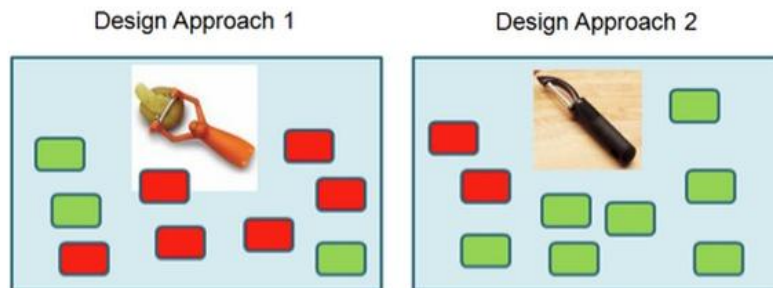


Figura 27: abordagem da Análise de reclamações (*Claim analysis*)
Fonte: Typepad, 2011

Os métodos e ferramentas mais utilizadas na literatura (Möller, Krebber e Smeele, 2005; Möller, et al. 2005; Spiliotopoulos, Stavropoulou e Kouroupetroglou 2009; Möller, Engelbrecht e Schleicher, 2008; Möller 2004; Walker, et al. s/d) para avaliar a usabilidade de SDF são:

- 1) O questionário SASSI desenvolvido por Hone and Graham (2000, 2001) que auxilia na coleta de julgamentos de qualidade do utilizador;
- 2) A recomendação ITU-T P. 851 (2003) desenvolvida pela ITU-T - International Telecommunication Union para avaliar serviços de telefonia baseados em tecnologia de voz que auxilia na coleta de julgamentos de qualidade do utilizador;
- 3) A recomendação ITU-T Rec. Series P. Supplement 24 (2005) desenvolvida pela ITU-T - International Telecommunication Union para avaliar serviços de telefonia baseados em tecnologia de voz que auxilia na coleta de parâmetros objetivos de interação;
- 4) O modelo PARADISE que auxilia a prever julgamentos de qualidade através dos parâmetros de interação. A ferramenta avalia o sistema de diálogo de uma interface de forma global tentando correlacionar métricas de desempenho - taxa média de reconhecimento e taxa de conclusão de tarefas - na tentativa de prever a satisfação do utilizador, recorrendo para tal técnicas da teoria de decisão;
- 5) O método Wizard of Oz (WoZ) solicita que o utilizador opere um sistema em que na realidade as suas funcionalidades são fornecidas por um operador humano escondido. O teste grava e analisa as respostas do utilizador e o operador de forma a poder separar os componentes do diálogo dos outros elementos do sistema de voz. As

limitações deste tipo de ferramenta estão associadas aos custos envolvidos, na medida em que é necessário preparar protocolos, e treinos para os operadores.

3. AVALIAÇÃO DO NAVMETRO®

Os métodos de avaliação de usabilidade utilizados neste trabalho baseiam-se na observação da performance do utilizador na interação com o sistema NAVMETRO® em ambiente real de utilização. A avaliação objetivou a captação, análise, segmentação, anotação e interpretação de parâmetros objetivos nas faixas de áudio e vídeo coletadas, bem como de forma programada com as anteriores, a captação, análise, e interpretação de parâmetros subjetivos da interação do utilizador com o sistema.

Como visto anteriormente, a combinação de ambos os tipos de parâmetros pode fornecer uma base de interpretação muito mais confiável para avaliar SDF. Portanto, apresenta-se neste tópico o processo de avaliação realizado, que inclui a descrição de como os dois tipos de dados foram obtidos, bem como sobre o impacto da utilização deste tipo de método.

Para este trabalho utilizou-se as recomendações ITU-T P. 851 (2003) e ITU-T Rec. Series P. Supplement 24 (2005), desenvolvidas pela ITU-T - *International Telecommunication Union*, para avaliar serviços de telefonia baseados em tecnologia de voz. A primeira recomendação fornece métodos e procedimentos para conduzir avaliações subjetivas, e a segunda fornece um conjunto de parâmetros de interação mais utilizados para avaliar a performance dos SDF.

3.1. Procedimentos

A avaliação de usabilidade do sistema NAVMETRO® foi realizada na estação de metro da Trindade, no distrito do Porto, em Portugal e se deu em quatro fases: a primeira constituiu a familiarização do avaliador com o sistema, em que durante uma semana pode-se perceber detalhes a respeito do funcionamento do sistema; na segunda realizou-se uma avaliação piloto para viabilizar os procedimentos, nomeadamente à qualidade de gravação do áudio e vídeo, e a conformidade dos inquéritos, além de medir o tempo médio dos percursos a serem avaliados; e por fim, realizou-se a avaliação propriamente dita com os participantes.

3.1.1. Seleção da amostra

A configuração da amostra seguiu os padrões propostos para análise da usabilidade de um produto/serviço. Segundo Cybis (2007); Nielsen e Mack (1994), o número necessário de participantes para teste de usabilidade é de seis a dez utilizadores, sendo que, utilizando-se cinco participantes pode-se encontrar 75% dos problemas de usabilidade. Sendo que este número cresce para 90% ao se utilizar 15 participantes, e se mantém estável a partir deste ponto (Nielsen e Mack 1994). Tullis (2008) defende que é possível mensurar a satisfação dos utilizadores de forma confiável e com um número reduzido de utilizadores - cinco utilizadores,

o que ele chama de análise de dados auto-reportados, que são coletados através de inquéritos com o uso da escala *Likert*. Para este estudo, portanto, a amostra utilizada foi de dez participantes, o que segundo Nielsen e Mack (1994) pode abranger 80% do número de problemas de usabilidade do produto.

Para a avaliação, preconizou-se a seleção de uma amostra de pessoas representativas do público-alvo, utilizando como critério de seleção o grau da deficiência visual; a ausência de deficiência auditiva; a perfeita compreensão da língua portuguesa, bem como o nível de experiência. Dessa forma, foram recrutados dez voluntários cegos, entre eles, sete homens e três mulheres (idades entre 33 e 48 anos de idade) através da ACAPO - Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal e do CRA - Centro de Reabilitação de Areosa. Participaram sete utilizadores novatos e três utilizadores ocasionais, e que portanto já haviam utilizado o sistema poucas vezes. Um documento contendo a apresentação do trabalho e o plano da elaboração dos testes foi entregue à ACAPO devidamente assinado (Anexo 2).

Dessa forma a amostra configura-se da seguinte forma:

Em relação ao grau de deficiência, entre os participantes:

- Nove possuem deficiência congênita;
- Um possui deficiência adquirida;

Em relação do sexo:

- Três dos participantes são mulheres;
- Sete dos participantes são homens;

Em relação à idade dos participantes:

- Quatro possuem idades entre 33 e 39 anos;
- Seis possuem idades entre 40 e 48 anos;

Em relação ao nível de escolaridade

- Um possui ensino secundário incompleto;
- Cinco possuem ensino secundário completo;
- Dois possuem ensino superior incompleto;
- Dois possuem ensino superior completo;

Em relação a experiência na utilização do sistema NAVMETRO®:

- Três são participantes ocasionais;
- Sete são participantes novatos;

Em relação a experiência na utilização de SDF todos os participantes tinham experiência com *softwares* de reconhecimento da voz no telemóvel e/ou computador.

De acordo com as normas estabelecidas para a realização do teste, pessoas com baixa orientação e mobilidade (OM), ou pessoas que não haviam frequentado algum tipo de curso com técnicos em orientação e mobilidade não puderam participar dos testes. Além dos riscos associados a este tipo de avaliação, seria contra-prudente a realização de testes com pessoas pouco treinadas em OM em virtude da desmotivação perante o sistema que um mal uso poderia ocasionar. Dessa forma a amostra inicial de 13 pessoas, foi reduzida a dez. As três desistentes possuíam baixa orientação e mobilidade o que impossibilitou a realização dos testes com estas pessoas.

3.1.2. Teste piloto

O teste piloto foi realizado no dia 03 de maio de 2012. Este teste teve de ser refeito em virtude de problemas técnicos referentes à gravação do áudio (Figura 28; Figura 29).



Figura 28: imagem do teste piloto realizado no dia 03 de maio de 2012 na estação de metro da Trindade

Fonte: arquivo pessoal, 2012

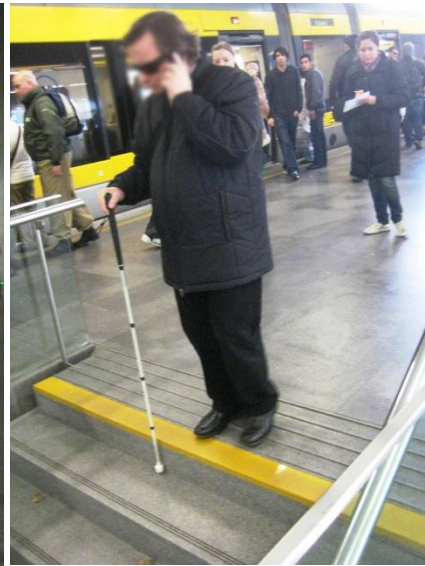


Figura 29: imagem do teste piloto realizado no dia 03 de maio de 2012 na estação de metro da Trindade

Fonte: arquivo pessoal, 2012

O teste piloto ainda permitiu as seguintes conclusões a serem consideradas na avaliação final:

- Os percursos a serem realizados pelos participantes deveriam incluir todos os pisos (superior, intermédio e inferior) e os principais “recursos da estação”: casa de banho, loja de aquisição de título andante e para farmácia, de modo a ampliar o leque de possibilidades para possíveis problemas;
- Para os percursos que abordam um destino (ex: Vilar do Pinheiro) considerou-se que o utilizador já possuía o título andante; considerou-se

também o utilizador já ter validado o título de andante, já que nem a máquina de bilhética, nem os validadores foram considerados neste estudo;

- O avaliador deve informar ao participante que o desempenho dele não é o foco do experimento, e sim o sistema NAVMETRO® e como este influencia em sua experiência para alcançar o objetivo pretendido, seja positiva ou negativamente;
- O avaliador deve informar ao participante que ele deve conciliar o DTMF e o diálogo na interação com o sistema;
- Deve-se atentar para a satisfação do utilizador, referente à introdução e a conclusão do sistema, pois o participante se mostrou bastante impaciente nestes dois momentos;
- Deve-se atentar para o fato de que, após localizar o participante no piso correspondente, o sistema retorna à opção e solicita novamente a mesma localização, o que faz com que o sistema se torne repetitivo;
- Para todos os testes deve-se contar sempre com o auxílio de um voluntário para executar as filmagens, a fim de garantir a disponibilidade total do avaliador caso o utilizador necessite de algum auxílio durante a avaliação;

3.1.3. Avaliação final do NAVMETRO®

Para a realização da avaliação foi entregue um documento de permissão devidamente assinado pela secretaria do curso de Mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto à administração da empresa Metro do Porto S. A (Anexo 1).

Após o esclarecimento dos objetivos e procedimentos, os participantes assinaram um termo do consentimento esclarecido (Anexo 3) e responderam ao primeiro inquérito de acordo com a ITU-T P. 851 (2003) referente às questões de caracterização dos participantes. Aplicou-se 11 questionamentos que incluíram as seguintes questões: nome, sexo, origem da deficiência; idade; nível de escolaridade; experiência anterior com o sistema NAVMETRO®, frequência de uso e classificação da experiência, caso tenha havido; experiência com outros SDF.

Todos os participantes foram treinados antes da realização do teste. A familiarização com o sistema, bem como com o espaço da estação ocorreu uma hora antes da realização dos testes, de modo a facilitar a questão logística, evitando que o utilizador tivesse que se deslocar mais de uma vez até o local. O *check-list* realizado se encontra em anexo neste trabalho (Anexo 4). Neste treinamento os participantes realizaram dois percursos ao longo da estação da Trindade; no primeiro os utilizadores se deslocaram da entrada principal da estação até o bar, e posteriormente do bar até a entrada principal.

Os dez participantes realizaram seis percursos dentro da estação de metro da Trindade. Os percursos incluíram a simulação de viagem até os seguintes destinos:

1º) Da entrada principal da estação até o bordo do cais com destino correspondente à estação Vilar do Pinheiro (cais 1 – pio superior)

2º) Do bordo do cais com destino correspondente à estação Vilar do Pinheiro até a casa de banho;

3º) Da casa de banho até o bordo do cais correspondente à estação Campainha (cais 1 – piso superior);

4º) Do bordo do cais com destino correspondente à estação Campainha até a para-farmácia (piso intermédio);

5º) Da para-farmácia até o bordo do cais com destino correspondente à loja Andante (piso superior);

6º) Da loja Andante até o bordo do cais com destino correspondente à estação Câmara Gaia (cais 2 – piso inferior).

Cada avaliação durou em média 2 h, contabilizando o início da explicação ao utilizador sobre a avaliação, até a chegada dele ao destino proposto. Considerando imprevistos, como atrasos, e falhas técnicas do sistema, bem como o treinamento inicial realizado no início de avaliação que durou em média 15 min, planejou-se a realização de uma avaliação por dia, a ser realizada preferencialmente no turno da manhã, à noite, ou aos finais de semana em qualquer horário.

Quanto às dificuldades associadas a realização da avaliação, pode-se citar os fatores ambientais e contextuais:

Pode-se aqui citar algumas situações que ocorreram durante os testes e que de certa forma dificultaram a sua realização: o ruído - ocasionado pela movimentação das pessoas na estação de metro, pelos veículos, bem como pela sonorização informativa das linhas de metro; as tentativas de intervenção de terceiros para ajudar, que algumas vezes, dificultaram o andamento de alguns percursos; as apresentações musicais realizadas nos meses de Abril e Maio, na estação de metro da Trindade, sempre no horário compreendido entre 12:00 h até às 15:00 h e 17:00 h até às 20:00 h todos os dias, exceto aos finais de semana.

Os fatores contextuais se deram em função da disponibilidade do serviço. A avaliação teve de ser adiada uma vez devido às falhas técnicas do sistema. Em uma ocasião as bóias sonoras não estavam funcionando corretamente devido a problemas na ligação telefônica entre o sistema e a rede telefônica, ocasionado pela avaria ocorrida em um conversor que posteriormente deve de ser substituído.

O sistema deve sempre auxiliar as PCDV a ultrapassar as barreiras arquitetónicas existentes na estação e permitir que o utilizador, de forma

eficiente, alcance o seu objetivo no percurso desejado. Porém observa-se que em algumas situações o sistema falha neste sentido, o que prejudicou algumas situações de testes. Muitos utilizadores tiveram dificuldades, em níveis diferentes, em realizar o percurso destino Vilar do Pinheiro devido aos problemas na instalação de algumas bóias sonoras que não estavam em conformidade com as barreiras arquitetónicas presentes no local. No percurso Vilar do Pinheiro, o utilizador inicia o seu trajeto na entrada principal da estação de metro da Trindade. Ao iniciar este trajeto a maior parte dos utilizadores seleciona a boia D1, visto que é esta a boia mais próxima do utilizador relativamente a posição em que ele se encontra (entrada principal) (Figura 30).

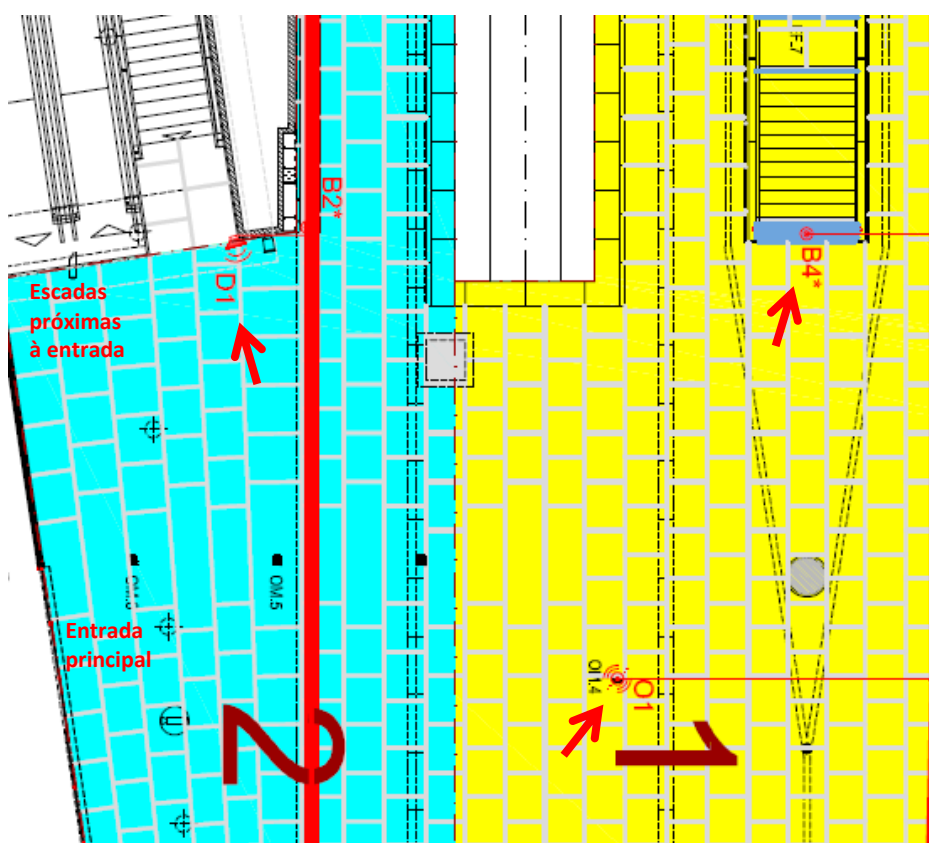


Figura 30: planta do 1º piso da estação de metro da Trindade
 Fonte: Freitas, Ricardo e Almeida, 2008

Em seguida à bóia D1, o sistema encaminha o utilizador para a bóia B4, portanto o utilizador deve seguir um caminho em linha reta entre estes dois pontos. Todavia o cais 3, referente ao Expresso Póvoa (junto a loja Andante), configura-se nesta situação como um obstáculo à realização deste percurso. As imagens abaixo (Figura 31; Figura 32; Figura 33; Figura 34) mostram os utilizadores indo de encontro ao fosso do cais, situação que ocorreu várias vezes durante os testes. Quando os utilizadores esbarram no guarda-corpos, a sua configuração pontiaguda magoa a parte do corpo que contra ele for confrontada. Apesar da existência do guarda-corpos, ao longo da extremidade do fosso do cais, esta barreira não protege o utilizador que utiliza a bengala. De fato com a

bengala, o utilizador não consegue perceber que ali há está proteção, e mesmo o piso tátil não é suficiente neste tipo de situação onde há alto risco para o utilizador. O ideal seria que o sistema permitisse, tendo como ponto de referência as proximidades da entrada principal, apenas a opção para a seleção da boia O1; ou então, como segunda opção, permitir que o utilizador desça pelas escadas próximas à entrada principal.

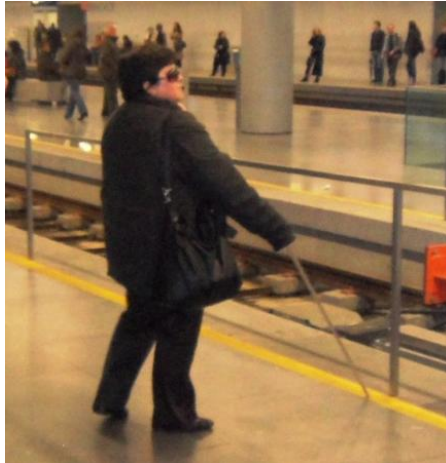


Figura 31: teste realizado no dia 26 de maio de 2012, mostra um guarda-corpos pontiagudo no bordo do cais que atrapalhou muito todos os utilizadores na execução de dois dos percursos
Fonte: arquivo pessoal, 2012



Figura 32: teste realizado no dia 29 de maio de 2012, mostra um guarda-corpos pontiagudo no bordo do cais que atrapalhou muito todos os utilizadores na execução de dois dos percursos
Fonte: arquivo pessoal, 2012



Figura 33: teste realizado no dia 02 de abril de 2012, mostra utilizador colidindo com guarda-corpos
Fonte: arquivo pessoal, 2012



Figura 34: teste realizado no dia 03 de abril de 2012, mostra utilizadora colidindo com guarda-corpos
Fonte: arquivo pessoal, 2012

Além disso, a bóia B4 está muito próxima às escadas e dessa forma oferece riscos ao utilizador que costuma deambular antes de efetivamente reconhecer o som e carregar a tecla correspondente.

Outro ponto a ser observado é o fato de que a avaliação muito provavelmente resultaria em melhores resultados se o treinamento com os

utilizadores que antecedeu a avaliação tivesse sido realizado por pessoas especializadas em orientação e mobilidade. Na verdade a ACAPO tem vindo a desenvolver esforços para o treino de utilizadores do sistema, mas verifica-se que a cobertura desses esforços ainda não é a desejada. O primeiro contato com o sistema pode ser crucial para a aceitação do mesmo pelo cliente. O mau uso pode ocasionar trauma ao utilizador e este pode não querer mais utilizar o sistema.



Figura 35: teste realizado no dia 02 de abril de 2012, mostra utilizador deambulando junto às escadas
Fonte: arquivo pessoal, 2012

3.2. Parâmetros de usabilidade

De acordo com Tullis (2008), ao planejar uma avaliação de usabilidade, é importante, para além de recolher informações a respeito dos utilizadores e do tipo de interação que devem ser analisadas, definir se a caracterização dos utilizadores se dá pela frequência no uso de um produto (utilizadores novatos, iniciantes e experientes), pela faixa etária, pelo grau de instrução, etc.; é preciso saber, qual o objetivo da interação, por exemplo, se os utilizadores apenas estão querendo cumprir tarefas básicas, se eles utilizam o sistema interativo apenas para o lazer, ou mesmo se eles se preocupam com a segurança do produto. Todas essas perguntas, de acordo com o autor, preocupam-se em mensurar os parâmetros da experiência do utilizador.

Parâmetros de acordo com Tullis (2008) é um conceito que diz respeito à forma de medir algum fenômeno particular, e nesse caso, a usabilidade trabalha com parâmetros específicos como: sucesso da tarefa, erros, satisfação do utilizador, etc., que visam “revelar a qualidade da interação entre a pessoa e o sistema interativo”.

Com os parâmetros de usabilidade pode-se referir que uma simples mudança num campo de entrada de dados em um site possa reduzir os erros de entrada de dados em 75%, reduzir o tempo necessário para que o cliente complete uma tarefa, aumentar o número de atividades

processadas a cada dia, reduzir o atraso nas ordens dos clientes, cortar o atraso nos embarques e aumentar a satisfação do cliente, resultando em um aumento global da receita para a empresa (Tullis, 2008).

“Os parâmetros de usabilidade são baseadas em um sistema confiável de medição: utilizando o mesmo conjunto de medições a cada tempo algo que é mensurado de modo a fornecer resultados comparáveis” (Tullis 2008). Para o autor os parâmetros devem ser observados direta ou indiretamente e requerem que aquilo que é mensurado represente algum aspecto da experiência em formato numérico, como por exemplo, dizer que 65% dos utilizadores estão satisfeitos com um produto, e que 90% dos utilizadores são capazes de executar uma tarefa em menos de um minuto. Este processo requer uma regra sobre como medi-las de modo a gerar dados consistentes e confiáveis.

A descrição, classificação dos dois tipos de parâmetros utilizados neste trabalho: os parâmetros de interação e os parâmetros subjetivos são melhor explicados em seguida:

3.2.1. Parâmetros objetivos de interação e sua obtenção

De acordo com Tullis (2008) os parâmetros de interação se referem às ações objetivas realizadas pelos utilizadores no que tange o sucesso obtido na realização da tarefa nomeadamente as fatores da duração da tarefa, erros cometidos pelo utilizador, eficiência e aprendizagem. Este tipo de parâmetro determina o que o utilizador realmente faz na interação com a interface. O tempo de tarefa, por exemplo, se refere a duração da tarefa realizada pelo utilizador. Já os erros refletem os enganos cometidos pelo utilizador durante a tarefa. A eficiência é tida aqui como a quantidade de esforço que o utilizador despendeu para completar uma tarefa. O aprendizado é a forma de mensurar como a performance do utilizador muda ao longo do tempo, nesse caso, por exemplo, pode-se comparar a performance no uso contínuo de um produto/serviço ao longo de meses ou anos e interpretar a partir daí o nível de aprendizado.

A coleta dos parâmetros objetivos foi realizada através de filmagens e a gravação de áudio através de uma chamada em conferência entre dois telemóveis. Os materiais utilizados foram: duas câmaras digitais, modelo Canon Power *Shot* ELPH, um telemóvel modelo Nokia C3-00, e um telemóvel modelo Nokia E65.

O modelo Nokia C3-00, possui o sistema operativo Nokia OS, teclado qwerty, conexão wlan ieee 802.11 b/g, gravador de voz e de áudio (wav/aac), chamada em conferência, bluetooth 2.1 + EDR, câmara 176 x 144 Pixels e 55 MB de memória interna, e possibilidade de expansão de até 8 GB com cartão microSD (Nokia, 2012).

O modelo Nokia E65 é um *smartphone* 3G que possui sistema operativo em plataforma S60 terceira edição em symbian OS, wi-fi 802.11b/g integrado,

chamada em conferência, gravação de voz e de áudio (AMR), bloco de notas, bluetooth A2DP e câmera 3,2 megapixel e 256 MB de memória incluído e possibilidade de expansão de até 2 GB com cartão microSD (Manual do usuário Nokia E65, 2007).

A análise, segmentação e anotação do áudio e vídeo foram feitas através do aplicativo *Praat* (Figura 38; Figura 39) e do aplicativo *Windows Live Movie Maker* (Figura 36; Figura 37) respectivamente. A posterior análise estatística dos dados foi realizada através do *software* SPSS.

As filmagens e gravação de áudio durante a avaliação totalizaram aproximadamente 9 h 08 min, e resultaram em uma dimensão de 49,41 GB de gravação.

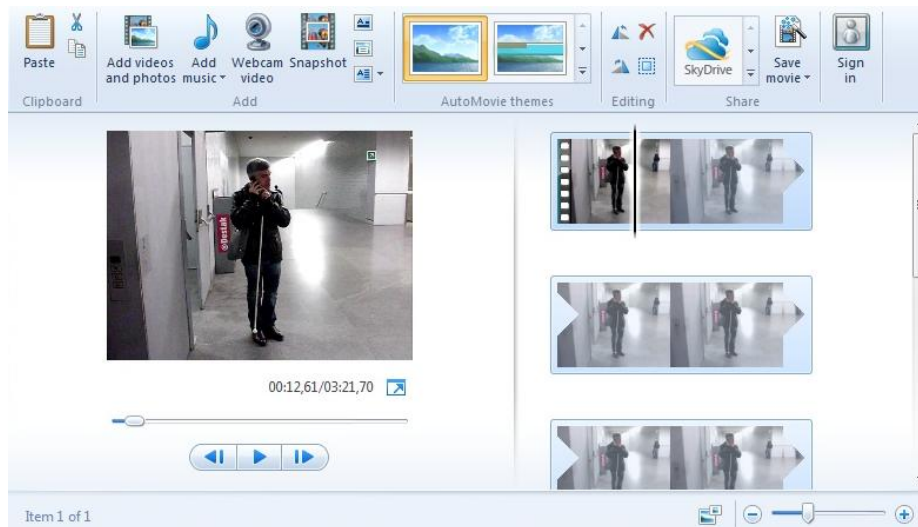


Figura 36: imagem de utilização do aplicativo de análise de vídeo *Windows Live Movie Maker*
 Fonte: arquivo pessoal, 2012

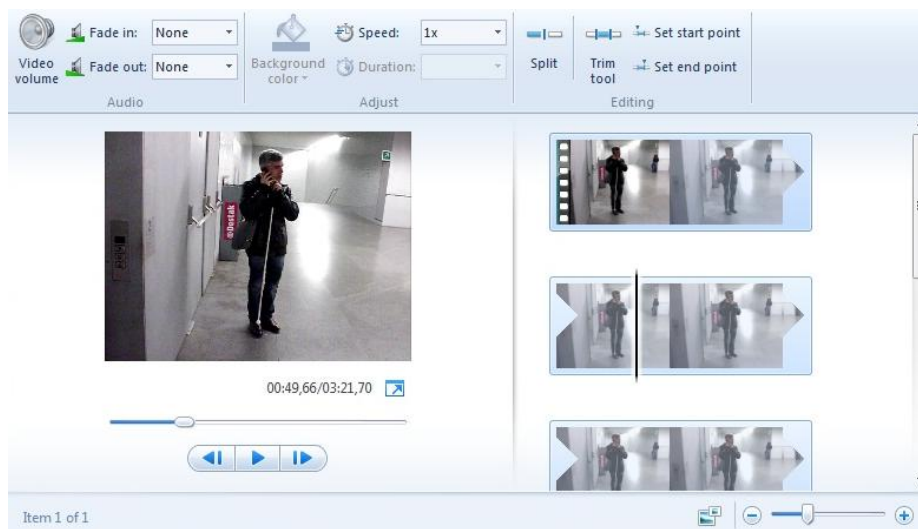


Figura 37: imagem de utilização do aplicativo de análise de vídeo *Windows Live Movie Maker*
 Fonte: arquivo pessoal, 2012

Procurou-se a medida do possível, realizar a análise de áudio e vídeo simultaneamente, marcando-se os tempos e reproduzindo um conjunto de

anotações ao mesmo tempo. Em média, o tempo despendido por minuto de vídeo a analisar foi de 5 min, aproximadamente. A análise, segmentação e anotação dos registos de áudio foi de cerca de 20 min, correspondendo a uma estimativa de 245 h despendidas nesta análise.

Abaixo mostra-se as marcações (sistema, sujeito, tempo de resposta do sistema, tempo de resposta do sujeito, bóia, e DTMF) realizadas em um ficheiro de áudio, bem como o tempo de início (ex: 11.714969 s) e de término (ex: 19.150670 s) de cada marcação (Figura 38).

Logo em seguida, apresenta-se uma anotação realizada em uma das marcações (sistema) referente à mensagem de ajuda disponibilizada ao utilizador. (Figura 39).

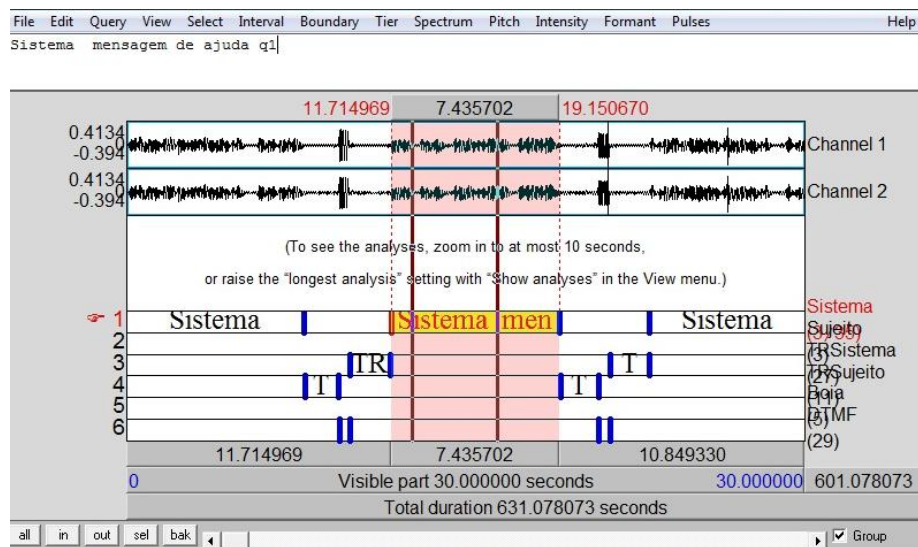


Figura 38: imagem da utilização do aplicativo de áudio Praat
 Fonte: arquivo pessoal, 2012

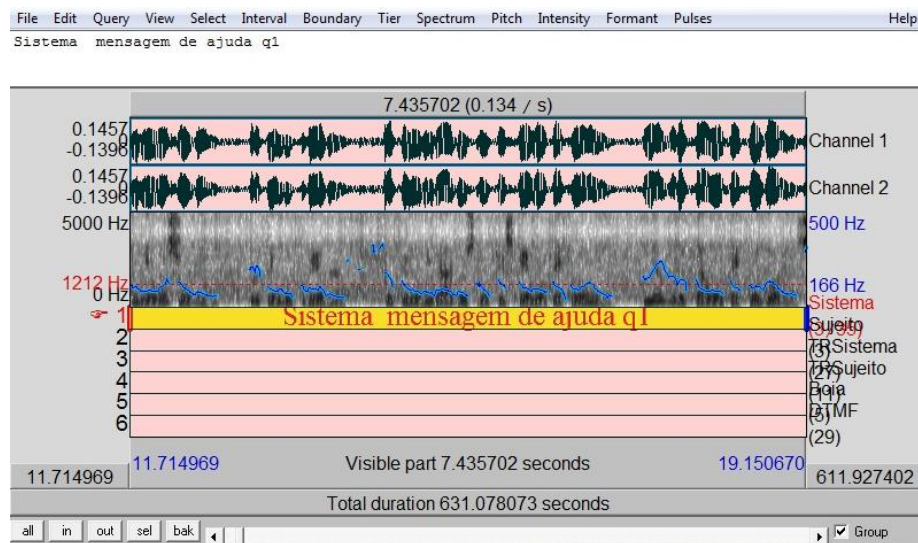


Figura 39: imagem de utilização do aplicativo de áudio Praat
 Fonte: arquivo pessoal, 2012

Foi gerado um documento em formato de arquivo do Excel para cada um dos dez participantes (Anexo 7), contendo a compilação destes dados para cada percurso realizado (Vilar do Pinheiro, casa de banho, Campainha, para-farmácia, loja Andante, e Câmara Gaia). Como é possível observar no documento com a compilação dos dados, cada aba foi dividida da seguinte forma:

- Elemento: descreve o tipo de agente de interação, podendo ser dividido em sistema, sujeito, DTMF, TRSistema (tempo de resposta do sistema), TRSujeito (tempo de resposta do sujeito);
- Tier: delimita a ordem numérica em que cada elemento aparece no ficheiro;
- T1: tempo de início de cada elemento;
- T2: tempo de término de cada elemento;
- Duração: subtração do tempo de início pelo tempo de término de cada elemento;
- Evento: ação ou descrição associada a cada elemento ou simples descrição;
- Parâmetros de interação: aqui são marcados a quantidade de parâmetros de interação para cada um dos elementos ou eventos

A partir daí calculou-se a média para cada um dos parâmetros de interação. Por exemplo: para o cancelamento calculou-se a média do número de vezes que este parâmetro aparece em cada um dos percursos, já para o UTD calculou-se a média da duração em segundos (s) da vez/fala do utilizador. Em seguida os dados foram inseridos no *software* SPSS para a posterior análise.

Transferiu-se os dados de cada um dos participantes compilados do Excel, para o SPSS. A primeira coluna da aba *variable view* apresenta os parâmetros objetivos, que foram organizados em configuração numérica com três casas decimais e medidas em escala.

Como resultado das anotações 28 parâmetros foram extraídos para cada percurso realizado com base na classificação da ITU-T Rec. Series P Supplement 24 (2005). Estes parâmetros foram traduzidos, porém a sua nomenclatura original e sua abreviação em inglês são apresentadas ao lado. Ao longo do trabalho utiliza-se a tradução dos termos, e/ou as abreviações originais:

- Parâmetros relacionados ao diálogo e a comunicação: duração total do diálogo (*dialogue duration - DD*); duração da fala do utilizador (*user turn duration - UTD*); duração da fala do sistema (*system turn duration - STD*); duração das respostas do utilizador (*user response delay - URD*); duração das respostas do sistema (*system response delay - SRD*); número de retornos do sistema (*#system turns*); número de questões do sistema (*#system questions*); eficiência dos conceitos (*concept efficiency - CE*) que representa o número de retornos necessários para que cada conceito seja

tratado. Um retorno é contabilizado sempre que uma resposta do utilizador não é entendida pelo sistema. Sendo que nd é o número de diálogos, $nu(i)$ o número de conceitos entendidos pelo sistema, e $nc(i)$ o número total de conceitos do diálogo, assim:

$$CE = \frac{1}{nd} \sum_{i=1}^{nd} \frac{nu(i)}{nc(i)}$$

- Parâmetros de meta-comunicação: número de mensagens de ajuda solicitadas pelo utilizador (*#pedido de ajuda*); número de mensagens de ajuda fornecidas pelo sistema (*#ajuda do sistema*), número de mensagens de tempo limite de resposta (*#time-out*), duração das mensagens de tempo limite de espera (*ttime-out*) número de rejeições do sistema (*#ASR rejection*); número de interrupções pelo utilizador (*#barge-in*); número de cancelamentos⁷, número de erros do sistema (*#system error*), número de retornos de correção do sistema (*#system correction turns - SCT*), número de retornos de correção do utilizador (*#user correction turns - UCT*);
- Parâmetros relacionados a cooperatividade: número de respostas do sistema que são: apropriadas (CA:AP), ou inapropriadas (CA:IA). De acordo com a Tabela 4 a classificação das respostas do sistema em apropriadas ou inapropriadas é definida como o senso de não violação aos princípios de cooperatividade e incluem aspetos como informatividade, verdade e evidência, relevância, conduta, conhecimento, e aspetos de meta-comunicação como confirmação, esclarecimento, e recuperação de erros (Bernsen e Dybkjaer 1996; Dbkjaer, Bernsen e Dybkjaer, 2004)
- Parâmetros relacionados com a tarefa: número de tarefas: realizadas de forma satisfatório (TS:S); realizadas de forma pouco satisfatória pelo sistema (TS:SCs); realizadas de forma pouco satisfatória pelo utilizador (TS:SCu); realizadas de uma forma pouco satisfatória tanto pelo utilizador quanto pelo sistema (TS:SCsCu); não realizadas devido ao comportamento do sistema TS:F_s; não realizadas devido ao comportamento do utilizador TS:F_u;
- Parâmetros relacionados a entrada de voz: número de respostas do utilizador que são: corretamente entendida pelo sistema (PA:CO), ou incorretamente entendida pelo sistema (PA:IC)

⁷ Adaptado da norma ITU-T Rec. Series P Supplement 24 (2005), os cancelamentos do sistema considerados neste trabalho não dizem respeito apenas àquelas tentativas de cancelamento do utilizador, mas também ao desligamento do sistema que pode ocorrer devido a falha técnica do sistema, ou devido a demora do utilizador em responder o que lhe foi solicitado.

3.2.2. Parâmetros subjetivos (julgamentos do utilizador)

Os parâmetros subjetivos medem a satisfação do utilizador na interação com a interface e dizem respeito ao julgamento do utilizador referente a interação em termos de emoções, expectativas, preferências, motivações, habilidades, etc. Dessa forma, são parâmetros mais difíceis de serem avaliados, pois as pessoas são diferentes e tendem a alterar constantemente o seu comportamento. Tullis (2008) defende que é possível mensurar a satisfação através dos parâmetros subjetivos, o que ele chama de dados auto-reportados, que são coletados através de inquéritos com o uso da escala *Likert* e que, além disso, é possível utilizar uma amostra reduzida de utilizadores (cinco utilizadores). De acordo com o autor o desafio na avaliação de usabilidade de um produto/serviço é maximizar performance e satisfação, pois de fato os utilizadores dão respostas emocionais para a maioria dos eventos e dessa forma não é possível separar performance de satisfação. Além de que as pessoas muitas vezes têm preferências que contradizem à performance obtida.

Para a coleta dos parâmetros subjetivos cada um dos dez participantes respondeu dois questionários modificados da recomendação ITU-T Rec. P 851 (2003). O primeiro questionário contendo 18 perguntas específicas foi preenchido após a realização de cada um dos seis percursos – questionário 2 (Anexo 5), totalizando assim dez respostas para cada uma das 18 perguntas em cada percurso realizado. Foi importante para este estudo realizar este questionário ao final de cada um dos seis percursos de modo preservar as informações percebidas pelo utilizador, evitando o esquecimento de elementos importantes em cada percurso. O segundo questionário contendo 37 perguntas referentes a impressão geral do sistema foi preenchido ao final da avaliação – questionário 3 (Anexo 5). Ambos os questionários continham perguntas fechadas, de modo a fornecer um exato significado para quantificar a percepção do utilizador e os utilizadores tinham que valorar o seu julgamento de acordo com uma escala *likert* de um a cinco pontos, de acordo com a Figura 40.

Eu tive que me concentrar para entender o sistema

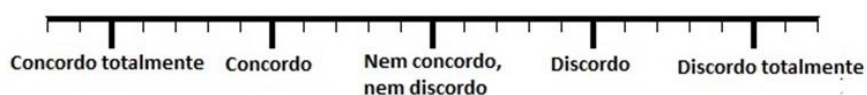


Figura 40: escala *Likert* de 5 pontos utilizada no modelo ITU-T Rec. P 851 2003
 Fonte: ITU-T Rec. P 851, 2003

As questões contidas nos questionários foram baseadas nos aspetos da qualidade descritos na recomendação ITU-T Rec. P. 851 (2003) e na literatura recente (Möller, Smeele, Boland, & Krebber, 2007; Möller, Engelbrecht, & Schleicher, 2008; Möller, 2004): demanda cognitiva, eficiência da tarefa, erros do sistema, facilidade de utilização, velocidade da interação, satisfação com o SDF, satisfação com a orientação fornecida pelo sistema, e satisfação geral (Tabela 6).

Tabela 6: exemplo de questões dos questionários 2 e 3 e o parâmetro de usabilidade associado
 Fonte: elaborado pela autora, 2012

Questões	Parâmetro de usabilidade
III21 - É fácil se perder na interação com o sistema	Demanda cognitiva
II2 - Eu tive que me concentrar para entender o sistema	Demanda cognitiva
III10 - O sistema rapidamente me conduziu ao objetivo pretendido	Eficiência da tarefa
II8 - A informação fornecida pelo sistema foi clara	Eficiência da tarefa
III11 - O sistema cometeu muitos erros	Erros do sistema
III18 - O sistema é difícil de utilizar	Erros do sistema
III27 - Fui difícil aprender a usar o sistema	Facilidade de utilização
III7 - Eu acredito que a maioria das pessoas aprenderá a usar o sistema de forma muito rápida	Facilidade de utilização
III10 - O sistema rapidamente me conduziu ao objetivo pretendido	Velocidade da interação
II6 - O sistema reagiu de forma muito rápida	Velocidade da interação
III14 - O sistema é agradável	Aceitabilidade geral
III1 - Impressão geral do sistema	Aceitabilidade geral
II3 - O sistema entendeu bem o que eu disse	Aceitabilidade do SDF
III4 - A introdução do sistema foi clara	Aceitabilidade do SDF
II14 - Eu gostei de forma como o sistema me fez localizar a boia mais próxima	Aceitabilidade da orientação
III35 - Eu gostei da forma como o sistema me localizou no piso em que eu estava	Aceitabilidade da orientação

Transferiu-se os dados de cada um dos participantes compilados do Excel, para o SPSS. A primeira coluna da aba *variable view* apresenta, assim como os parâmetros objetivos, os dados de cada uma das questões de ambos os questionários respondidos pelos participantes, da mesma forma, organizados em configuração numérica com três casas decimais e medidas em escala.

3.3. Análise das componentes principais

A análise dos parâmetros subjetivos foi realizada através da extração das componentes principais do conjunto de questões respondidas pelos participantes nos dois questionários (Anexo 5) (utilizou-se o *software* SPSS). Esta análise possibilitou a redução da quantidade de questões dos inquéritos elaborados, agrupando-as de forma coerente (Möller, et al., 2005). Esta revelou seis componentes principais que puderam ser explicadas cobrindo 78% da variância dos fatores acumulados.

A Tabela 7 mostra as valorações correspondentes a cada questão julgada pelo utilizador. De acordo com as recomendações da ITU-T Rec. P. 851 (2003), as componentes com valores $\pm 0,6$ foram agrupadas e interpretadas e estão em negrito:

Tabela 7: análise da componente principal (*rotation Varimax*)

Fonte: elaborado pela autora, 2012

Questões	Componentes					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1 Impressão geral	-0,78	-0,07	-0,52	0,16	0,07	0,07
2 Confiabilidade	0,77	-0,23	0,05	-0,07	-0,02	0,10
3 Interação padrão	0,19	0,61	0,54	0,22	0,34	0,20
4 Instabilidade	0,40	-0,40	-0,46	-0,05	0,23	0,55
5 Interação imprevisível	-0,39	-0,07	0,11	0,43	-0,63	0,08
6 Conduziu rápido ao objetivo	0,06	-0,01	0,59	0,12	0,11	-0,37
7 Cometeu muitos erros	0,69	-0,53	-0,02	0,23	-0,15	-0,10
8 Reagiu de forma educada	0,60	0,56	-0,11	0,19	-0,26	-0,04
9 Recuperação fácil de erros	0,02	0,36	-0,61	-0,27	-0,28	0,04
11 Prefiro não utilizar o sistema	-0,54	-0,27	-0,11	-0,61	0,41	0,09
12 Interação aborrecida	0,09	0,57	-0,56	-0,26	0,34	0,26
13 Satisfação com o sistema	0,78	0,07	0,52	-0,16	0,22	-0,07
14 Difícil de usar	-0,42	-0,55	0,38	-0,00	0,02	-0,20
15 Controle da interação	0,16	0,22	0,74	-0,14	-0,05	0,17
16 Vou utilizar o sistema	0,63	-0,08	0,45	0,18	0,13	0,07
17 Senti relaxado	0,57	0,35	0,12	0,16	-0,14	-0,13
18 Interação repetitiva	-0,50	0,61	0,21	0,52	-0,22	0,28
19 Interação irritante	-0,45	0,04	0,45	0,54	0,02	0,07
20 Interação frustrante	-0,52	0,35	0,25	0,42	0,53	-0,08
21 Sistema inflexível	-0,87	-0,01	0,20	-0,21	0,14	0,25
22 É fácil aprender a usar	-0,30	0,18	0,36	-0,73	0,27	0,17
23 Interação é lenta	-0,39	-0,22	0,08	-0,49	-0,15	0,74
24 Introdução é muito longa	0,19	-0,16	0,30	0,52	0,24	0,70
25 Gostei de usar o sistema	0,63	-0,25	0,59	-0,08	-0,31	0,09
26 Conclusão é muito longa	0,64	-0,14	-0,18	0,35	-0,43	0,26
27 Som da voz é clara	0,40	0,60	0,11	-0,58	0,00	-0,03
28 Diálogo é natural	0,64	0,34	-0,01	0,16	-0,56	0,20
29 Localização no piso	0,55	0,09	0,48	-0,15	0,78	0,11
30 Orientação escadas	0,53	-0,26	0,50	-0,33	-0,21	0,15
31 É fácil se perder na orientação	-0,07	-0,48	0,21	0,08	-0,78	0,23
32 Nível de concentração	0,34	-0,40	0,40	0,56	0,35	-0,10
33 Não fez o que eu queria	0,003	-0,87	0,10	-0,16	0,13	0,017
34 Reagiu de forma rápida	0,68	-0,04	-0,46	-0,07	0,16	0,40
35 Clareza da informação	0,49	0,67	-0,31	0,28	0,10	-0,15
36 Sistema amigável	0,61	0,42	-0,11	0,31	-0,46	0,21
37 Diálogo claro	0,81	-0,57	-0,01	-0,02	-0,01	-0,06
38 Sabia o caminho a seguir	0,24	0,12	-0,25	0,31	0,63	-0,06
39 Informação completa	0,40	0,69	-0,32	0,21	0,24	-0,34

Na C1 as questões: *impressão geral, o sistema é confiável, o sistema cometeu muitos erros, o sistema reagiu de forma educada, eu gostei de utilizar o sistema, me senti satisfeito com o sistema, vou utilizar o sistema no futuro*, estão relacionadas à **satisfação geral** do utilizador com o sistema;

Na C2 as questões: *interação padrão, o som da voz do sistema é claro, o sistema nem sempre fez o que eu queria, a informação é completa* estão relacionadas à satisfação da interação do diálogo;

Na C3 as questões: *foi fácil recuperar os erros e eu me senti no controle da interação com o sistema* estão relacionadas à **assimetria da interação do diálogo** na interação com o sistema;

Na C4 a questão: *é fácil aprender a usar o sistema* está relacionada à **facilidade em aprender** a utilizar o sistema;

Na C5 as questões: *eu sempre sabia o caminho que eu deveria seguir, é fácil se perder na orientação fornecida pelo sistema, é fácil se perder com a orientação fornecida pelo sistema* estão relacionadas à **satisfação na orientação** fornecida pelo sistema;

Na C6 as questões: *a introdução do sistema é muito longa, a interação é lenta* estão relacionadas à velocidade da comunicação e conseqüentemente com à **eficiência na comunicação** com o sistema.

A confiabilidade de cada questão $\pm 0,6$ foi analisada para cada uma das componentes utilizando o indicador *Cronbach Alpha* (α). Neste estudo considerou-se as componentes com $\alpha \geq 0,8$ como sendo adequadas. Os resultados, de acordo com a Tabela 8, demonstram que a C1, a C2 e a C3 satisfazem este critério.

Tabela 8: valor Cronbach para cada componente

Fonte: elaborado pela autora, 2012

Componente	Alpha (α)
C1	,96
C2	,84
C3	,80
C4	,72
C5	,63
C6	,50

3.4. Correlação entre os parâmetros objetivos e subjetivos

Neste trabalho tem-se a necessidade e o interesse em considerar os parâmetros subjetivos de forma a dar a importância devida à opinião do utilizador. Porém, sem o aspeto objetivo a própria interpretação dos aspetos subjetivos se torna bastante difícil, pois os utilizadores são diferentes e dessa forma valorizam aspetos diferentes em graus diferentes. O sistema não muda, já as pessoas mudam o seu comportamento drasticamente, e dessa forma na análise de avaliação de usabilidade do sistema uns utilizadores são penalizados por uns aspectos, outros são penalizados por outros. Pode acontecer de um utilizador ficar sensibilizado por alguns aspetos particular da interação e atribuir maior importância a este aspeto da experiência, tornando a sua opinião ao final da avaliação subjetivamente muito desfavorável, ou muito favorável. Dessa forma, no sentido de despistar opiniões extremamente negativas ou extremamente

positivas, quando muitas vezes não há razão pra elas, é que a avaliação objetiva deve ser também considerada.

Outro aspecto importante é considerar que em muitas situações de testes de usabilidade, as pessoas erram, sem se dar conta disso, e acabam classificando a experiência como satisfatória pois nem sempre a experiência percebida pelo utilizador coincide com o sucesso que ele de fato obteve ao usar o produto. O próprio utilizador muitas vezes não tem consciência, por exemplo, da quantidade de vezes que teve que retornar ao menu inicial, das falhas técnicas do sistema, das dificuldades que ele próprio introduziu ao sistema falando de modo pouco cooperativo ou falando a uma distância errada do terminal, ou estando distraído. De fato em virtude de suas características específicas o utilizador muitas vezes causa dificuldades ao sistema e não tem consciência disso, apesar de que o sistema deve prever estas situações e funcionar da melhor forma possível. O fato é que coincidir os parâmetros objetivos da interação com aquelas situações às quais o utilizador forneceu a sua opinião subjetiva, resulta em dois pontos de vista, sobre uma única realidade, os quais tenta-se correlacionar de forma matemática e interpretativa. A matemática e a estatística permitem a extração de evidências que podem auxiliar o avaliador a escolher quais as melhorias que devem ser priorizadas na melhoria do sistema. Estas evidências não se impõem ao avaliador, porém servem para a auxiliar a interpretação a qual o avaliador quer buscar com desenvolvimento deste trabalho.

3.4.1. Regressão linear múltipla

A fim de correlacionar os parâmetros objetivos e subjetivos utilizou-se o modelo da regressão linear múltipla através do *software* SPSS. Para Field (2005) a regressão múltipla linear permite prever, por cálculos matemáticos simples, resultados a partir de muitas variáveis preditoras, ou seja, permite prever quais são as variações das variáveis dependentes em função de variações das variáveis independentes, as quais se deseja testar. Nesta análise assume-se que existe uma relação linear entre uma variável Y (variável dependente), e k variáveis independentes, x_j ($j=1, \dots, k$). Neste modelo tem-se em conta os parâmetros subjetivos (primeira coluna da Tabela 9) como variáveis dependentes e os parâmetros objetivos como variáveis independentes (terceira coluna da Tabela 9). As variáveis independentes são também chamadas variáveis explicativas, regressoras, ou preditoras, uma vez que são utilizadas para explicarem a variação das variáveis dependentes.

O primeiro modelo de regressão linear foi realizado a partir da inserção das componentes principais, para cada grupo de componentes (C1, C2, C3, etc.). Posteriormente a regressão foi realizada com todas as componentes. Os R^2 dos dois modelos de regressão foram comparados e percebeu-se que a maior significância correspondia àqueles preditores associados ao segundo modelo,

onde todas as componentes separadamente foram inseridas na análise. Utilizou-se portando, para este trabalho o segundo modelo.

Neste segundo modelo proposto foram excluídas pelo avaliador as variáveis dependentes II13, II14, III37, III36, III35 e II17 que se referem à orientação e que de fato não fazem parte da análise no domínio do diálogo. Foram também excluídas às questões III5, III8, III20 e III26, que são muito semelhantes às questões III3, II15, III15 e II4, respectivamente. As questões III6, II18 e II4 foram omissas pois estes preditores ainda não nos fornecem uma interpretação clara e coerente, e isso pode ter acontecido em virtude do tamanho reduzido da amostra conseguida para a realização da avaliação, sendo aqui necessária, futuramente, nova etapa de estudo (Anexo 5). Além disso, o sistema não introduziu variáveis dentro da equação para as seguintes questões: III22 – *Me senti relaxado*, III23 – *Interação repetitiva*, III24 – *Interação irritante*, III25 – *Interação frustrante*, III28 – *Eu nem sempre estava certo sobre o que o sistema estava fazendo*, III30 – *Introdução muito longa*, III32 – *Conclusão muito longa*, III33 – *Som da voz é claro*, III34 – *Diálogo natural*, II3 – *Entendeu o que eu disse*, II9 – *Reagiu de forma amigável*. Dessa forma, para o modelo de regressão linear proposto foram interpretadas 34 questões.

Tendo como base a literatura pesquisada (Möller, Smeele, Boland, & Krebber, 2007) utilizou-se aqui o método *stepwise* de inclusão das variáveis, em que se excluíram os termos constantes e se substituíram os valores perdidos pelos seus respectivos significados. De acordo com Field (2005) neste modelo de regressão as decisões sobre a ordem a qual os preditores são colocados dentro do modelo é baseada puramente em critérios matemáticos. Depois o *software* pesquisa pelo preditor que melhor prevê os resultados das variáveis – ele faz isso selecionando o preditor que tem a relação mais alta com o resultado. Se o preditor melhora significativamente a habilidade do modelo de prever o resultado, dessa forma, esse preditor é retido no modelo e o *software* pesquisa um novo preditor. O critério utilizado para selecionar esse segundo preditor é aquele cuja variável tem a mais alta correlação semi-parcial com o resultado. O autor cita um exemplo: imaginando o primeiro preditor possa explicar 40% da variação do resultado; então há os 60% que não foram explicados, o *software* então procura pelo preditor que melhor explique este 60% restantes, e assim sucessivamente.

Quando há muitos preditores a ser interpretados o *software* produz um coeficiente de múltipla correlação denominado múltiplo R que significa a múltipla correlação entre os valores de Y e os valores de Y previstos pelo modelo da regressão linear. Dessa forma valores altos assumidos por R representam uma alta correlação entre os valores dos resultados previstos e observados. O valor de R^2 da mesma forma representa a quantidade de variação no resultado da variável que é contabilizado pelo modelo, e dessa forma um alto valor de R^2 significa uma alta confiabilidade para o modelo. O valor de adjusted R^2 representa a proporção (entre 0 e 1) da variação de Y que é explicada pela regressão. Para todos os

modelos, em média, os valores do adjusted R^2 cobrem mais de 0,786% da variância dos dados subjetivos, assumindo o valor máximo de 100% nos melhores casos III16 ($R^2 = 1$) e II6 ($R^2 = 1$), o que significa um alto grau de confiabilidade do modelo. Com relação a significância, as médias dos valores de R^2 assumem os maiores valores, em ordem crescente, para os parâmetros gerais de usabilidade: erros do sistema ($R^2 = 0,970$), demanda cognitiva ($R^2 = 0,944$), satisfação com o SDF ($R^2 = 0,820$), eficiência da tarefa ($R^2 = 0,799$), satisfação geral ($R^2 = 0,780$), facilidade de utilização ($R^2 = 0,779$), e controle da interação ($R^2 = 0,750$).

Tabela 9: modelo de regressão múltipla linear

Fonte: elaborado pela autora, 2012

Questão (variável dependente)	Parâmetros gerais de usabilidade em que se integra	Preditores significativos (variáveis independentes) e respectivos coeficientes	R^2	Adj R^2
III1 - Impressão geral	Satisfação geral	- 0,193 time-out	0,405	0,331
III2 – Confiabilidade	Satisfação geral	- 1,178 TS:Fs - 0,157 <i>pedido de ajuda</i>	0,765	0,698
III3 - Padronização	Satisfação/SDF	- 0,136 barge-in - 0,003 DD	0,777	0,713
III4 - Clareza introdução	Satisfação/SDF	1,074 URD	0,701	0,664
III7 - Facilidade de outras pessoas aprenderem	Facilidade de utilização	- 1,543 UCT	0,509	0,448
III10 - Velocidade da condução	Satisfação geral/Eficiência da tarefa	- 1,478 UCT + 0,065 SRD	0,953	0,940
III11 - Erros cometidos	Erros do sistema/Eficiência da tarefa/Satisfação geral	- 1,028 SCT	0,987	0,949
III12 – Reagiu de forma educada	Satisfação geral	14,808 CA:AP - 3,560 TS:SCsCu 1,107 <i>time-out</i>	0,971	0,956
III13 – Recuperei erros facilmente	Erros do sistema	- 0,185 PACO	0,916	0,905
III15 – Prefiro não utilizado o sistema	Satisfação geral	- 0,568 ttime-out 0,147 TS:S	0,730	0,653
III16 – Aborrecimento (modelo 7)	Satisfação geral	0,554 Cancelamento - 0,130 UCT - 0,078 PA:CO 0,058 TS:Fs, 0,054 TS:S - 0,045 SRD 0,005 UTD	1	1
III17 - Satisfação geral	Satisfação geral	- 0,641 TS:Fs 0,263 UTD 0,182 <i>barge-in</i> - 0,125 SCT	0,990	0,999

		- 0,080 TSSCu		
III18 – O sistema é difícil de utilizar	Erros do sistema/ Facilidade de utilização	4,610 CA:IA - 1,817 Retorno do utilizador 0,148 PACO	0,983	0,949
III19 - Controle da interação	Controle da interação/Satisfação/SDF	- 1,508 PA:IC 0,92 Rejeição 0,489 UTD	0,980	0,970
III21 - Fácil perder na interação	Demanda cognitiva	- 2,108 UCT 0,652 <i>ajuda do sistema</i>	0,985	0,977
III27 – Difícil aprendizagem	Facilidade de utilização	- 4,524 UCT - 0,398 TS:SCu	0,845	0,801
III29 – Interação lenta	Eficiência da tarefa	0,545 SCT, - 0,484 TS:SCu - 0,321 TS:Fu - 0,183 PA:CO	0,993	0,988
III31 - Gostei do sistema	Satisfação geral	- 0,319 erro do sistema	0,558	0,503
II2 - Nível de concentração	Demanda cognitiva	1,449 TS:Fs, -0,498 erro do sistema	0,885	0,904
II5 - Controle do diálogo	Controle da interação	- 1,095 CA:IA, 0,482 retorno do utilizador	0,765	0,698
II6 – Reagiu de forma rápida	Eficiência da tarefa	20,226 CA:AP 0,751 <i>systemhelp,</i> - 0,730 SRD - 0,677 SCT - 0,097 erros do sistema - 0,065 TS:SCu - 0,021 <i>time-out</i>	1	1
II7 – Fez muitos erros	Erros do sistema/ Eficiência da tarefa	- 0,541 time-out 0,076 questões do sistema	0,940	0,923
II8 – Informação clara	Eficiência da tarefa/Satisfação/SDF	0,368 time-out	0,457	0,389
II10 – Tranquila de diálogo (modelo 3)	Satisfação/SDF	- 2,85 retorno do sistema 1,115 URD -0,516 UTD	0,943	0,958
II11 – Fácil se perder no diálogo	Demanda cognitiva/Controle da interação	- 21,305 CA:AP - 0,450 CE 0,354 Rejeição	0,963	0,945
II12 – Clareza diálogo (modelo 4)	Satisfação/SDF	1,665 URD - 1,023 CA:IA - 0,370 TS:Fu 0,162 <i>time-out</i>	0,997	0,994
II15 – Sabia o que dizer ao sistema	Controle da interação	0,845 URD - 0,327 SCT	0,768	0,702
II18 – Informação completa	Satisfação/SDF	0,621 time-out - 0,176 PA:CO - 0,002 DD	0,946	0,919

Para a interpretação, são selecionados o conjunto de preditores do melhor modelo proposto na regressão múltipla linear (coluna três da Tabela 9).

Pode-se conferir em anexo todos os modelos de regressão propostos no documento em CD-R (Anexo 6). A importância dos preditores é dada em função da frequência com que eles aparecem no modelo da regressão, bem como em função do valor do coeficiente que lhes é atribuído (ex.: o preditor **1,665 URD**, é mais importante que o preditor - **1,023 CA:IA** para a questão III2 – *clareza no diálogo*). No intuito de obter respostas mais precisas, confiáveis e objetivas optou-se por reduzir a informação recolhida aos preditores mais importantes. Dessa forma, coeficientes muito baixos foram desconsiderados na análise. Atribuiu-se um limite de $\pm 0,006$ para a exclusão do preditor. Com isso foram excluídos dois preditores: - **0,003 DD** da questão III3 – *consistência da interação*, e **0,005 UTD** da questão III16 – *interação aborrecida*. A interpretação é apresentada no próximo tópico.

3.5. Interpretação dos resultados

Retorno de correção do utilizador (UCT)

Este parâmetro está incluso em cinco (III7, III10, III16, III21, III27) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que os retornos de correção do utilizador influenciam negativamente as duas primeiras questões, e positivamente as duas últimas, sendo que para quatro delas este é o preditor que possui o maior coeficiente.

Para as duas questões III7 - *facilidade das outras pessoas em aprender a utilizar o sistema* e III27 – *fácil aprendizagem*, os respectivos preditores - **1,543 UCT**, e - **4,524 UCT**, são ambos os parâmetros mais significativos para as questões, indicam que o baixo número de retornos de correção do utilizador é uma evidência de que o utilizador aprendeu a utilizar o sistema. De fato a aprendizagem se torna lenta, à medida que o utilizador tem de retornar aos passos anteriores na tentativa de solucionar algum problema.

Para a questão III10 – *o sistema rapidamente me conduziu ao objetivo pretendido*, o preditor - **1,478 UCT**, é o mais importante parâmetro proposto. Dessa forma, para tentar diminuir o tempo de interação deve-se diminuir ou evitar àquelas situações em que o utilizador tem que retornar ao menu principal ou à mensagem anterior na tentativa de corrigir algum erro. As tentativas de retorno para correção de erros aumentam consideravelmente o tempo de interação tornando-a repetitiva para o utilizador.

Apesar dos retornos de correção do utilizador prejudicarem o tempo de interação, e conseqüentemente o aprendizado com o sistema, este parâmetro tem uma conotação importante para as outras duas questões. Para a questão III21 – *é fácil se perder na interação*, o preditor - **2,108 UCT** é o mais importante parâmetro do modelo proposto. Para diminuir os riscos do utilizador se perder na interação com o diálogo deve-se aumentar o parâmetro retornos de correção do utilizador. Isso significa que o utilizador se perde mais fácil quando não há

possibilidade de retorno do sistema. Dessa forma, constata-se que é necessário em algumas situações fornecer ao utilizador maior possibilidade de retorno, de modo que ele consiga corrigir os problemas. Em muitos casos, a fim de corrigir algum erro da interação com o sistema o utilizador tenta voltar atrás e não consegue (Figura 41). De fato, uma vez que as boias já localizaram o utilizador e estão guiando-o para a zona seguinte (Figura 42) não é possível retornar ao menu inicial ou à mensagem anterior, de forma que o utilizador precisa cancelar o sistema e retomá-lo novamente, fato que frustra o utilizador. Pode-se perceber esta situação em pelo menos dois dos casos analisados.



Figura 41: utilizadora localiza a boia e é encaminhada para as escadas
Fonte: arquivo pessoal, 2012



Figura 42: utilizadora percebe o erro e tenta retornar ao menu principal, sem sucesso
Fonte: arquivo pessoal, 2012

Para a questão *III16 – interação aborrecida*, o preditor - **0,130 UCT**, é o segundo parâmetro em grau de importância, tendo um peso negativo para a questão. Complementando o exemplo anterior, quanto menor o número de retornos de correção do utilizador, maior é a percepção do utilizador de que a interação é aborrecida. É assim necessário em algumas situações fornecer ao utilizador maior possibilidade de retorno, de modo que ele consiga corrigir os problemas que detetou.

Retornos de correção do sistema (SCT)

Este parâmetro está incluído em cinco (III11, III17, III29, II6 e II15) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que este parâmetro influencia negativamente todas as 5 questões, sendo que para duas delas este é o preditor que possui o maior coeficiente.

Para a questão *III11 – o sistema cometeu muitos erros*, o preditor - **1,028 SCT** é o mais importante parâmetro do modelo proposto. Erros podem originar retornos de correção do utilizador, retornos de correção do sistema, mensagem de ajuda ou cancelamento do sistema que acontece após o sistema ficar “mudo”. Em quase todos os casos analisados em que ocorrem retornos de correção do

sistema e do utilizador, a recuperação do erro é bem-sucedida, diferentemente dos casos em que há mensagens de erro ou cancelamentos, que geralmente são decorrentes de erros sucessivos do sistema. Dessa forma poucos erros em um diálogo estão associados aos retornos de correção, muitos erros estão associados à mensagens de ajuda e cancelamentos. Os retornos de correção do sistema funcionam fornecendo, primeiro uma mensagem de erro, e em seguida, uma mensagem de confirmação da informação fornecida anteriormente, porém não tendem aos retornos muitos distantes na hierarquia atual do sistema na qual se está, e por isso não prejudicam demais a interação. Já as mensagens de ajuda tendem a retomar o menu principal, o que faz com que a interação seja demasiadamente prejudicada.

A seguir apresenta-se um exemplo da ocorrência de erros sucessivos que ocasionam mensagem de ajuda do sistema (*utilizador 6 – percurso 6*):

Sistema: *quer ser encaminhado para: estação, ou tecla 1; recursos desta estação, ou tecla 2; saída, ou tecla 3...*

Utilizador: *dtmf - tecla 1*

Sistema: *escolheu estação, pretende dizer o nome da estação ou selecionar a partir de uma lista, dizer o nome ou tecla 1, selecionar a partir de uma lista, ou tecla 2...*

Utilizador: *dtmf 1 - tecla 1*

Sistema: *escolheu dizer o nome da estação... a sua opção não foi percebida (erro técnico)... a sua opção não foi percebida, por favor... (erro técnico)... repita novamente, diga a estação de destino pretendida...*

Utilizador: *Câmara de Gaia*

Sistema: *a sua opção não foi percebida, por favor, repita novamente usando as teclas do telemóvel, escolha o som que ouve melhor: tecla 1 para o piso superior, tecla 2 para o piso intermédio, tecla 3 para o piso inferior, se pretender repetir os sons prima a tecla 8...*

Utilizador: *Câmara de Gaia*

Sistema: *a estação correspondente a sua seleção é Campanhã, sim ou tecla 1, não ou tecla 2...*

Utilizador: *dtmf - tecla 2*

Sistema: *escolheu dizer o nome da estação, diga o nome da estação de destino pretendida*

Utilizador: *Câmara de Gaia*

Sistema: *a sua opção não foi percebida, por favo repita novamente, diga a estação pretendida...*

Utilizador: *Câmara de Gaia*

Sistema: *a sua opção não foi percebida, por favor repita novamente, diga a estação pretendida...*

Utilizador: *Câmara de Gaia*

Sistema: *a sua opção não foi percebida, por favor repita novamente usando as teclas do telemóvel, a estação correspondente a sua seleção é Landim, sim ou tecla 1 não ou tecla 2, a sua opção não foi percebida por favor repita novamente usando as teclas do telemóvel, a estação correspondente a sua seleção é Landim, sim tecla 1, não tecla 2*

Utilizador: *dtmf - tecla 2*

Sistema: *para ajuda prima a tecla 1 (mensagem de ajuda do sistema)*

Apesar disso, os retornos de correção do sistema, como qualquer outro tipo de retorno fazem aumentar o tempo de interação e consequentemente, afetam a satisfação do utilizador.

De fato, para ambas as questões III29 – *interação é lenta* e II6 – *sistema reagiu de forma rápida*, os respectivos preditores **0,545 SCT** e **- 0,677 SCT** indicam que a velocidade da interação depende fortemente do número de retornos do sistema, sendo que o primeiro preditor é o parâmetro mais importante do modelo de regressão proposto para a questão. Ambas as questões sugerem que para aumentar a velocidade da interação deve-se diminuir o número de retornos de correção do sistema. De fato é evidente que quanto maior o número de retornos o sistema efetua, mais demorada a interação se torna.

Para a questão III17 – *satisfação geral com o sistema*, o preditor - **0,125 SCT** é considerado no modelo de regressão proposto. Dessa forma, pode-se pensar em diminuir os retornos de correção do sistema no intuito de aumentar a satisfação geral com o sistema.

Para a questão II15 – *eu sabia o que dizer para o sistema*, o preditor - **0,327 SCT**, é o segundo mais relevante do modelo de regressão proposto. Constata-se que a previsibilidade do sistema aumenta com a diminuição do número de retornos de correção do sistema. De fato os retornos de correção do sistema estão sempre associados a algum tipo de erro, e sempre que há algum tipo de erro a certeza do utilizador referente ao que dizer para o sistema pode cair imenso, e reforça ao utilizador o fato de que o sistema é propenso aos erros.

Número de tarefas não realizadas devido ao comportamento do sistema (TS:F_s)

Este parâmetro está incluso em quatro (II2, III2, III16, III17,) das 28 questões do modelo da regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que este parâmetro influencia negativamente todas as quatro questões, sendo que para três delas este é o preditor que possui o maior coeficiente.

Este parâmetro representa o conjunto de tarefas que não foram realizadas pelo utilizador devido ao comportamento inadequado do sistema. O parâmetro TS:F_s foi contabilizado quando da ocorrência de falhas no reconhecimento da voz, nos casos em que houve um comportamento cooperativo do utilizador; quando da ocorrência de retornos do sistema, sem propósitos claros, quando não houve solicitação por parte dos utilizadores; sempre que houve cancelamentos inesperados do sistema, falhas técnicas ou qualquer outra situação a qual o utilizador não obteve sucesso na realização de um objetivo função de falhas do sistema.

A seguir apresenta-se um exemplo da ocorrência do parâmetro TS:F_s (*utilizador 1 – percurso 1*):

Sistema: *qual é o seu destino?*

Utilizador: *Vilar do Pinheiro*

Sistema: *não obteve resposta devido às condições de ruído, quer ser encaminhado para: estação, ou tecla 1; recursos desta estação, ou tecla 2; saída, ou tecla 3 ...*
(TS:F_s)

Para a questão *II2 – nível de concentração para entender o sistema*, o preditor **1,449 TS:F_s** é o parâmetro mais importante do modelo proposto. Nota-se que de acordo com o preditor, quanto maior o número de tarefas não realizadas devido ao comportamento inadequado do sistema, maior é o nível de concentração exigido do utilizador para entender o sistema. De fato quando ocorrem erros de reconhecimento de voz, retornos demasiados, cancelamentos inesperados do sistema, erro técnico, ou qualquer outro tipo de anormalidade na interação, o esforço que o utilizador precisa despende para entender o sistema é muito maior, o que diminui o grau de eficiência do sistema.

A confiança e o grau de aborrecimento no uso do sistema influenciam a satisfação do utilizador. O sistema deve funcionar bem mesmo em situações hostis e inesperadas. Para as questões *III2 – confiabilidade do sistema*, *III16 – interação aborrecida* e *III17 – satisfação geral com o sistema*, os despectivos preditores – **1,178 TS:F**, **0,069 TS:F_s** e – **0,641 TS:F_s** indicam que o número de tarefas não realizadas devido ao comportamento do sistema influencia negativamente a satisfação do utilizador com o sistema, sendo que o último preditor tem um peso muito maior na previsão.

Número de respostas inapropriadas do sistema (CA:IA)

Este parâmetro está incluso em três (*III18*, *II5*, *II12*) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que este parâmetro influencia negativamente todas as cinco questões, sendo que para duas delas este é o preditor que possui o maior coeficiente.

Para a questão III18 – *o sistema é difícil de utilizar*, o preditor **4,610 CA:IA** é o parâmetro mais importante do modelo proposto. Quanto maior é o número de respostas inapropriadas do sistema, maior é a dificuldade que o utilizador encontra em utilizá-lo. De acordo com a Tabela 4:

- O sistema não deve fornecer informações repetitivas ao utilizador. Os retornos do sistema, são aqueles que, ao contrário dos retornos de correção, acontecem geralmente quando o sistema repete uma mesma mensagem, sem o intuito de corrigir um problema, portanto elas são geralmente informações redundantes que advêm de falhas técnicas, e que não agregam significado importante ao diálogo. Um caso muito comum são os casos em que o sistema retorna uma sentença, depois que o utilizador já tinha fornecido uma resposta. Exemplo:

Sistema: *escolha o som que ouve melhor: tecla 1 para o piso superior, tecla 2 para o piso intermédio, tecla 3 para o piso superior. Ouça todos os sons e prima a tecla correspondente ao som que ouvir mais próximo de si...*

Utilizador: *dtmf - tecla 1*

Boia superior

Sistema: *escolha o som que ouve melhor: tecla 1 para o piso superior, tecla 2 para o piso intermédio, tecla 3 para o piso superior. Ouça todos os sons e prima a tecla correspondente ao som que ouvir mais próximo de si...*

Utilizador: *dtmf - tecla 1 (utilizador carrega tecla 1 novamente)*

- O sistema deve seguir um padrão e não fornecer vocábulos diferentes para designar a mesma ação, principalmente para àquelas que estão na mesma sentença. Por exemplo, em uma mesma sentença o sistema mistura os três termos: “premir”, “carregar” e “teclar”. Exemplo: “foi localizado e vai ser encaminhado, quando chegar ao som carregue na tecla 8, quando chegar ao som prima a tecla 8...; ou “siga o som até o seu destino, se no caminho encontrar o bordo do cais carregue a tecla 5, quando chegar ao destino tecla 8”;
- Deve fornecer confirmação a cada resposta do utilizador;
- Deve fornecer instruções suficientemente claras ao utilizador nomeadamente ao vocabulário e expressões utilizadas. Nota-se que os utilizadores se mostram reticentes em relação aos termos: “recursos de estação”, utilizado para designar a casa de banho, a parafarmácia, a loja de aquisição de títulos de transporte, as máquinas de alimentação e as bilheteiras; e “parafarmácia”, termo que o qual a maioria dos utilizadores não reconhece e substitui por farmácia. Este tipo de erro, é denominado erros a nível de comando (Engelbrecht, 2006) e representam as situações em que o utilizador faz uso de variações de linguagem como sinónimos ou palavras que não são entendidas pelo sistema. A seguir apresenta-se um

exemplo da ocorrência dos erros a nível de comando (percurso 4, utilizador 8):

Sistema: *qual é o seu destino?*

Utilizador: *farmácia*

Sistema: *não obteve resposta devido às condições de ruído, quer ser encaminhado para: estação, ou tecla 1; recursos desta estação, ou tecla 2; saída, ou tecla 3...*

Utilizador: *dtmf - tecla 2*

Sistema: *escolheu recursos da estação, escolha o recurso que pretende: bilheteira, ou tecla 1; bar, ou tecla 2; máquinas de alimentação, ou tecla 3; loja Andante, ou tecla 4; casa de banho, ou tecla 5; parafarmácia, ou tecla 6...*

Utilizador: *farmácia*

Utilizador: *a sua opção não foi percebida... a sua opção não foi percebida...*

Utilizador: *dtmf - tecla 2*

Sistema: *escolheu parafarmácia, sim tecla 1, não tecla 2*

Para ambas as questões II5 – *controle do diálogo* e II12 – *clareza no diálogo*, os respectivos preditores – **1,095 CA:IA** e – **1,023 CA:IA** reforçam a interpretação referente a questão acima. De fato os erros na interação provocados por respostas inapropriadas do sistema influenciam negativamente a percepção do utilizador referente ao controle da interação e à clareza do diálogo.

Tempo das respostas do utilizador (URD)

Este parâmetro está incluso em três (III4, II10, II15) das 28 questões do modelo da regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que este parâmetro influencia positivamente todas as três questões, sendo que para duas delas este é o parâmetro que assume o maior coeficiente, sendo assim o mais importante.

Para as questões III4 – *clareza na introdução*, e II10 – *o diálogo correu de forma tranquila*, os preditores **1,074 URD** e **1,115 URD** indicam que deve-se aumentar os tempos de resposta do utilizador na introdução. A introdução é a parte do diálogo que antecede o encaminhamento do utilizador, nesta etapa o sistema fornece explicações básicas sobre o funcionamento do sistema; pergunta se o utilizador possui o título andante e se já o validou; questiona se o utilizador está na estação ou se chegou de metro, e se chegou à estação de metro ou a pé. A influência positiva deste parâmetro em relação às referidas questões indica que os tempos de resposta do utilizador estão talvez curtos demais, ocasionando assim *time-outs* curtos na introdução. Percebe-se que a média de *time-outs* é

0,76s, média bastante elevada. Os *time-outs* na introdução são de 3,082s, passando após a primeira localização do utilizador, a ser de 1,811s. Em 65% dos casos os *time-outs* acontecem na introdução. Talvez seja uma idéia interessante aumentar o tempo de *time-out* na introdução. Percebe-se em alguns casos há tendência dos participantes em acelerar o diálogo - utilizando *barge-in* e voz – e com isso, eles acabam por perder informações importantes, tendo muitas vezes de retornar ao menu inicial ou à mensagem anterior para correção do problema.

Para a questão *II15 – eu sabia o que dizer para o sistema*, o preditor **0,845 URD** é o mais importante parâmetro do modelo proposto. Pode-se inferir aqui que o sistema se torna mais previsível a medida em que se aumenta a duração das respostas do utilizador, dessa forma, o utilizador consegue perceber melhor o que dizer para o sistema se os tempos forem adequados e se não houver *time-outs* ou qualquer outro tipo de interrupção por parte do sistema.

Tempo da fala do utilizador (UTD)

Este parâmetro está incluído em três (III16, III17, III19) das 28 questões do modelo da regressão, porém uma delas (III16) apresenta um coeficiente muito baixo e portanto foi excluída da interpretação.

Para a questão III17 – satisfação geral com o sistema, o preditor **0,263 UTD** é o segundo parâmetro mais importante do melhor modelo de regressão proposto. O parâmetro UTD representa a duração da fala do utilizador. Constatase que um tempo de fala grande é sinal de que o sistema não interrompeu o utilizador, e dessa forma a interação ocorreu dentro da normalidade. Um tempo de fala curto pode representar uma fala curta do utilizador, o que na maioria das vezes suscita em erro de reconhecimento; ou uma interrupção de correção sistema devido a fatores externos como o ruído ambiente, ou à falha técnica.

Para a questão *III19 – controle na interação*, o preditor **0,489 UTD**, é o segundo parâmetro mais importante do melhor modelo de regressão proposto. A duração da fala do utilizador está relacionada ao reconhecimento da voz. O aumento da fala do utilizador é um indício de que a resposta do utilizador foi processada pelo sistema de forma correta, caso contrário, analisando algumas interações, é possível constatar que quando essa duração é baixa, ora o utilizador forneceu uma resposta muito curta, o que na maioria das vezes suscita em erro de reconhecimento; ora o sistema interrompeu a fala do utilizador no intuito de corrigir algum problema de natureza técnica ou externa.

Número de respostas apropriadas do sistema (CA:AP)

Este parâmetro está incluído em duas (II6, II11) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que o número de respostas do sistema que são apropriadas

(CA:AP) influencia positivamente as duas questões, sendo que para ambas assume alto coeficiente.

Para a questão III12 – *sistema reagiu de forma educada*, o preditor **14,808 CA:AP** é o parâmetro mais importante do modelo proposto. CA:AP representa o número de respostas apropriadas do sistema de acordo com os princípios de cooperatividade defendidos por Bernsen e Dybkjaer (1996) e Dybkjaer, Bernsen e Dybkjaer (2004) (Página 44) e dessa forma forma, quanto mais respostas apropriadas o sistema fornece ao utilizador, melhor é a sua percepção referente a esta questão.

Para a questão II6 – *reagiu de forma rápida*, o preditor **20,226 CA:AP** é o parâmetro mais importante do modelo proposto. As respostas apropriadas do sistema fazem com que o curso do diálogo flua naturalmente, sem erros, nem retornos, e isso consequentemente influencia a percepção do utilizador em relação a velocidade de reação do sistema.

Para a questão II11 – *foi fácil se perder na interação com o diálogo*, o preditor - **21, 305 CA:AP** é o parâmetro mais importante do modelo proposto e reforça a importância da interpretação feita em relação ao número de respostas do sistema não apropriadas (CA:IA) (Página 86). De fato, quanto menor é o número e respostas apropriadas do sistema, mais fácil é para o utilizador se perder no diálogo.

Duração das respostas do sistema (SRD)

Este parâmetro está incluído em duas questões do modelo de regressão, porém só é possível interpretação em uma (II6). Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que a duração das respostas do sistema influencia negativamente a questão.

Para a questão II6 – *reagiu de forma rápida*, o preditor – **0,730 SRD** é o segundo parâmetro mais importante do modelo proposto. Portanto a velocidade de interação é mais rápida quanto menor for a duração das respostas do sistema.

Erros do sistema

Este parâmetro está incluso em duas (III31, II6) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que os erros do sistema influenciam negativamente as duas questões, assumindo para um o maior coeficiente.

Para a questão III31 – *eu gostei de usar o sistema*, o preditor – **0,319 erros do sistema** é o parâmetro mais importante do modelo proposto. Obviamente, os erros influenciam negativamente a percepção do utilizador referente ao seu agrado com o sistema. De acordo com a classificação dos erros nos SDF (Página 48) para este sistema os erros a nível de meta representam 40,49% e são contabilizados na sua maioria os erros no reconhecimento da voz; a nível de tarefa representam 19,83%, e são contabilizadas àquelas situações em que os erros são originados em virtude do utilizador não entender o que é suposto ser

feito para prosseguir o diálogo; a nível técnico representam 26,44% e foram contabilizadas: falhas técnicas na vez da fala do sistema; situações em que o sistema desliga inesperadamente; e retornos aleatórios ao menu sem que a ação tenha sido solicitada pelo utilizador; e a nível de comando representam 13,22% e são contabilizadas àquelas situações em que o utilizador utilizou o termo farmácia, ao invés de parafarmácia.

Para a questão *II6 – reagiu de forma rápida*, o preditor **0,097 erro do sistema** foi considerado no modelo proposto. Portanto, a velocidade de reação do sistema está relacionada ao aumento dos erros na interação. De acordo com a questão anterior, quanto menor é a duração das respostas do sistema, maior é a velocidade de reação do sistema. Nas interações normais, a duração média de resposta do sistema é de 1,63s, pois habitualmente o sistema demora algum tempo para processar a resposta do utilizador. Quando há resposta correta do utilizador e tempo de processamento adequado do sistema, a resposta é geralmente reconhecida pelo sistema. Percebe-se que para alguns casos de falha no reconhecimento essa duração é bem menor – em média 0,85s, visto que o sistema já detetou o erro antes mesmo do utilizador acabar de falar, e portanto a mensagem de erro acontece geralmente mais rápido que uma resposta apropriada.

Número de tarefas que são realizadas de forma pouco satisfatória pelo utilizador (TS:SCu)

Este parâmetro está incluso em duas (III17, III27) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que o número de tarefas que são realizadas de forma pouco satisfatória pelo utilizador (TS:SCu) influencia negativamente às questões.

Para a questão *III27 – fácil aprendizagem*, o preditor – **0,398 TS:SCu**, que é o segundo parâmetro mais importante do modelo proposto, indica que quanto menor o número de tarefas realizadas de forma pouco satisfatória pelo utilizador, mais fácil é para ele aprender a utilizar o sistema. De fato as tarefas que são realizadas de forma pouco cooperativa pelo utilizador (ex: o utilizador demora demasiado para responder à solicitação do sistema, pois distraiu-se com algum fator do meio externo), dificultam a aprendizagem de utilização do sistema, principalmente porque essas situações ocasionam erros e fluxos alternativos de resposta do sistema, que obviamente dificultam a aprendizagem do mesmo. A aprendizagem é um componente importante da usabilidade do sistema (Página 35), e também é um indicativo de que o sistema é fácil de utilizar.

A segunda questão ainda reforça a primeira quando indica que para a questão *III17 – satisfação geral com o sistema*, o preditor – **0,080 TS:SCu** pode ser considerado no modelo proposto, e indica que o número de tarefas que são realizadas de forma pouco satisfatória pelo utilizador tem um peso negativo na satisfação geral do utilizador com o sistema.

Número de interrupções do utilizador (*barge-in*)

Este parâmetro está incluso em duas (III3, III17) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que o número de interrupções pelo utilizador (*barge-in*) influencia positivamente às questões, sendo que para uma delas assume o maior coeficiente.

Para a questão III3 – *consistência da interação*, o preditor – **0,136 *barge-in*** é o parâmetro mais importante do modelo proposto. A percepção de uniformidade é influenciada negativamente pelo número de interrupções do utilizador. Os participantes que consideraram a interação uniforme interromperam menos o sistema, todavia não se pode afirmar que a consistência do sistema aumente com a diminuição do número de interrupções. O que se pode afirmar é que há uma discrepância entre os tempos dos percursos nos quais os utilizadores interromperam o sistema e os tempos nos quais os utilizados não interromperam, e isso, talvez tenha causado uma percepção de uniformidade ou falta de uniformidade para alguns utilizadores.

Para a questão III17 – *satisfação geral com o sistema*, o preditor **0,182 *barge-in*** pode ser considerado no modelo de regressão proposto. Dessa forma, quanto maior for o número de interrupções do utilizador, mais rápida é a interação, e conseqüentemente maior é a satisfação do utilizador. O *barge-in* obviamente torna a interação mais rápida, e interfere muito na satisfação geral com o sistema. Percebe-se que em alguns casos é necessário aprimorar o uso do *barge-in*, por exemplo na introdução. Os utilizadores experientes se sentiram aborrecidos em não poder interromper a introdução do sistema e ir direto ao encaminhamento. De fato, os utilizadores que já estão acostumados com o sistema sabem que tem que validar o título andante, além das outras informações fornecidas pelo sistema e que se torna repetitivas para este utilizador. Por outro lado, percebe-se que em alguns casos há tendência dos participantes mais ansiosos em acelerar o diálogo e com isso, eles acabam por perder informações importantes, tendo muitas vezes de retornar ao menu inicial ou à mensagem anterior para correção do problema.

Número de respostas do utilizador corretamente reconhecidas pelo sistema (PA:CO)

Este parâmetro está incluso em duas (III13, III29) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal em função de cada questão constata-se que o número de respostas do utilizador corretamente reconhecidas pelo sistema (PA:CO) influencia positivamente às questões, sendo que para 1 delas assume o maior coeficiente.

Para a questão III13 – *recuperei os erros facilmente*, o preditor – **0,185 PA:CO** é o parâmetro mais importante do modelo proposto e influencia negativamente à questão. Isso pode indicar, que aqueles utilizadores que tiveram

respostas não reconhecidas pelo sistema puderam recuperar os erros facilmente, sem grandes problemas.

Para a questão III29 – *a interação com o sistema é lenta*, o preditor - **0,183 PA:CO** pode ser considerado no modelo de regressão proposto. Dessa forma, quanto menor o número de respostas do utilizador corretamente reconhecidas pelo sistema mais lenta é a interação. Uma alta taxa de reconhecimento é crucial para a eficiência do sistema. Em dois trajetos pode-se verificar a discrepância entre as taxas de reconhecimento e os tempos de interação. No primeiro trajeto (utilizador 1 – trajeto 3) não houve erros de reconhecimento de voz, para o outro houve quatro erros no reconhecimento da voz (utilizador 3 – trajeto 4). No primeiro a duração do diálogo até a localização da primeira boia referente ao piso é de aproximadamente 119s. No segundo essa duração corresponde há 349s, uma diferença de quase 230s (quase 4 min) entre o primeiro e o segundo percurso.

Número de mensagens de tempo limite de resposta do sistema (*time-out*)

Este parâmetro aparece em duas das 28 questões do modelo de regressão, porém só é possível interpretação para uma delas (III1). Com base na interpretação do sinal em função da questão constata-se que o número de mensagens de tempo limite de resposta do sistema (*time-out*) influencia negativamente à questão, sendo que este é parâmetro que assume o maior coeficiente dentre os preditores apresentados.

Para a questão III1 – *impressão geral do sistema*, o preditor – **0,193 time-out** é o parâmetro mais importante do modelo proposto, influenciando dessa forma, a percepção do utilizador referente a impressão geral do utilizador em relação ao sistema. A impressão geral do sistema é contabilizada a partir da média das impressões gerais de cada percurso realizado por cada participante. *Time-out* representa o tempo que o sistema espera por uma resposta do utilizador e ao fim do qual, não obtendo resposta, interrompe o ciclo normal de operação, entrando num ciclo específico alternativo. A média do número de *time-outs* que ocorrem na interação é de 0,76 por percurso, quase um *time-out* por percurso, um número bastante elevado. Isso pode ser um indicio de que os tempos de resposta do utilizador estejam curtos demais. A duração média de *time-outs* é de 2,69s, todavia, quando se divide o percurso em “introdução” e “orientação”, essa duração assume um valor muito mais alto para a introdução - 3,082s, e muito menor após a localização do utilizador através da primeira bóia - 1,811s. Talvez seja necessário testar o sistema, utilizando tempos de resposta do utilizador maiores para que não ocorram tantos *time-outs* principalmente na introdução do sistema.

O sinal negativo que aparece associado a este parâmetro é um indicativo de que para aumentar a impressão geral do sistema, deve-se diminuir o número de *time-outs* da interação. O sistema gera *time-outs* em virtude da demora do utilizador em responder às solicitações do sistema, dessa forma não é de se estranhar que este parâmetro reflita de certa forma a satisfação do utilizador com

o sistema. De acordo com Ward, Novick, Ward, & Rivera (2005) o silêncio que é gerado em decorrência dos *time-outs* causa estranheza ao utilizador que está acostumado ao diálogo fluente que ocorre entre duas ou mais pessoas. Dessa forma, quanto maior o número de *time-outs* menos natural é o diálogo entre o utilizador e o sistema.

A seguir apresenta-se um exemplo da ocorrência de *time-out* (*percurso 4 - utilizador 1*):

Sistema: *o destino correspondente a sua seleção é bar? Sim ou tecla 1, não ou tecla 2*

Utilizador: *tecla 2*

Sistema: *qual é o seu destino?*

(time-out)

Sistema: *não obteve resposta talvez devido a condições de ruído, quer ser encaminhado para estação ou tecla 1, recursos da estação ou tecla 2, saída ou tecla 3...*

Para este caso, o *time-out* está associado ao comportamento pouco cooperativo do utilizador, porém, nem sempre está. Muitas vezes os tempos de *time-outs* fornecidos pelo sistema são curtos demais e dessa forma o utilizador não consegue, em tempo hábil, responder ao questionamento do sistema.

A seguir apresenta-se um exemplo da ocorrência de *time-out* (*percurso 2 - utilizador 6*):

Som da 5ª boia

Sistema: *Ouçã todos os sons e prima a tecla correspondente ao som que ouvir mais próximo de si, se pretender repetir os sons prima a tecla 8*

(time-out – 1,87s)

Sistema: *a sua opção não foi percebida por favor repita novamente usando as teclas do telemóvel, ouça todos os sons e prima a tecla correspondente ao som que ouvir mais próximo de si, se pretender repetir os sons prima a tecla 8...*

Número de cancelamento

Para a questão III16 – *interação aborrecida*, o preditor **0,555 cancelamento**, é o parâmetro mais importante do modelo proposto. De fato, o número de cancelamentos ocorre devido à falhas que não puderam, por algum motivo, ser recuperadas pelo sistema causando aborrecimento ao utilizador que, dado a natureza do sistema e as circunstâncias, tende a ser impaciente (Página 50). Os cancelamentos podem ocorrer quando o utilizador espontaneamente desliga o sistema, exceto para aquelas situações solicitadas pelo avaliador, ou quando o sistema desliga em função de falha técnicas ou devido a demora do utilizador em responder o que lhe foi solicitado.

Número de rejeições

Para a questão *II11 – foi fácil se perder na interação com o diálogo (questionário 2)*, o preditor **0,354 rejeição**, pode ser considerado no modelo de regressão proposto. Para a questão fica claro que quanto maior o número de rejeições do sistema, mais fácil é para o utilizador se perder na interação com o diálogo.

Número de mensagens de ajuda fornecidas do sistema (ajuda do sistema)

Para a questão *III21 – é fácil se perder na interação (questionário 3)*, o preditor **0,652 ajuda do sistema**, pode ser considerado no modelo de regressão proposto. É mais fácil para o utilizador se perder na interação quanto maior o número de mensagens de ajuda que o sistema fornece ao utilizador. Diferentemente dos retornos de correção do sistema, as mensagens de ajuda são mensagens que o sistema fornece como uma saída alternativa para prosseguir o diálogo e ocorrem geralmente quando sucessivos erros acontecem, o que faz com que o sistema perca o controle sob as interações do utilizador, portanto as mensagens de ajuda fornecidas pelo sistema tem um impacto bastante negativo no diálogo.

A seguir apresenta-se um exemplo da ocorrência de mensagem de ajuda do sistema (*percurso 2 - utilizador 6*):

Sistema: *foi localizado e vai ser encaminhado quando chegar ao som prima a tecla 8, quando chegar ao som prima a tecla 8, quando chegar ao som prima a tecla 8...*

Utilizador: *dtmf - tecla errada*

Sistema: *para ajuda prima tecla 1 (mensagem de ajuda do sistema) ... o seu destino é Vilar do Pinheiro sim ou tecla 1, não, ou tecla 2*

Utilizador: *dtmf - tecla errada*

Sistema: *Não obteve resposta devido à condições de ruído, quer ser encaminhado para...*

Utilizafor: *dtmf - tecla 2*

Sistema: *Escolheu recursos da estação, escolhe o recurso que pretende, bilheteira ou tecla1, bar ou tecla 2, máquinas de alimentação ou tecla 3, loja Andante ou tecla 4, etc.*

Número de mensagens de ajuda solicitadas pelo utilizador (pedido de ajuda)

Para a questão *III2 – confiabilidade do sistema*, o preditor - **0,157 pedido de ajuda**, é o segundo parâmetro mais importante do modelo proposto. O *pedido de ajuda* representa as mensagens de ajuda solicitadas pelo utilizador. O sistema convida o utilizador a solicitar ajuda geralmente em três situações: 1) logo na introdução do diálogo após o sistema fornecer as informações iniciais; 2)

eventualmente, quando o utilizador prima alguma tecla errada; 3) em momentos em que o sistema percebe que o utilizador está confuso quanto às suas ações.

O primeiro caso leva muitos utilizadores a cometerem erros logo na introdução do sistema. Muitos utilizadores acham que para prosseguir o encaminhamento eles devem premir o menu ajuda, pois o tempo que decorre entre o sistema convidar o utilizador a carregar ajuda até o momento em que o sistema fornece uma nova pergunta do utilizador – tempo médio de 4,242 s, gera uma falsa impressão de que há um tempo para resposta do utilizador entre ambas solicitações do sistema. Torna-se evidente aqui que quanto menor o número de pedidos de ajuda solicitados ao sistema pelo utilizador, mais confiável é o sistema e assim, deve-se trabalhar no sentido de evitar que o utilizador, com ou sem intenção, tenha de recorrer ao menu ajuda. O exemplo abaixo mostra o pedido de ajuda solicitado pelo utilizador na introdução do sistema:

Sistema: *olá Eveline, bem-vindo ao sistema de encaminhamento da Metro do Porto. Este sistema oferece informações de encaminhamento contudo não deve ser usado como única referência, mas sim como mais um auxílio. Para ouvir a última mensagem carregue a tecla cardinal, para voltar atrás no menu carregue a tecla cardinal duas vezes. Lembramos que é obrigatório validar o seu andante sempre que se deslocar no interior da estação. Para ajuda, prima a tecla 1 ...*

Utilizador: *dtmf - tecla 1*

Sistema: *escolheu ajuda, pretende aceder a: funcionalidades do sistema ou tecla 1, navegação ou tecla 2*

Segue outro exemplo da ocorrência de *pedido de ajuda (utilizador 1 – percurso 4)*:

Sistema: *o destino correspondente a sua seleção é Ramalde, sim ou tecla 1, não ou tecla 2*

Utilizador: *dtmf - tecla 2*

Sistema: *Para ajuda prima tecla 1, o seu destino é Vilar do Pinheiro sim tecla 1, não tecla 2*

Número de tarefas não realizadas devido ao comportamento pouco satisfatório pelo utilizador e pelo sistema (TS:SCsCu)

Para a questão III12 – *sistema reagiu de forma educada*, o preditor - **3,560 TS:SCsCu** pode ser considerado no modelo proposto. A percepção do utilizador de que o sistema reage de forma educada aumenta, a medida em que diminui-se o número de tarefas não realizadas devido ao comportamento pouco satisfatório do utilizador e do sistema.

Número de tarefas realizadas de forma satisfatória (TS:S)

Para a questão III15 – *eu prefiro não utilizar o sistema, o preditor – 0,147 TS:S* é o segundo parâmetro mais importante do melhor modelo de regressão proposto. Com base na interpretação do sinal em função da questão constata-se que quanto maior o número de tarefas realizadas de forma satisfatória (TS:S), maior é a aceitabilidade do utilizador em relação ao sistema.

Retorno do sistema

Para a questão II10 – *o diálogo correu de forma tranquila, o preditor – 2,850 retorno do sistema* é o parâmetro mais importante do modelo proposto. Para aumentar a tranquilidade no diálogo deve-se diminuir o número de retornos do sistema. Com base na interpretação do sinal do coeficiente, em função da questão, constata-se que o parâmetro retorno do utilizador influencia negativamente a previsão, pois quanto menor o número de retornos do sistema, mais tranquilo é o diálogo. De fato os retornos do sistema, são aqueles que, ao contrário dos retornos de correção, acontecem geralmente quando o sistema repete uma mesma mensagem, sem o intuito de corrigir um problema, portanto elas são geralmente informações redundantes que advêm de falhas técnicas, e que não agregam significado importante ao diálogo.

Duração das mensagens de tempo limite de resposta do sistema (Ttime-out)

Para a questão III15 - *eu prefiro não utilizar o sistema* (questionário 3 – Anexo 5), o preditor – **0,568 ttime-out** é o parâmetro mais importante do modelo proposto. Isso significa que para aumentar a aceitação do sistema pode-se considerar aumentar a duração das mensagens de tempo limite de resposta do sistema, de forma que o utilizador tenha tempo para responder antes que seja ele interrompido por mensagens de erro do sistema. O *ttime-out* é maior na fase inicial da interação, e se torna menor após a localização das bóias sonoras.

Número de tarefas não realizadas devido ao comportamento do utilizador (TS:Fu)

Este parâmetro está incluído em uma (II12) das 28 questões do modelo de regressão. Com base na interpretação do sinal do coeficiente, em função da questão constata-se que o parâmetro número de tarefas não realizadas devido ao comportamento do utilizador (TS:Fu) influencia negativamente a previsão.

Para a questão II12 – *clareza no diálogo* (questionário 2), o preditor – **0,370 TS:Fu** foi considerado no melhor parâmetro no modelo proposto. Quanto menor é o número de tarefas não realizadas devido ao comportamento do utilizador, mais fácil é para o utilizador entender o diálogo.

Questões do sistema

Para a questão *II7 – sistema fez muitos erros*, o preditor **0,76 questões do sistema** é o mais importante parâmetro do modelo proposto. De fato, percebe-se que o número de questões do sistema influencia fortemente a percepção do utilizador em relação aos erros cometidos na interação, que acabam por suscitar novos questionamentos ao utilizador.

Eficiência dos conceitos (CE)

Para a questão *II11 – foi fácil se perder na interação com o diálogo*, o preditor – **0,450 CE** é o segundo parâmetro mais importante do melhor modelo de regressão proposto. Com base na interpretação do sinal do coeficiente, em função da questão, constata-se que o parâmetro CE influencia negativamente a previsão. CE representa a eficiência conceitual do diálogo, e obviamente quanto menor a seu valor, menor é a taxa de reconhecimento do sistema e mais fácil é para o utilizador se perder durante o diálogo.

3.6. Conclusão da avaliação subjetiva

Os aspetos da qualidade: demanda cognitiva, eficiência da tarefa, erros do sistema, facilidade de utilização, velocidade da interação, satisfação com o SDF, satisfação com a orientação fornecida pelo sistema e satisfação geral, foram interpretados com base nas questões fornecidas nos questionários e a sua valorização é apresentada neste tópico:

- Satisfação SDF

De acordo com o Gráfico 5, as categorias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, e 15 são representadas respectivamente pelas questões “o sistema entendeu bem o que eu disse” (II3), “a informação fornecida pelo sistema foi clara” (II8), “o diálogo correu de forma tranquila” (II10), “eu me perdi facilmente durante o diálogo” (II11), “o diálogo foi claro” (II12), “a interação com o sistema seguiu um padrão” (III3), “a informação fornecida pelo sistema foi completa” (II18), “o diálogo foi muito curto” (II16), “a introdução do sistema foi clara” (III4), “a conclusão do sistema foi clara” (III6), “eu me senti no controle da interação com o sistema” (III19), “a interação com o sistema não é irritante” (III24), “a interação com o sistema não é frustrante” (III25), “você percebeu o diálogo como sendo natural” (III34), “foi fácil se perder na interação com o diálogo” (II11) e estão relacionadas à satisfação com o SDF. Quanto maior é a satisfação com o SDF, menor é o valor assumido pela questão II11 e maior são os valores assumidos pelas demais questões, sendo o maior valor equivalente à 100%. Dessa forma os valores assumidos pelas questões, em ordem numérica, para as questões acima representadas são respectivamente: 74,21%, 71,09%, 83,59%, 72,65%, 87,1%,

71,09%, 75,78%, 55,97%, 85,15%, 76,95%, 75%, 19,53%, 17,96%, 87,10%, 32,81%, totalizando uma média de 66% para a satisfação com o SDF para este sistema.

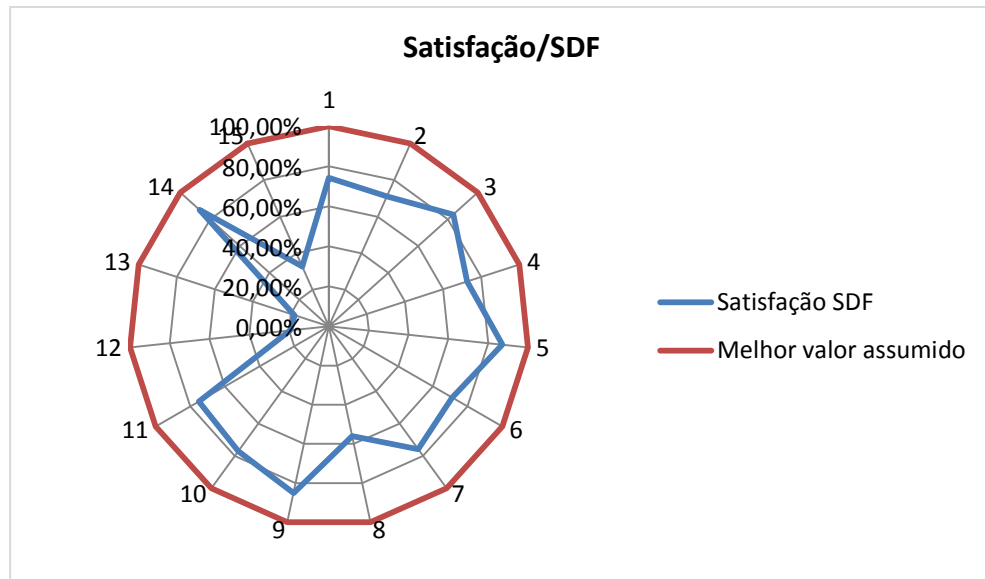


Gráfico 5: satisfação/SDF
 Fonte: elaborado pela autora, 2012

▪ Satisfação orientação

Para além da satisfação do utilizador referente ao diálogo, torna-se importante aqui saber qual a satisfação do utilizador também referente à orientação fornecida pelo sistema. De acordo com o Gráfico 6, as questões “*eu sabia em cada momento o caminho que eu deveria seguir*” (II13), “*eu gostei de forma como o sistema me fez localizar a boia mais próxima*” (II14), “*me perdi na orientação fornecida pelo sistema*” (III37), “*eu gostei da forma como o sistema me conduziu para as escadas (fixas e rolantes)*” (III36), “*eu gostei da forma como o sistema me localizou no piso em que eu estava*” (III35), “*nenhum esforço foi necessário para entender o caminho indicado pelo sistema?*” (II17) estão relacionadas à satisfação com a orientação fornecida pelo sistema. Quanto maior é a satisfação com o SDF maior são os valores assumidos pelas questões, sendo o maior valor equivalente à 100%. Quanto maior é a satisfação com a orientação menor o valor assumido pela questão III37 e maior são os valores assumidos pelas demais questões, sendo o maior valor equivalente à 100%. Dessa forma os valores assumidos pelas questões, em ordem numérica, para as questões acima representadas são respectivamente: 72,26%, 73,04%, 26,56%, 87,1%, 75,78% e 69,53%, totalizando uma média de 67,38% para a satisfação a orientação fornecida pelo sistema.

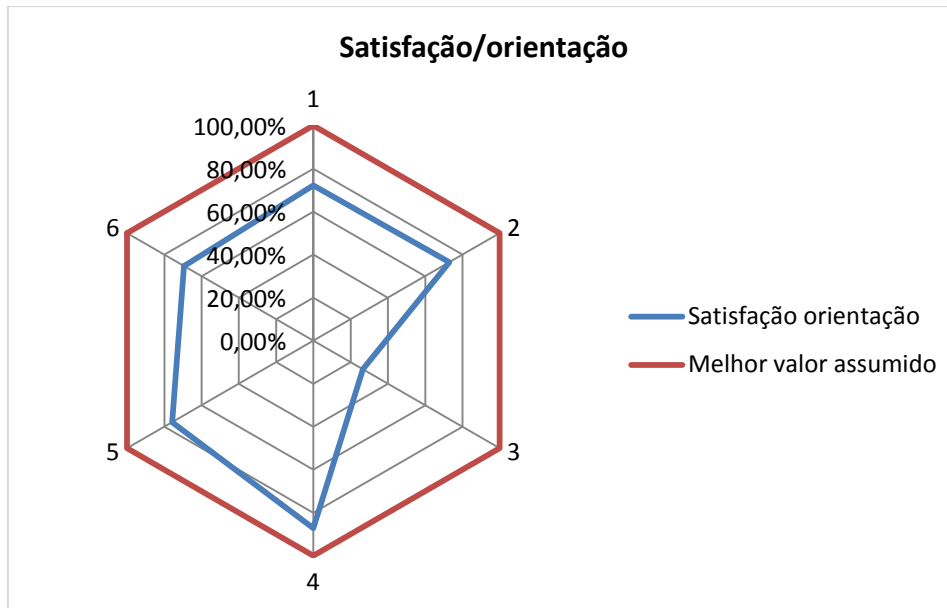


Gráfico 6: satisfação/orientação
Fonte: elaborado pela autora, 2012

▪ Satisfação geral

De acordo com o Gráfico 7, as categorias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, e 22 são representadas, respectivamente pelas questões “o sistema é muito flexível” (III26), “o sistema reagiu de forma o amigável” (II9), “a interação com o sistema é confiável” (III2), “o sistema é estável” (III5), “o sistema rapidamente me conduziu ao objetivo pretendido” (III10), “o sistema não cometeu muitos erros” (III11), “o sistema reagiu de forma educada” (III12), “o sistema é agradável” (III14), “de modo geral eu fui capaz de recuperar os erros facilmente” (III13), “eu vou utilizar o sistema” (III15), “de forma geral estou satisfeito com o sistema” (III17), “eu vou começar a usar o sistema no futuro” (III20), “eu me senti relaxado usando o sistema” (III22), “eu gostei de usar o sistema” (III31), “eu sempre estava certo sobre o que o sistema estava fazendo” (III28), “impressão geral do sistema” (III1), “o som da voz do sistema é claro” (III33), “a interação com o sistema não é aborrecida” (III16) estão relacionadas à satisfação geral do sistema. Quanto maior é a satisfação geral com o sistema maior são os valores assumidos pelas questões, sendo o melhor valor equivalente à 100%. Dessa forma, os valores assumidos, em ordem numérica, para as questões acima representadas são respectivamente: 75%, 85,15%, 75%, 50,78%, 72,65%, 60,93%, 75,78%, 87,1%, 87,1%, 64,84%, 87,1%, 75%, 70,31%, 87,1%, 60,93%, 70,31%, 87,1%, 42,18%, 50,78%, 62,5%, 72,65%, 71,87%, totalizando uma média de 71%.

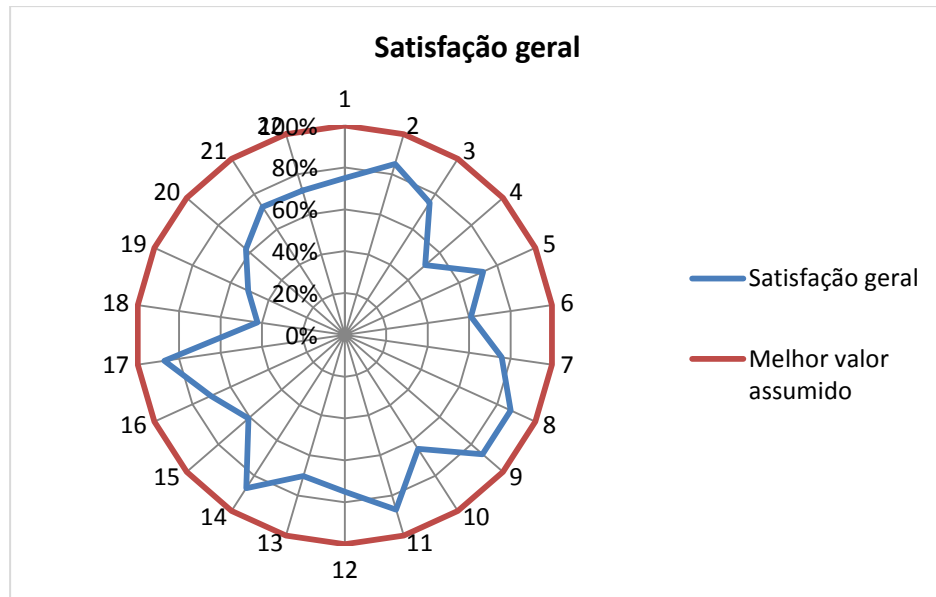


Gráfico 7: satisfação geral
Fonte: elaborado pela autora, 2012

▪ Facilidade de utilização

De acordo com o Gráfico 8, as categorias 1, 2, 3 e 4 são representadas respectivamente pelas questões “*Eu acredito que a maioria das pessoas aprenderá a usar o sistema de forma muito rápida*” (III7), “*Foi fácil aprender a usar o sistema*” (III27), “*De modo geral eu fui capaz de recuperar os erros facilmente*” (III13), “*O sistema é difícil de utilizar*” (III18) estão relacionadas à facilidade de utilização. Quanto maior é a facilidade de utilização do sistema, maior são os valores assumidos pelas questões III7, III27, III13 e menor o valor assumido para a questão III18, sendo o melhor valor equivalente à 100%. Dessa forma, os valores assumidos para as questões 1, 2, 3 e 4 são respectivamente 74,21%, 64,84% e 71,09%, 35,93% totalizando uma média de 61,52%.

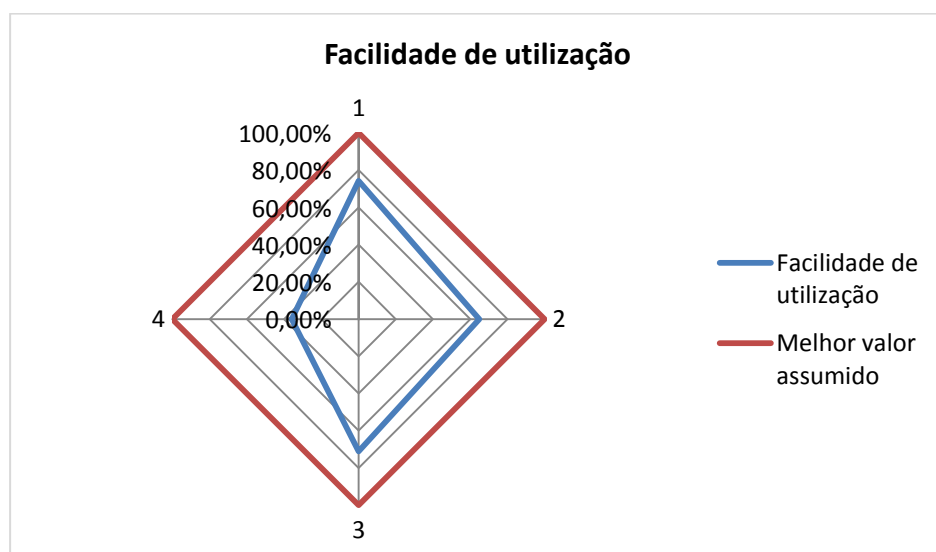


Gráfico 8: facilidade de utilização
Fonte: elaborado pela autora, 2012

▪ *Demanda cognitiva*

De acordo com o Gráfico 9, as categorias 1, 2, 3 e 4 são representadas respectivamente pelas questões: “é fácil se perder durante a orientação fornecida pelo sistema” (III37), “é fácil se perder na interação com o sistema” (III21), “foi fácil se perder na interação com o diálogo” (II11) e “eu tive que me concentrar para entender o sistema” (II2) estão associadas a demanda cognitiva. Quanto maior é a percepção de erros para o utilizador maior são os valores assumidos pelas questões, sendo o pior valor assumido aquele equivalente a 100%. Dessa forma, os valores assumidos para as questões 1, 2, 3 e 4 são respectivamente 29,68%, 26,56%, 56,25% e 26,56% totalizando uma média de 34,76% a demanda cognitiva deste sistema.

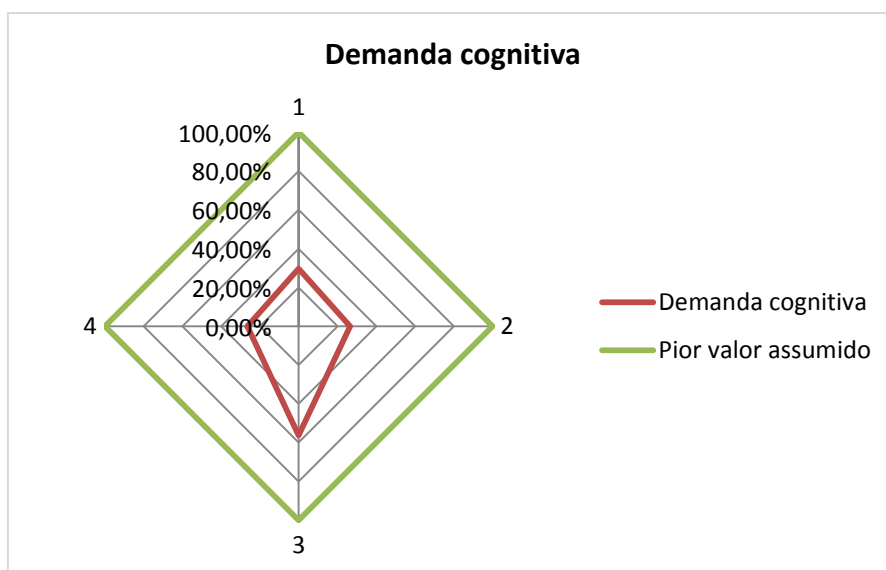


Gráfico 9: demanda cognitiva
 Fonte: elaborado pela autora, 2012

▪ *Eficiência da tarefa*

De acordo com o Gráfico 10, as categorias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 são representadas respectivamente pelas questões “o sistema rapidamente me conduziu ao objetivo pretendido” (III10), “o sistema é fácil de utilizar” (III18), “o sistema não cometeu muitos erros” (III11), “o sistema não fez muitos erros” (II7), “o sistema rapidamente me conduziu ao objetivo pretendido” (III10), “a informação fornecida pelo sistema foi clara” (II8), “o sistema reagiu de forma muito rápida” (II6), “no geral a interação é muito lenta” (III29), “o sistema sempre fez o que eu queria que ele fizesse” (III9) e estão relacionadas à eficiência da tarefa. Quanto maior a eficiência do sistema maior são os valores assumidos pelas questões, sendo o melhor valor assumido aquele equivalente à 100%. Dessa forma os valores assumidos pelas questões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 são respectivamente 74%, 64%, 60, 93%, 61,71%, 69,53%, 57,03%, 60,93% e 44,53%, totalizando uma média de 62% de eficiência da tarefa para este sistema.

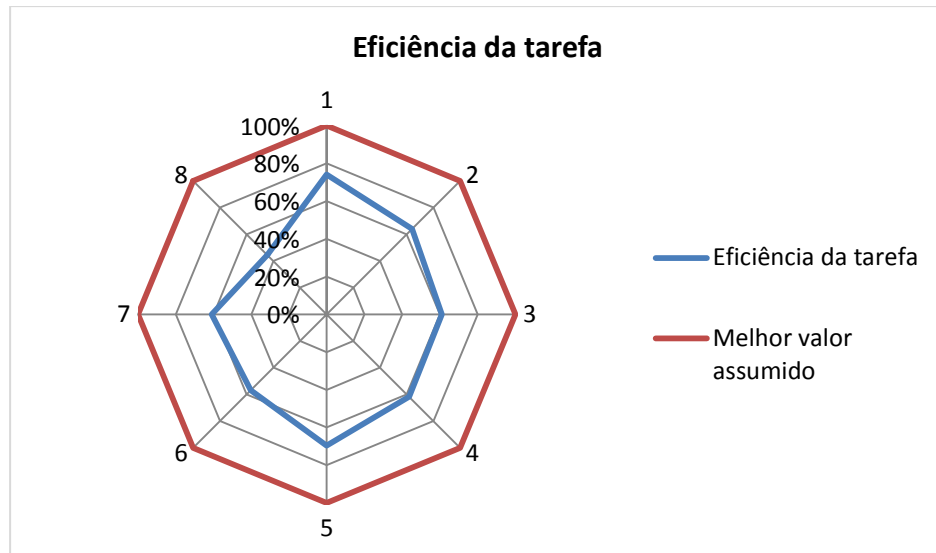


Gráfico 10: eficiência da tarefa
 Fonte: elaborado pela autora, 2012

▪ Erros do sistema

De acordo com o Gráfico 11, as categorias 1, 2, e 3 são representadas respectivamente pelas questões “o sistema fez muitos erros” (II7), “o sistema cometeu muitos erros” (III11), “o sistema é difícil de utilizar” (III18) e estão associadas aos erros do sistema. As questões II7 e III11 são similares, porém a primeira é referente ao questionário 2, e segunda referente ao questionário 3 (Anexo 5). Quanto maior é a percepção do utilizador referente aos erros do sistema maior são os valores assumidos pelas questões sendo o pior valor assumido aquele equivalente à 100%. Dessa forma os valores assumidos para as questões 1, 2, e 3 são respectivamente 38,28%, 39,84%, 35,93%, totalizando uma média de 38,02% para este sistema.

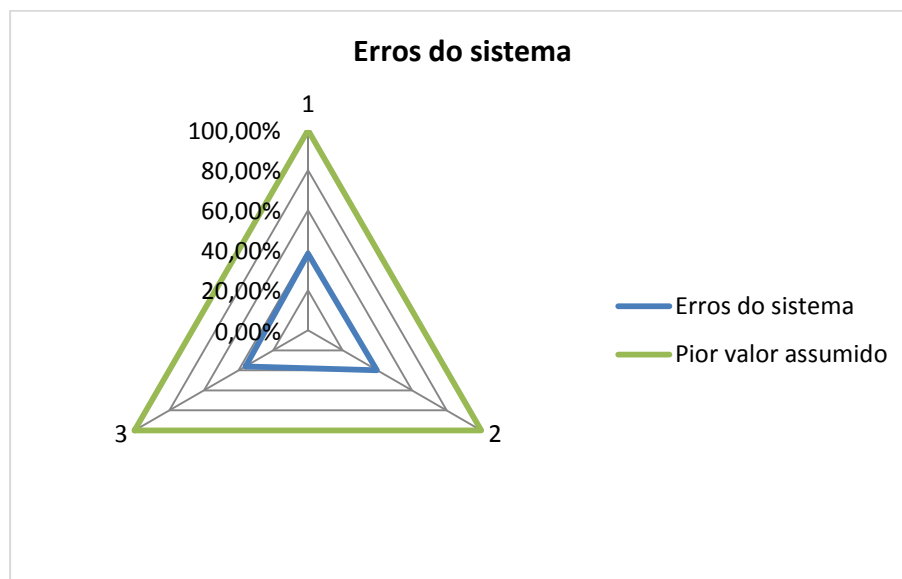


Gráfico 11: erros do sistema
 Fonte: elaborado pela pesquisadora, 2012

▪ Controle da interação

De acordo com o Gráfico 12, as questões “o sistema sempre fez o que eu queria” (II4), “eu sabia em cada momento o que dizer para o sistema” (II15), “a interação com o sistema é previsível” (III8), “o sistema sempre fez o que eu queria que ele fizesse” (III9), “eu fui capaz de controlar o diálogo de forma desejada” (II5), “de modo geral eu fui capaz de recuperar os erros facilmente” (III13) e estão relacionadas ao controle da interação com o sistema. Quanto maior é o controle da interação com o sistema maior são os valores assumidos pelas questões, sendo o maior valor equivalente à 100%. Dessa forma os valores assumidos pelas questões, em ordem numérica, para as questões acima representadas são respectivamente: 46,48%, 87,1%, 32,42%, 57,03%, 74,6%, 72,65%, 75%, 62,5%, e 26,56%, totalizando uma média de 59,37% para o controle da interação com o sistema.

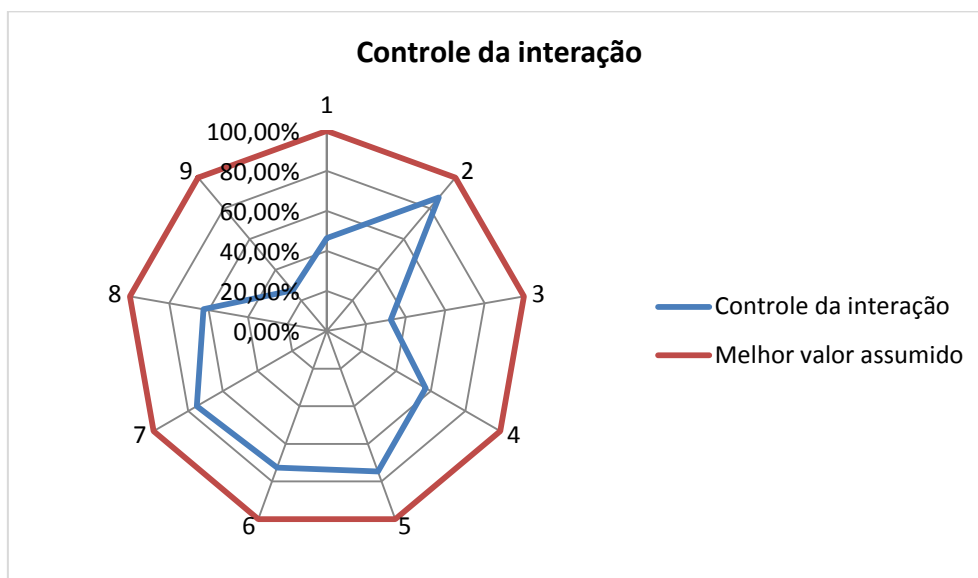


Gráfico 12: controle da interação
 Fonte: elaborado pela autora, 2012

▪ Panorama geral da análise

De acordo com o Gráfico 13, o panorama geral da análise mostra uma uniformidade entre os julgamentos da utilizador referente à satisfação geral (71%), satisfação SDF (66%), satisfação orientação (76,38%). Eficiência da tarefa (62%), facilidade na utilização (61,52%) e controle da interação (59,37%) assumem médias mais baixas e que devem ser levadas em consideração. Erros do sistema (38,02%) assume uma média relativamente alta e que também deve ser considerada.

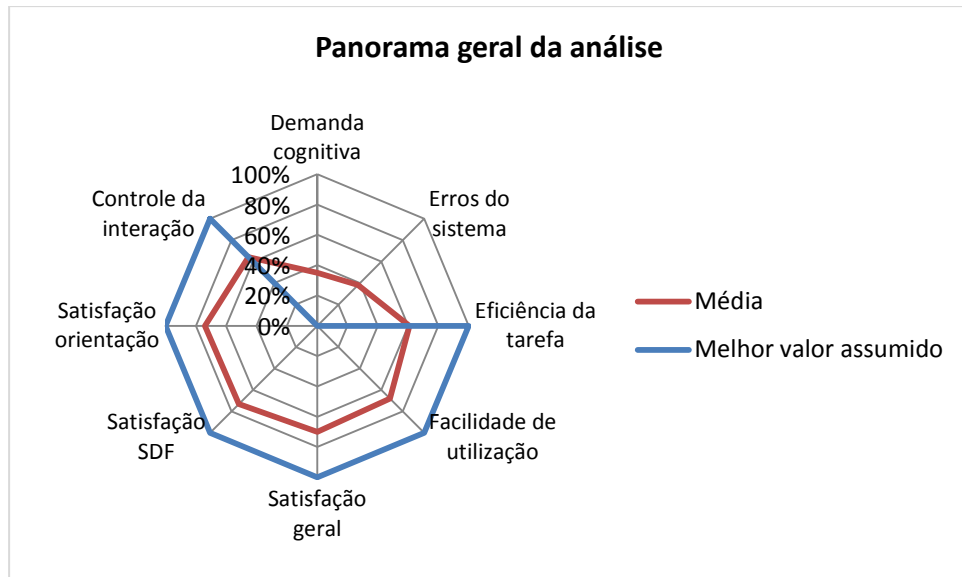


Gráfico 13: Panorama geral da análise
 Fonte: elaborado pela autora, 2012

Análise de confiabilidade

Torna-se necessário verificar a confiabilidade dos questionários aplicados aos participantes. O cronbach's alfa (α) é a medida mais comum utilizada para mensurar a confiabilidade dos questionários em escala *Likert*. Alguns autores divergem a respeito do valor limite para o qual o questionário pode ou não ser considerado aceitável. Field (2005) relata que para a maioria dos livros e artigos na área das ciências sociais são considerados confiáveis valores iguais ou maiores que 0.7.

De acordo com Kline (1999) embora esse valor, em torno de 0.8 seja apropriado para testes de carácter cognitivo, como os testes de inteligência; para testes de habilidade um valor de 0,7 é mais aceitável. O autor aponta que em questionários que lidam com aspectos psicológicos, valores abaixo de 0.7 são esperados por causa da diversidade dos elementos a serem mensurados.

O valor de *cronbach's alfa* obtido para todas as questões é de 0.714, sendo portanto um valor confiável para este estudo (Tabela 10).

Tabela 10: Cronbach's alpha

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0,714	0,748	54

Pode-se concluir em relação à análise subjetiva deste trabalho que a aplicação de questionários é uma etapa importante, pois verifica-se que permitiu a confrontação destes resultados subjetivos, com os de natureza objetiva que

foram abordados anteriormente. Porém este método não é completamente confiável, pois muitas vezes o que os participantes pensam e respondem, no ato do preenchimento dos questionários, pode não condizer com o que eles realmente fizeram na interação com o sistema, como refere-se anteriormente neste trabalho. Daí a importância adicional de realizar a combinação entre estes julgamentos e a análise objetiva, como já foi referido.

O contato com a ACAPO e o CRA deveria ter sido estabelecido em fevereiro, dois meses antes do início dos testes. De fato estabelecer um vínculo mais forte poderia ter aumentado as possibilidades de obter uma amostra de utilizadores maior em tempo hábil.

O modelo ITU-T P. 851 (2003) fornece métodos e procedimentos para a realização de inquéritos subjetivos, e é bastante utilizado na literatura. Os inquéritos foram adaptados deste modelo e traduzidos para o português. Para que seja corretamente aplicada uma versão modificada do modelo ITU-T P. 851 (2003) o inquérito deve ser validado. Não houve para este trabalho, tempo hábil para a validação do mesmo em língua portuguesa, visto que este é um processo bastante demorado cujo assunto por si só poderia originar temas para outros trabalhos.

4. O RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

O capítulo 4 apresenta o relatório de avaliação de usabilidade do sistema NAVMETRO®. Neste capítulo expõem-se algumas diretrizes para a melhoria do sistema, com base nos resultados estatísticos anteriormente apresentados neste trabalho.

Relatório de Avaliação de Usabilidade

NAVMETRO®: Sistema de Auxílio à Orientação Sonora

Versão revisada (1)

Data do relatório: Agosto, 2012

Data da avaliação: Abril/Maio, 2012

Local do teste: estação de metro da Trindade, Porto, Portugal

Autora: Eveline Januário Ferreira

Telefone: 351 962114830

Email: evferreira@gmail.com

Destinado à: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP;
Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal – ACAPO e Metro do Porto,
S.A.

ÍNDICE

4.1 Sumário executivo	110
4.2 Metodologia	111
Perfil dos utilizadores participantes	111
Tarefa.....	112
Dados coletados.....	112
4.3 Recomendações.....	115
4.4 Observações finais.....	122

4.1. Sumário executivo

Este relatório apresenta diretrizes para a melhoria da usabilidade do sistema NAVMETRO®. A avaliação da usabilidade deste sistema deve ser realizada periodicamente para garantir a qualidade no uso do serviço à população de interesse. Este relatório serve como um guia para o aprimoramento do sistema a ser realizado anualmente.

O relatório deve conter o resumo da avaliação realizada e as recomendações para o aprimoramento do sistema. Este documento é de extrema importância, pois fornece aos desenvolvedores uma compilação dos dados obtidos com enfoque nos aspetos de melhoria que devem ser feitas ao sistema.

O NAVMETRO® foi instalado em 2009 na estação de metro da Trindade, no distrito do Porto, Portugal. Atualmente o sistema está sendo instalado também na estação de metro Campo 24 de Agosto. O responsável pelo projeto é Diamantino Freitas, professor associado do Departamento de Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O desenvolvimento do projeto contou também com 5 colaboradores da Metro do Porto, S. A., entre eles o arquiteto Manuel Paulo Teixeira (coordenador); e três colaboradores da ACAPO, entre eles, Mariana Rocha (coordenadora).

4.2. Metodologia

A avaliação de usabilidade do NAVMETRO® foi conduzida pela autora, como resultado do trabalho de conclusão do curso de Mestrado Design Industrial pela FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. A avaliação foi realizada na estação de metro da Trindade, no distrito do Porto – Portugal nos meses de Abril e Maio de 2012. Durante a avaliação de usabilidade, dez participantes, representantes do público-alvo de interesse, foram convidados a realizar seis percursos ao longo da estação de metro da Trindade. A média do tempo da avaliação foi de 2 h. Durante este tempo os participantes:

- Assinaram um termo do consentimento esclarecido (Anexo 3);
- Responderam o questionário 1 (Anexo 5);
- Responderam o questionário 2 (Anexo 5);
- Realizaram os percursos em ambiente real de utilização;
- Responderam o questionário 3 (Anexo 5);

Perfil dos utilizadores participantes

Os 10 participantes apresentam as seguintes características:

Grau de deficiência	
Congênita	9
Adquirida	1
Total	10

Sexo	
Mulheres	3
Homens	7
Total	10

Idade	
26 - 39	4
40 - 59	6
Total	10
Total	10

Utilizou o NAVMETRO®	
Sim	3
Não	7
Já utilizou outro sistema de	

diálogo falado (SDF)?	
Sim	10
Não	0
Total	10

Nível de escolaridade	
Ensino básico	
Ensino secundário incompleto	1
Ensino secundário completo	5
Superior incompleto	2
Superior completo	2
Total	10

Os participantes foram recrutados com a colaboração da ACAPO e do CRA e todos participaram da avaliação voluntariamente.

Tarefa

Durante a avaliação da usabilidade, os participantes realizaram seis percursos ao longo da estação da Trindade. Os percursos estão apresentados abaixo (Tabela 11).

Tabela 11: percurso realizado

	Percurso
1º	Da entrada principal da estação até o bordo do cais com destino correspondente à estação Vilar do Pinheiro
2º	Do bordo do cais com destino correspondente à estação Vilar do Pinheiro até a casa de banho
3º	Da casa de banho até o bordo do cais correspondente à estação Campainha
4º	Do bordo com destino correspondente à estação Campainha até a para-farmácia
5º	Da para-farmácia até o bordo do cais com destino correspondente à loja Andante
6º	Da loja Andante até o bordo do cais com destino correspondente à estação Câmara Gaia

Dados coletados

Parâmetros objetivos

Parâmetros relacionados ao diálogo e a comunicação	
<i>DD</i>	Duração total do diálogo
<i>UTD</i>	Duração da fala do utilizador
<i>STD</i>	Duração da fala do sistema
<i>URD</i>	Duração das respostas do utilizador
<i>SRD</i>	Duração das respostas do sistema
<i>#system</i>	Número de retornos do sistema

<i>turns</i>	
<i>#system questions</i>	Número de questões do sistema
CE	eficiência dos conceitos
Parâmetros de meta-comunicação	
<i>#pedido de ajuda</i>	Número de mensagens de ajuda solicitadas pelo utilizador
<i>#ajuda do sistema</i>	Número de mensagens de ajuda fornecidas pelo sistema
<i>(#time-out</i>	Número de mensagens de tempo limite de resposta
<i>Ttime-out</i>	Duração das mensagens de tempo limite de espera
<i>(#ASR rejection</i>	Número de rejeições do sistema
<i>#barge-in</i>	Número de interrupções pelo utilizador
	Número de cancelamentos
<i>#system error</i>	Número de erros do sistema
<i>#SCT</i>	Número de retornos de correção do sistema
<i>#UCT</i>	Número de retornos de correção do utilizador
Parâmetros relacionados a cooperatividade	
CA:AP	Número de respostas apropriadas do sistema
CA:IA	Número de respostas inapropriadas do sistema
Parâmetros relacionados com a tarefa	
TS:S	Número de tarefas: realizadas de forma satisfatório
TS:SCs	Realizadas de forma pouco satisfatória pelo sistema
TS:SCu	Realizadas de forma pouco satisfatória pelo utilizador
TS:SCsCu	Realizadas de uma forma pouco satisfatória tanto pelo utilizador quanto pelo sistema
TS:F _s	Não realizadas devido ao comportamento do sistema
TS:F _u	Não realizadas devido ao comportamento do utilizador
Parâmetros relacionados a entrada de voz	
PA:CO	Número de respostas do utilizador corretamente entendidas pelo sistema
PA:IC	Número de respostas do utilizador incorretamente entendidas pelo sistema

Ferramentas para coleta de dados	
Filmagens	Duas câmaras digitais modelos Canon Power Shot ELPH
Gravação de áudio	Dois telemóveis modelos Nokia C3-00 e Nokia E65 em modo conferência

Coleta dos parâmetros subjetivos	
Questionário 2	18 perguntas específicas após a realização de cada percurso com base na ITU-T Rec. P 851 (2003)
Questionário 3	37 perguntas referentes a impressão geral do sistema com base na ITU-T Rec. P 851 (2003)

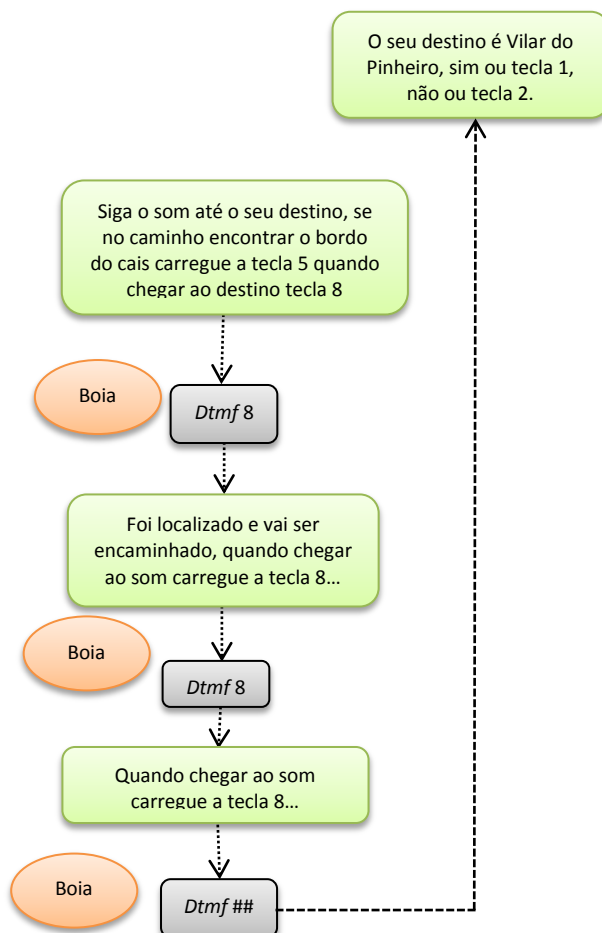
Ferramentas de anotação, segmentação e análise dos dados	
Imagem	Aplicativo <i>Windows Live Movie Maker</i>
Áudio	Aplicativo <i>Praat</i>

4.3. Recomendações

A ordem das diretrizes a baixo propostas encontra-se uma combinação dos parâmetros mais importantes observados a partir dos resultados estatísticos.

1º Otimizar os retornos de correção

De modo geral os retornos de correção do sistema quando ocorrem poucas vezes não são prejudiciais ao andamento do diálogo. Porém, o sistema não deve fornecer retornos muito distantes na hierarquia do diálogo, a não ser quando o utilizador solicitar, por exemplo, fazer novo encaminhamento. Para estes casos, o sistema deve possibilitar ao utilizador interromper o fluxo do diálogo e retornar a interação, a fim de corrigir os problemas do sistema, na altura em que o utilizador desejar/precisar. Isso faz com que o utilizador tenha maior controle na interação com o sistema. O sistema deve disponibilizar meios do utilizador retornar o sistema para aqueles casos em que o sistema perde o controle sobre as ações do utilizador, devido a grande quantidade de erros consecutivos cometidos durante a interação (ex: quando o utilizador não emite resposta por mais de três vezes).



Os retornos de correção naturalmente deixam a interação mais lenta, e dessa forma a mensagem de retorno fornecida pelo sistema deve ser muito curta, e precisa. Deve-se focar em repetir a sentença anterior, porém, de forma natural e educada.

Quando as mensagens de retorno de correção são claras e consistentes evita-se que ocorram erros sucessivos. Erros sucessivos fazem com que o sistema perca o controle sob as interações do utilizador, fazendo aparecer mensagens de ajuda que têm um impacto bastante negativo no diálogo.

2º Parâmetros do sucesso da tarefa

Os parâmetros associados ao sucesso da tarefa têm uma representatividade no modelo de regressão obtido. O TS:SCu, o TS:SCcCu, o TS:S, e o TS:Fu, TS:FS, aparecem no modelo, sendo o último, um dos parâmetros que mais aparece, com representatividade em 4 das 28 questões. Aparentemente, os aspetos relacionados ao sucesso da tarefa são aspetos importantes da qualidade percebida pelo utilizador e influenciam diretamente a aceitabilidade do sistema, quando aponta as seguintes questões relacionadas a cada um destes parâmetros: clareza no diálogo, percepção do utilizador de que a interação ocorreu de forma educada, uso futuro do sistema, facilidade de aprender. As questões relacionadas a cada um dos parâmetros reforçam os aspetos que devem ser melhorados no sistema: o aumento da taxa de reconhecimento de voz, a reconfiguração do sistema e constante manutenção de modo a evitar àqueles retornos do sistema que não tem propósitos claros, bem como evitar os cancelamentos inesperados do sistema e às falhas técnicas.

3º Os erros e as respostas apropriadas do sistema

Para aumentar a probabilidade do utilizador entender o sistema deve-se fornecer respostas apropriadas ao utilizador. Para aumentar a taxa das respostas apropriadas do sistema:

- O *software* deve ter uma baixa taxa de erro de reconhecimento, bem como alta capacidade de correção, possibilitando fácil recuperação dos erros;
- Deve-se evitar erros a nível técnico, e para isso deve-se fazer a manutenção do sistema com frequência.
- Deve-se fornecer ao utilizador maior possibilidade de retornos de correção;
- O *software* pode ser reconfigurado para não desligar sozinho, de modo que o utilizador tenha o controle total da interação;

- Deve-se testar a modificação de algumas frases. Pode-se começar por modificar o arquivo de texto padrão do sistema para possibilitar o reconhecimento de sinônimos como “para-farmácia” e “farmácia”;
- Deve-se evitar que o sistema forneça informações repetitivas ao utilizador.

Utilizar:

Sistema: escolha o som que ouve melhor: tecla 1 para o piso superior, tecla 2 para o piso intermédio, tecla 3 para o piso superior. Ouça todos os sons e prima a tecla correspondente ao som que ouvir mais próximo de si:

Utilizador: dtmf - tecla 1

Boia superior

Sistema: Siga o som até o seu destino, se no caminho encontrar o bordo do cais carregue a tecla 5, quando chegar ao destino tecla 8

Ao invés de:

Sistema: escolha o som que ouve melhor: tecla 1 para o piso superior, tecla 2 para o piso intermédio, tecla 3 para o piso superior. Ouça todos os sons e prima a tecla correspondente ao som que ouvir mais próximo de si:

Utilizador: dtmf - tecla 1

Boia superior

Sistema: escolha o som que ouve melhor: tecla 1 para o piso superior, tecla 2 para o piso intermédio, tecla 3 para o piso superior. Ouça todos os sons e prima a tecla correspondente ao som que ouvir mais próximo de si

Utilizador: dtmf 1 - utilizador carrega tecla 1 novamente

- O sistema deve seguir um padrão relativo aos termos utilizados no diálogo. Não se deve aqui utilizar sinônimos para as respostas do sistema, principalmente na mesma sentença. Deve-se utilizar o mesmo termo para designar o mesmo elemento. Exemplo:

Utilizar:

Sistema: foi localizado e vai ser encaminhado, quando chegar ao som carregue a tecla 8, quando chegar ao som carregue a tecla 8...

Ao invés de:

Sistema: foi localizado e vai ser encaminhado quando chegar ao som carregue na tecla 8, quando chegar ao som prima a tecla 8...

Utilizar:

Sistema: *Siga o som até o seu destino, se no caminho encontrar o bordo do cais carregue a tecla 5, quando chegar ao destino carregue a tecla 8*

Ao invés de:

Sistema: *Siga o som até o seu destino, se no caminho encontrar o bordo do cais carregue 5, quando chegar ao destino tecla 8*

- O sistema deve fornecer confirmação a cada resposta do utilizado. Nesse aspecto o sistema funciona bem. Exemplo:

Sistema: *qual e o seu destino?*

Utilizador: *Vilar do Pinheiro*

Sistema: *escolheu Vilar do Pinheiro, sim ou tecla 1, não ou tecla 2*

Utilizador: *dtmf - tecla 2*

Sistema: *qual é o seu destino?*

Utilizador: *Campanhã*

Sistema: *escolheu Campanha, sim ou tecla 1, não ou tecla 2*

Utilizador: *dtmf - tecla 1*

Sistema: *foi localizado e vai ser encaminhado, quando chegar ao som carregue na tecla 8, quando chegar ao som carregue a tecla 8...*

- O sistema deve-se fornecer instruções suficientemente claras ao utilizador, nomeadamente ao vocabulário e expressões utilizadas, visto que a introdução é um elemento crucial que garante uma interação tranquila com sistema. Dessa forma, deve-se testar a modificação na formulação de algumas frases. Uma sugestão é substituir o termo “recursos da estação” por “serviços desta estação” para designar a casa de banho, a parafarmácia, a loja de aquisição de títulos de transporte, as máquinas de alimentação e as bilheteiras. Exemplo:

Utilizar:

Sistema: *quer ser encaminhado para: estação, ou tecla 1; serviços desta estação, ou tecla 2; saída, ou tecla 3...*

Ao invés de:

Sistema: *quer ser encaminhado para: estação, ou tecla 1; recursos desta estação, ou tecla 2; saída, ou tecla 3...*

De fato, de acordo com o dicionário Aurélio da língua portuguesa (Dicionário do Aurélio, 2012), “recurso” significa pode significar: 1) bens,

riquezas, meios de vida; 2) Expedientes, tramoias; ou 3) Homem de recursos: homem fértil em expedientes. O termo serviços talvez seja mais indicado nessa situação, pois soa mais familiar ao utilizador.

A sentença abaixo também confunde bastante os utilizadores. Aqui, o mais importante na resposta do sistema é dizer ao utilizador que ele deve carregar a tecla 8 ao chegar ao seu destino. Do modo como a frase é formulada dá a falsa impressão de que o utilizador deve carregar a tecla 5 quando chegar ao seu destino. Portanto alguns utilizadores entendem a sentença da seguinte forma:

***Sistema:** siga o som até o seu destino, se no caminho encontrar o bordo do cais tecla 5, quando chegar ao destino tecla 8.*

Aqui pode-se modificar a sentença e utilizar:

***Sistema:** siga o som até o seu destino, quando chegar ao destino tecla 8. Atenção! Caso encontre o bordo do cais, carregue a tecla 5.*

4º Pedido de ajuda

O sistema convida o utilizador a solicitar ajuda geralmente em três situações: 1) logo na introdução do diálogo; 2) eventualmente, quando o utilizador carrega alguma tecla errada; e 3) em momentos em que o sistema percebe que o utilizador está confuso quanto às suas ações. O exemplo abaixo mostra o pedido de ajuda solicitado pelo utilizador na introdução do sistema:

***Sistema:** olá Eveline, bem-vindo ao sistema de encaminhamento da Metro do Porto. Este sistema oferece informações de encaminhamento contudo não deve ser usado como única referência, mas sim como mais um auxílio. Para ouvir a última mensagem carregue a tecla cardinal, para voltar atrás no menu carregue a tecla cardinal duas vezes. Lembramos que é obrigatório validar o seu andante sempre que se deslocar no interior da estação. Para ajuda, prima a tecla 1 ...*

***Utilizador:** dtmf - tecla 1*

***Sistema:** escolheu ajuda, pretende aceder a: funcionalidades do sistema ou tecla 1, navegação ou tecla 2*

Neste exemplo, muitos utilizadores acham que para prosseguir o encaminhamento eles devem utilizar o menu ajuda, pois o tempo que decorre entre o sistema convidar o utilizador a carregar ajuda, até o momento em que o sistema fornece uma nova questionamento ao utilizador – tempo aproximado de 4,242s, gera uma falsa impressão de que há um tempo para resposta do utilizador entre ambas solicitações do sistema. Aqui duas alternativas poderiam ser testadas: ou diminuir o tempo que decorre entre o sistema convidar o utilizador a carregar ajuda até o momento em que o sistema fornece um novo questionamento ao utilizador. Ou pode tentar modificar a sentença e utilizar:

***Sistema:** olá Eveline, bem-vindo ao sistema de encaminhamento da Metro do Porto. Este sistema oferece informações de encaminhamento contudo não deve ser usado como única referência, mas sim como mais um auxílio. Para ouvir a última mensagem carregue a tecla cardinal, para voltar atrás no menu carregue a tecla cardinal duas vezes, para informações/ajuda tecla 1. Lembramos que é obrigatório validar o seu andante sempre que se deslocar no interior da estação...*

Neste caso a opção para o menu ajuda pode ser incorporada à sentença que diz respeito às opções do menu que disponibiliza ao utilizador ouvir novamente a mensagem anterior, o menu anterior e também acessar o menu informações/ajuda

5º Tempo de resposta do utilizador (URD) e time-outs

Os tempos de resposta dos utilizadores, de acordo com a análise realizada, estão curtos demais na introdução, ocasionando assim muitos *time-outs*. Como sugestão pode-se tentar aumentar esse tempo de resposta na introdução, de forma que o utilizador tenha tempo para responder antes que seja ele interrompido por mensagens de erro do sistema.

6º barge-in

O *barge-in* obviamente torna a interação mais rápida, e por isso, interfere muito na satisfação do utilizador, possibilitando ao utilizador interromper a fala do sistema, adiantando informações, para que chegue ao objetivo o mais rápido possível, sem interferir no entendimento em relação à interação. Por outro lado, percebe-se que em alguns casos há tendência dos participantes mais ansiosos em acelerar o diálogo, e, com isso, eles acabam por perder informações importantes, tendo muitas vezes de retornar ao menu inicial, ou à mensagem anterior para correção do problema. É necessário aprimorar o uso do *barge-in*, por exemplo na introdução. Os utilizadores experientes se sentiram aborrecidos em não poder interromper a introdução do sistema e ir direto ao encaminhamento. De fato os utilizadores que já estão acostumados com o sistema sabem que tem que validar o título andante, além das outras informações fornecidas pelo sistema e que se tornar repetitivas para este utilizador. Exemplo:

Utilizar:

***Sistema:** olá Eveline, bem-vindo ao sistema de encaminhamento da Metro do Porto. Este sistema oferece informações...*

***Utilizador:** (barge-in)*

***Sistema:** o seu destino é Vilar do Pinheiro, sim ou tecla 1, não ou tecla2...*

Ao invés de:

Sistema: *olá Eveline, bem-vindo ao sistema de encaminhamento da Metro do Porto. Este sistema oferece informações de encaminhamento contudo não deve ser usado como única referência, mas sim como mais um auxílio. Para ouvir a última mensagem carregue a tecla cardinal, para voltar atrás no menu carregue a tecla cardinal duas vezes. Lembramos que é obrigatório validar o seu andante sempre que se deslocar no interior da estação. Para ajuda, prima a tecla 1 ... o seu destino é Vilar do Pinheiro, sim ou tecla 1, não ou tecla2...*

4.4. Observações finais

Este relatório aponta algumas melhorias que podem ser realizadas no sistema NAVMETRO®, com base nos resultados estatísticos obtidos com o desenvolvimento deste trabalho. Com este trabalho, sabe quais são os aspectos da experiência do utilizador que influenciam cada um dos parâmetros objetivos modificáveis no sistema. Sabe-se, por exemplo, que o parâmetro número de mensagens de ajuda solicitadas pelo utilizador está muito associado à percepção do utilizado a respeito da confiabilidade do sistema, para isso, basta modificar este parâmetro no sistema, na medida de sua importância, em função dos outros parâmetros apresentados no modelo e com eles comparados. Dessa forma, pode-se concluir claramente que os parâmetros correções do sistema, sucesso da tarefa, pedidos de ajuda, tempo de resposta do utilizador, *time-out* e *barge-in* são os parâmetros objetivos que fornecem indícios para a melhoria do sistema e que portanto devem ser priorizados. Os métodos aqui utilizados garantem assim a sustentabilidade do sistema, uma vez que o conhecimento aqui adquirido serve como base às atualizações que poderão vir a serem feitas no sistema.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Os SDF, muito utilizados atualmente, podem trazer inconvenientes aos utilizadores, caso não atentam a alguns requisitos básicos de usabilidade. Consistência, recuperação de erros, e confirmação são alguns dos requisitos importantes que este tipo de interface deve ter.

A teoria e a prática da usabilidade fornecem bons métodos para avaliar um sistema de diálogo falado (SDF), bastante utilizados na literatura referenciada ao longo deste trabalho. Como método de avaliação do sistema NAVMETRO®, a combinação de parâmetros subjetivos-objetivos se mostrou muito interessante e com grandes potencialidades para a melhoria do sistema.

O importante neste estudo é que, a partir da correlação dos aspetos objetivos e subjetivos, foi possível descodificar a opinião dos utilizadores em aspetos fáceis de modificar continuamente, visando a melhoria do sistema. Sem a interpretação que a regressão permite realizar, as melhorias referentes à usabilidade do sistema se tornam bastante subjetivas e baseadas apenas na intuição do avaliador. Essa informação tem pouco valor àqueles interessados em aprimorar o sistema do ponto de vista da usabilidade pois, com dados pouco precisos, torna-se difícil saber em que aspeto se deve investir tempo e dinheiro.

Este estudo ainda garante a sustentabilidade do sistema, pois configura-se numa ferramenta bastante flexível e que, de forma relativamente barata e rápida, pode ser utilizada posteriormente, em novos processos de avaliação. Seu carácter flexível se dá em virtude de possibilitar ao avaliador manipular apenas aqueles elementos que lhe interessam modificar. De fato, sabendo a opinião dos utilizadores, sabe-se quais os aspetos que causam mais impacto para a melhoria do sistema, e que, dessa forma, são os que deve-se investir tempo e dinheiro, e quais os outros que deve-se, a princípio, desconsiderar. O resultado do trabalho é justamente este: fornecer aos desenvolvedores um método fácil de manipular e barato de implementar.

Apesar das limitações ocorridas neste trabalho: tempo para a sua realização, barreiras arquitetónicas da estação, falta de treinamento especializado dos utilizadores novatos, problemas na instalação de algumas bóias sonoras, além dos problemas de ordem técnica do sistema, etc., o objetivo do trabalho foi alcançado e os resultados apresentados são bastante satisfatórios, analíticos e podem conduzir melhorias significativas no sistema. Porém, a complexidade do tema exige que esta pesquisa seja continuada.

Para trabalhos futuros, recomenda-se prosseguir uma nova avaliação testando outros tipos de parâmetros, nomeadamente os relacionados à análise Paradise, não abordada neste trabalho. Alguns parâmetros foram omitidos para esta avaliação, pois, de fato a relativamente baixa dimensão da amostra fez com que a autora desconsiderasse alguns resultados que não forneceram interpretação válida. Deve-se realizar novos testes de modo a interpretar estes dados, em nova etapa de estudo, com uma amostra maior de utilizadores, o que

aumentaria a confiabilidade dos resultados apresentados. O tamanho da amostra conseguida não prejudicou a consistência da avaliação realizada. Porém, a interpretação destes resultados teve de ser bastante cuidada. Prosseguir também o estudo e a análise mais aprofundada das componentes principais também parece importante para a continuação deste estudo.

O fato é que este trabalho provou que é possível estabelecer uma relação entre os parâmetros objetivos e subjetivos de usabilidade, independente do tamanho da amostra de utilizadores que se tem.

Apesar destas restrições, dentro do que se propõe neste trabalho, acredita-se que ele tenha um grande impacto na melhoria do sistema, e uma boa contribuição para futuras pesquisas a respeito deste assunto. A partir da evidência fornecida pela análise e combinação matemática dos resultados estatísticos de ambos os tipos de parâmetros foi possível descodificar a opinião dos utilizadores em aspetos fáceis de modificar, hierarquizando os elementos mais importantes a se manipular.

O resultado principal deste trabalho é o exercício demonstrativo da avaliação combinada subjetiva-objetiva e das suas interessantes potencialidades como método e ferramenta de avaliação.

BIBLIOGRAFIA

- European Concept for Accessibility (ECA). 2003. <http://www.eca.lu/> (acedido em 03 de abril de 2012).
- Barfield, Lon. *The user interface: concepts and design*. Addison-Wesley Pub, 1993.
- Bernsen, O, e H Dybkjaer. "Cooperativity in human-machine and human spoken dialogue." *Discourse Process*, 1996: 213 - 236.
- Bonsiepe, Gui. *Design: do material ao digital*. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997.
- Cambiaghi, Silvana. *Desenho universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas*. São Paulo: senac São Paulo, 2007.
- Carroll, J, e M Rosson. "Getting around the task-artifact cycle: how to make claims and design by scenario." *ACM Transactions on information systems*, 2 de April de 1992: 181 - 212.
- Castro, J. "A percepção plantar ao serviço desporto no deficiente visual." *Revista trimestral do Instituto de Educação Física de Lisboa* 2 (Janeiro 1978).
- Cavedon, Lawrence, Fuliang Weng, e Rohit Mishra. "Developing a conversational in-car dialogue system." s.d.
- CRPG. "Relatório de Elementos de caracterização das pessoas com deficiência e incapacidades em Portugal." Vila Nova de Gaia: CRPG - Centro de reabilitação profissional de gaia, 2007. 126.
- Cybis, Walter. *Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações*. São Paulo: Novatec, 2007.
- Dicionariodoaurelio. <http://www.dicionariodoaurelio.com/> (acedido em 05 de abril de 2012).
- Dubberly, Hugh, Paul Pangaro, e Usman Haque. "Dubberly." *What is Interaction? Are There Different Types?* 1 de Janeiro de 2009. <http://www.dubberly.com/articles/what-is-interaction.html> (acedido em 26 de Dezembro de 2011).
- Dybkjaer, Laila, Niels Ole Bernsen, e Hans Dybkjaer. "Grice incorporated: cooperativity in spoken dialogue." 2004: 328-333.
- Fang, Chen. *Human factors in speech*. Springer, 2000.
- Field, Andy. *Discovering Statistics Using SPSS*. Sage Publications Ltd, 2005.
- Folha. 2012. Celular avisa cego que ônibus chegou em São Carlos. <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/ribeiraopreto/1118154-celular-avisa-cego-que-onibus-chegou-ao-ponto-em-sao-carlos-sp.shtml> (acedido em 04 de fevereiro de 2012);
- Freitas, Diamantino, e Moutinho, João. "Sistema de orientação sonora." *10º Encontro de Engenharia de Áudio da AES Portugal*, 2008: 6.
- Freitas, Diamantino, Manuel Ricardo, e Nuno Almeida. "Sistema complementar de navegação pessoal na rede da Metro do Porto para pessoas com deficiência visual." Relatório final, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.

- Furtado, Gonçalo. *Interferências: conformação, implementação e futuro da cultura digital*. 2005.
- Geutner, Petra, e Frank Steffens. "Designing of the VICO spoken dialogue system: evaluation of user expectations by wizard-of-oz experiments." s.d.: 6.
- Geutner, Petra, Frank Steffens, e Dietrich Manstetten. "Design of the VICO spoken dialogue system: evaluation of user expectations by wizard-of-oz experiments." *Design of the VICO spoken dialogue system: evaluation of user expectations by wizard-of-oz experiments*, s/d: 6.
- Guio. 2011. <http://www.guio.pt/wp/> (acedido em 02 de Abril de 2012).
- G1 (2012). Iniciativas facilitam a vida de deficientes visuais no interior de SP. <http://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2012/01/iniciativas-facilitam-vida-de-deficientes-visuais-no-interior-de-sp.html> (acedido em 03 de fevereiro de 2012);
- Hill , Evertt, e Purvis Ponder. *Orientation and Mobility Techniques: A Guide for the Practitioner*. Amer Foundation for the Blind, 1976.
- Hoffmann, Lia Teresinha. "Abordagem ergonômica para a inserção laboral dos portadores de deficiência visual em estúdios de gravação. Um estudo de caso." Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Port Alegre, 2002.
- Hollingsed, Tasha. "Usability inspection methods: after 15 uears of reserach and practice." El Paso - Texas, s/d.
- Hoover, Steven, e Eric Berkman. *Designing mobile interfaces*. CA: O Reilly Media, 2011.
- Iida, Itiro. *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.
- Instituto Nacional de Estatística (INE): Statistics Portugal, 2001. Recenseamento geral da população. http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_mainexpid=INE (acedido em 03 de março de 2012)
- ISO 9241-11:1998. "Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability." 15 de 03 de 1998.
- ITU-T P. 851. "Subjective quality evaluation of telephone services based spoken dialogue systems." 28. Geneva, 2003.
- ITU-T Rec. Series P Supplement 24 . "Parameters describing the interaction with spoken dialogue systems." 18. Geneva, 2005.
- Ivens, Joris. "Studying what people do." Springer, 2007.
- Jordan, Patrick. *An introduction to usability*. Taylor & Francis, 1998.
- Kline, Paul. *The handbook of psychological testing*. 2ª edição. London: Routedge, 1999.
- Kosmann, Cleumara. "Modelo de avaliação da usabilidade dos equipamentos odontológicos." Tese , Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- "Lei n.º 38/2004." *Bases gerais do regime jurídico da prevenção, habilitação, reabilitação e participação da pessoa com deficiência*. 18 de agosto de 2004.
- "Lei nº 38/2004." *Bases gerais do regime jurídico da prevenção habilitação, reabilitação e participação da pessoa com deficiência*. 18 de agosto de 2004.

- Linden, Mc, e D Mc Linden. "Instructional Objectives for orientation and mobility." *The Journal of visual impairment e blindness*, 1961: 300 - 303.
- Lowenfeld, B. *Our blind children: growing and learning with them*. Springfield: Charles C. Thomas Publisher, 1977.
- Machado, Edileine, Ivete De Masi, José Luiz Mazzaro, Nely Garcia, e Tomázia Lora. "Orientação e mobilidade: conhecimentos básicos para a inclusão do deficiente visual." Ministério da Educação - Secretaria de Educação Especial, Brasília, 2003, 167.
- Manual do usuário Nokia E65.
2007. http://nds1.nokia.com/files/support/lam/phones/guides/Nokia_E65_UserGuide_VIVO_PT.pdf (acedido em 04 de agosto de 2012).
- "Method 7 of 100 - Claims Analysis." *Typepad*. 03 de March de 2011.
http://dux.typepad.com/dux/2011/03/method_7_of_100_claims_analysis.html (acedido em Junho de 03 de 2012).
- Metrolisboa*. 2012. <http://www.metrolisboa.pt/informacao/acessibilidade/> (acedido em 15 de abril de 2012).
- Moggridge, Bill. *Designing interactions*. London, England: The MIT Press, 2007.
- Möller, Sebastian, Klaus-Peter Engelbrecht, e Robert Schleicher. "Predicting the quality and usability of spoken dialogue services." *Speech Communication* 50, 2008: 730-744.
- Möller, Sebastian. *Quality of telephone-based dialogue systems*. Germany: Springer, 2004.
- Möller, Sebastian, Jan Krebber, e Paula Smeele. "Evaluation the speech output component of a smart-home system." *Speech Communication*, 10 de May de 2005: 1 - 27.
- Möller, Sebastian, Paula Smeele, Heleen Boland, and Jan Krebber. "Evaluating spoken dialogue systems according to de-facto standards: A case study." *Computer Speech and Language* 21, 2005: 26-53.
- Morris, Terry. "Revealing the ISO/IEC 9126-1 Clique Tree for COTS Software Evaluation." *American Institute of Aeronautics and Astronautics*. Virginia, s/d.
- Neuman, Peter. *Computer Related Risks*. 1ª . Addison - Wesley Professional, 1994.
- Nielsen, Jakob, e Robert Mack. *Usability Inspection Methods*. USA - New York: John Wiley & Sons, 1994.
- Nokia. 2012. <http://www.nokia.com/br-pt/produtos/celular/c3-00/> (acedido em 02 de maio de 2012).
- Norman, Donald. *The design of everyday things*. New York: Doubleday Business , 2002.
- World Health Organization (WHO), Donatella Pascolini, e Silvio Mariotti. "ICD Update and Revision Platform: Change the Definition of Blindness." *World Health Organization*. 2010. <http://www.who.int/blindness/en/> (acedido em 15 de abril de 2012).
- Petrie, Helen, et al. "MoBIC: an Aid to increase the independent mobility of blind travellers." *The british journal of visual impairment*, 1997: 12 - 18.

- Preece. *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons, 2005.
- Presidência do Conselho de Ministros. Resolução do Conselho de Ministros nº 9/2007. Diário da República, I Série, nº 12 de 17 de Janeiro de 2007. <http://dre.pt/pdf1s/2007/01/01200/03660377.pdf> (acedido em 17 março de 2012)
- Shneiderman, Ben. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. 1998.
- Souza, Edson Rufino de, e Sydney Fernandes de Freitas. "Avaliação de usabilidade do sistema Dosvox na interação de cegos com a Web." 2008: 15.
- Spiliotopoulos, Dimitris, Papi Stavropoulou, e Georgios Kouroupetroglou. "Spoken dialogue interfaces: integrating usability." *USAB 2009*, 2009: 484-499.
- Tullis, Tom. *Measuring the user-experience: collecting, analyzing and presenting usability metrics*. 1ª. Morgan Kaufmann, 2008.
- Untracane. s.d. <http://www.ultracane.com/> (acedido em 24 de março de 2012).
- Walker, Marilyn A., Diane J Litman, Alicia Abella, e Candace Kamm. "PARADISE: a framework for evaluation spoken dialogue agents." s/d: 271 - 280.
- Ward, Nigel, David Novick, Karen Ward, e Anais Rivera. "Some usability issues and research priorities in spoken dialog applications." *Department Technical Reports*, 2005: 9.
- Warren , D, e J Kocon. "Factors in the sucessful mobility of the blid: a review." *American Foundation for the BLind Research Bulletin* 28 (1974): 191 - 218.
- Weinschenk, Susan, e Dean Barker. *Designing effective speech interfaces*. New York: Wiley, 2000.
- Wilson, Chauncey. "Method 7 of 100 - Claim Analysis." *Typepad*. 03 de março de 2011. http://dux.typepad.com/dux/2011/03/method_7_of_100_claims_analysis.html (acedido em 20 de Junho de 2012).
- Yan, Baoshi, Fuliang Weng, e Zhe Feng. "A conversational in-cr dialog system." *NAACL HLT Demonstration Program*, April de 2007: 23-24.
- Youtube. 2010. <http://www.youtube.com/watch?v=Wq4yBp-SNjo> (acedido em 13 de abril de 2012).
- Youtube. 2011. <http://www.youtube.com/watch?v=5mu7wvzzbt8> (acedido em 02 de Abril de 2012).

ANEXOS

Anexo 1

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

DEMEC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

DECLARAÇÃO

Pela presente se atesta que Eveline Januário Ferreira está matriculada no Curso de Mestrado em Design Industrial, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, ano letivo de 2011/12, como o número de estudante 110585018.

Porto, 31 de janeiro de 2012



A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Carla Monteiro', is written over a horizontal line.

Carla Alexandra Monteiro da Silva Santos
Monteiro@fe.up.pt
225082251

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Departamento de Engenharia e Gestão Industrial
Curso de Mestrado em Design Industrial
Edição 2011/2012
Aluna: Eveline Januário Ferreira
Professor orientador: Prof. Diamantino Freitas

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA CONVOCAÇÃO DE VOLUNTÁRIO

Venho por meio deste solicitar à Acapo – Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal, autorização para convocar voluntários, para a realização de avaliação piloto referente ao trabalho de conclusão do curso de Mestrado em Design Industrial.

O objetivo do trabalho de conclusão de curso é definir e aplicar uma metodologia para avaliação de um sistema de interação por voz, baseada nas metas de performance e satisfação decorrentes da experiência do utilizador, e que qualificam as suas ações na interação com a interface. O *Navmetro*, sistema de interação escolhido como objeto de estudo neste trabalho, é um sistema de apoio à informação e navegação via telemóvel, que visa facilitar a orientação e a mobilidade de pessoas com deficiência ao nível da visão nas estações de metro.

Descrição da avaliação piloto: a primeira atividade consistirá em identificar de forma preliminar, através da análise das atividades mais relevantes executadas pelo voluntário (as atividades serão descritas posteriormente através de um checklist), os aspectos da sua experiência que qualificam as suas ações na interação com a interface referida.

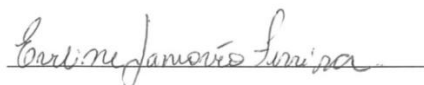
Período de realização da atividade: deve ocorrer entre os dias 01 e 07 de janeiro de 2012;

Tempo de duração da atividade: a atividade terá duração de aproximadamente 2 horas, podendo ser repetida em período subsequente;

Participantes: um voluntário com deficiência ao nível da visão

Porto, 31 de janeiro de 2012

Eveline Januário Ferreira



Anexo 3

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da avaliação de usabilidade que faz parte da dissertação de mestrado do curso de mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto sob o título _____ Meu nome é _____, sou o pesquisadora responsável e minha área de atuação é _____. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o orientador da pesquisa _____ nos telefones: _____, e-mail: _____. Do uso de imagem e áudio – nesta autorização deverá constar a forma e a utilização previstas para as imagens.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, documento de identificação nº _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo, como voluntário. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade

Local e data _____, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do pesquisado

Anexo 4

CHECK-LIST – AVALIAÇÃO NAVMETRO

- Explicar o que é o **NAVMETRO** e qual o objetivo da avaliação
- Explicar que o desempenho do participante não é o foco do experimento, e sim o sistema **NAVMETRO** e como este influencia em sua experiência para alcançar o objetivo pretendido, seja positiva ou negativamente

Etapa 1 - familiarização

- Realizar o trajeto guiado que consiste na familiarização do utilizador com o sistema. **Percurso:** entrada-bar;

Etapa 2 – teste

- Explicar que o da estação, e dessa forma não precisará apanhar o metro
- Solicitar ao participante que ele tente **alternar entre o uso do diálogo e do dtmf**
- Aplicar o **questionário 2** ao final de cada percurso

Observações:

**Considerar que o utilizador já validou o cartão para todos os percursos*

Percursos:

1ª Destino Vilar do Pinheiro (sentido Póvoa de Varzim) estando fora da estação, tendo chegado à estação a pé pela entrada principal

**Considerar que o utilizador tem o andante e já validou*

2ª Se dirigir-se à casa de banho

3ª Destino Campinha (sentido Fânzeres)

4ª Se dirigir à parafarmácia (ao meio das escadas pedir ao participante que desligue o sistema e retome-o novamente) tendo como ponto de referência a saída Trindade

5ª Adquirir o cartão andante

6ª Destino Câmara de Gaia

Etapa 3

- Aplicar o **questionário 3**

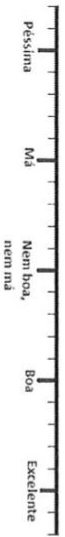
QUESTIONÁRIO - NAVMETRO

1. Questionário 1: questões preliminares

- 1 - Já utilizou o sistema NAVMETRO anteriormente?
() Sim
() Não

- 2 - Se já utilizou/utiliza, com que frequência costumava/costuma utilizar?
() Utilizei uma só vez
() Raramente
() Algumas vezes por mês
() Algumas vezes por semana
() Todos os dias

3 - Se já utilizou/utiliza como você classifica a sua experiência com este sistema?



4 - Justifique a sua resposta:

5 - Já utilizou algum sistema de informação baseado em voz anteriormente?

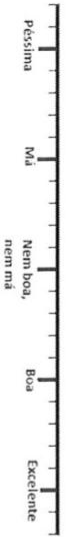
- () Sim
() Não

6 - Se sim, qual?

7 - Se já utilizou/utiliza algum sistema de informação baseado em voz, com que frequência costumava/costuma utilizar este sistema?

- () Utilizei uma só vez
() Raramente
() Algumas vezes por mês
() Duas ou três vezes por semana
() Todos os dias ou quase todos os dias

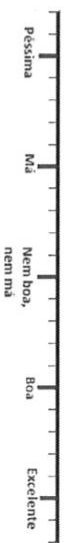
8 - Como você classifica a sua experiência com este sistema?



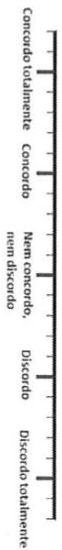
2. Questionário 2: questões relacionadas com a interação em cada percurso

Percurso 1 - Vilar do Pinheiro

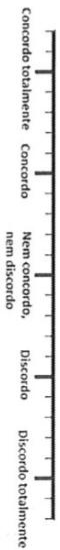
1 - Qual foi a sua impressão geral do sistema neste percurso que acabou de realizar?



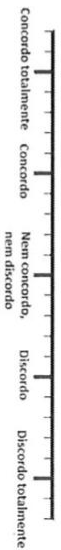
2 - Eu tive que me concentrar para entender o sistema.



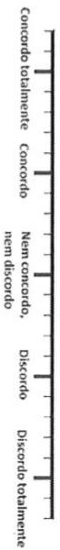
3 - O sistema entendeu bem o que eu disse.



4 - O sistema nem sempre fez o que eu queria.



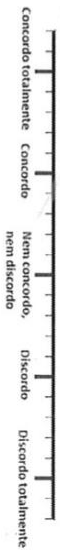
5 - Eu fui capaz de controlar o diálogo de forma desejada.



6 - O sistema reagiu de forma:



7 - O sistema fez muitos erros.



8 - A informação fornecida pelo sistema foi:



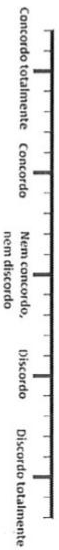
9 - O sistema reagiu de forma:



10 - O diálogo correu de forma:



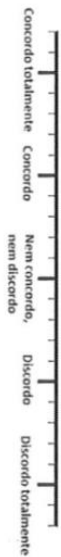
11 - Foi fácil se perder durante o diálogo:



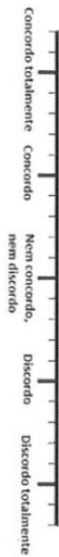
12 - O diálogo foi:



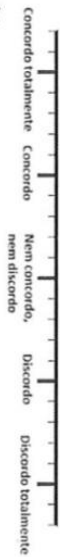
13 - Eu sabia em cada momento o caminho que eu deveria seguir.



14 - Eu gostei da forma como o sistema me fez localizar a bola mais próxima utilizando numeração (1, 2, 3, etc.)



15 - Eu sabia em cada momento o que eu deveria dizer para o sistema.



16 - O diálogo foi:



17 - Quanto esforço foi necessário para entender o caminho indicado pelo sistema?



18 - A informação fornecida pelo sistema foi:

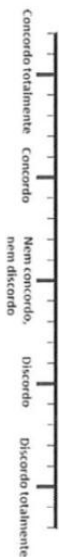


Percurso 2 - Casa de banho

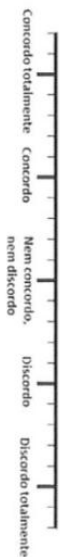
1 - Qual foi a sua impressão geral do sistema neste percurso que acabou de realizar?



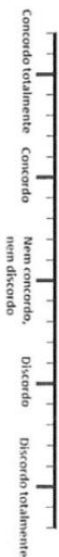
2 - Eu tive que me concentrar para entender o sistema.



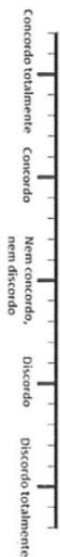
3 - O sistema entendeu bem o que eu disse.



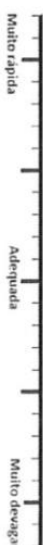
4 - O sistema nem sempre fez o que eu queria.



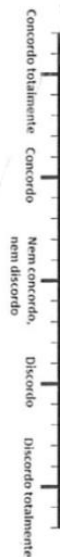
5 - Eu fui capaz de controlar o diálogo de forma desejada.



6 - O sistema reagiu de forma:



7 - O sistema fez muitos erros.



8 - A informação fornecida pelo sistema foi:



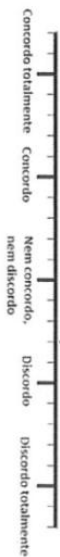
9 - O sistema reagiu de forma:



10 - O diálogo correu de forma:



11 - Foi fácil se perder durante o diálogo:



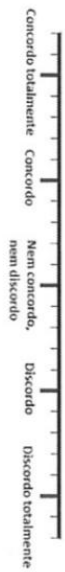
12 - O diálogo foi:



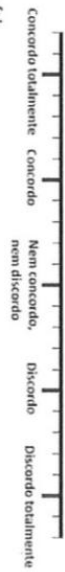
13 - Eu sabia em cada momento o caminho que eu deveria seguir.



14 - Eu gostei da forma como o sistema me fez localizar a bola mais próxima utilizando numeração (1, 2, 3, etc.)



15 - Eu sabia em cada momento o que eu deveria dizer para o sistema.



16 - O diálogo foi:



17 - Quanto esforço foi necessário para entender o caminho indicado pelo sistema?

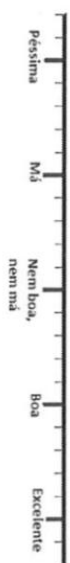


18 - A informação fornecida pelo sistema foi:

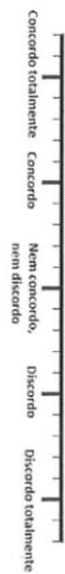


Percursos 3 - Campanha

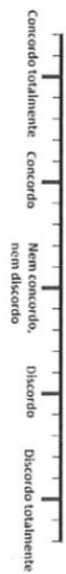
1 - Qual foi a sua impressão geral do sistema neste percurso que acabou de realizar?



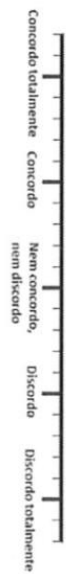
2 - Eu tive que me concentrar para entender o sistema.



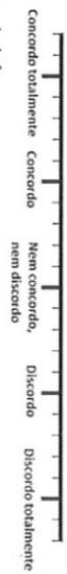
3 - O sistema entendeu bem o que eu disse.



4 - O sistema nem sempre fez o que eu queria.



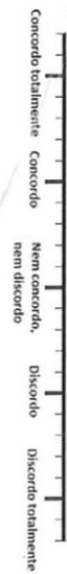
5 - Eu fui capaz de controlar o diálogo de forma desejada.



6 - O sistema reagiu de forma:



7 - O sistema fez muitos erros.



8 - A informação fornecida pelo sistema foi:



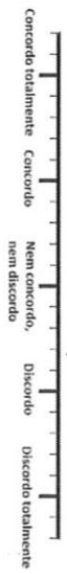
9 - O sistema reagiu de forma:



10 - O diálogo correu de forma:



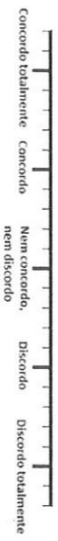
11 - Foi fácil se perder durante o diálogo:



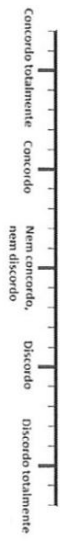
12 - O diálogo foi:



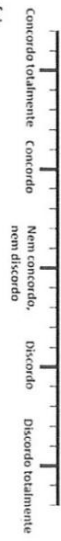
13 - Eu sabia em cada momento o caminho que eu deveria seguir.



14 - Eu gostei da forma como o sistema me fez localizar a bola mais próxima utilizando numeração (1, 2, 3, etc.)



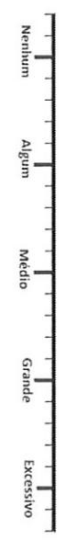
15 - Eu sabia em cada momento o que eu deveria dizer para o sistema.



16 - O diálogo foi:



17 - Quanto esforço foi necessário para entender o caminho indicado pelo sistema?



18 - A informação fornecida pelo sistema foi:

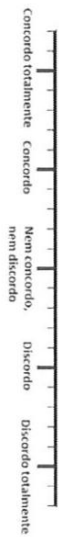


Percurso 4 – Para-farmácia

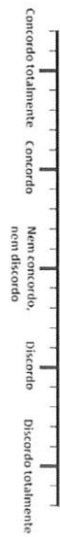
1 - Qual foi a sua impressão geral do sistema neste percurso que acabou de realizar?



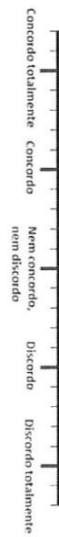
2 - Eu tive que me concentrar para entender o sistema.



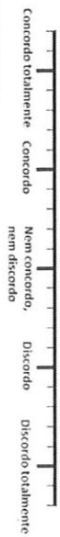
3 - O sistema entendeu bem o que eu disse.



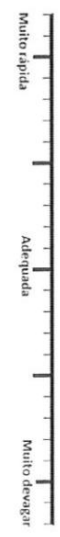
4 - O sistema nem sempre fez o que eu queria.



5 - Eu fui capaz de controlar o diálogo de forma desejada.



6 - O sistema reagiu de forma:



7 - O sistema fez muitos erros.



8 - A informação fornecida pelo sistema foi:



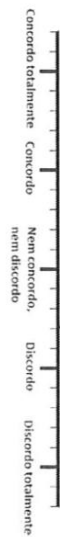
9 - O sistema reagiu de forma:



10 - O diálogo correu de forma:



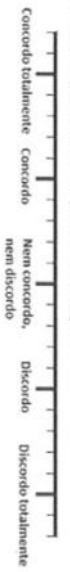
11 - Foi fácil se perder durante o diálogo:



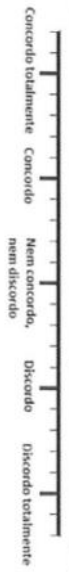
12 - O diálogo foi:



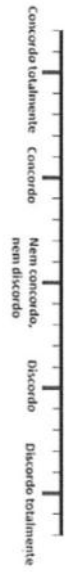
13 - Eu sabia em cada momento o caminho que eu deveria seguir.



14 - Eu gostei da forma como o sistema me fez localizar a bola mais próxima utilizando numeração (1, 2, 3, etc.)



15 - Eu sabia em cada momento o que eu deveria dizer para o sistema.



16 - O diálogo foi:



17 - Quanto esforço foi necessário para entender o caminho indicado pelo sistema?



18 - A informação fornecida pelo sistema foi:



Percurso 5 – Simular aquisição de cartão andante

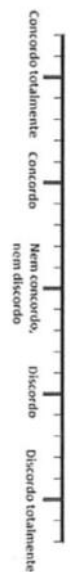
1 - Qual foi a sua impressão geral do sistema neste percurso que acabou de realizar?



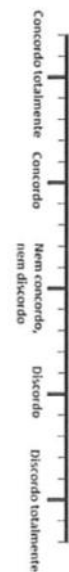
2 - Eu tive que me concentrar para entender o sistema.



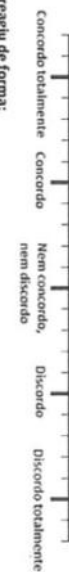
3 - O sistema entendeu bem o que eu disse.



4 - O sistema nem sempre fez o que eu queria.



5 - Eu fui capaz de controlar o diálogo de forma desejada.



6 - O sistema reagiu de forma:



7 - O sistema fez muitos erros.



8 - A informação fornecida pelo sistema foi:



9 - O sistema reagiu de forma:



10 - O diálogo correu de forma:



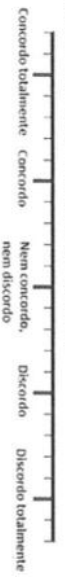
11 - Foi fácil se perder durante o diálogo:



12 - O diálogo foi:



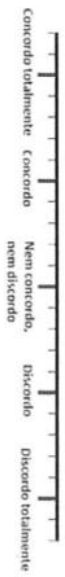
13 - Eu sabia em cada momento o caminho que eu deveria seguir.



14 - Eu gostei da forma como o sistema me fez localizar a bola mais próxima utilizando numeração (1, 2, 3, etc.)



15 - Eu sabia em cada momento o que eu deveria dizer para o sistema.



16 - O diálogo foi:



17 - Quanto esforço foi necessário para entender o caminho indicado pelo sistema?



18 - A informação fornecida pelo sistema foi:



Percurso 5 – Camara Gaia

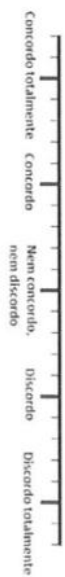
1 - Qual foi a sua impressão geral do sistema neste percurso que acabou de realizar?



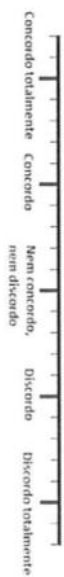
2 - Eu tive que me concentrar para entender o sistema.



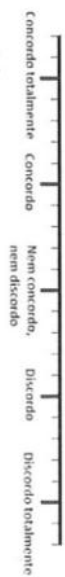
3 - O sistema entendeu bem o que eu disse.



4 - O sistema nem sempre fez o que eu queria.



5 - Eu fui capaz de controlar o diálogo de forma desejada.



6 - O sistema reagiu de forma:



7 - O sistema fez muitos erros.



8 - A informação fornecida pelo sistema foi:



9 - O sistema reagiu de forma:



10 - O diálogo correu de forma:



11 - Foi fácil se perder durante o diálogo:



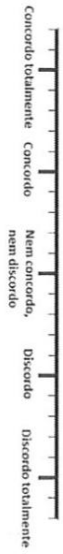
12 - O diálogo foi:



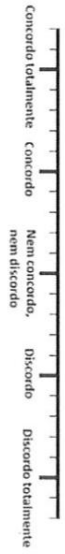
13 - Eu sabia em cada momento o caminho que eu deveria seguir.



14 - Eu gostei da forma como o sistema me fez localizar a bola mais próxima utilizando numeração (1, 2, 3, etc.)



15 - Eu sabia em cada momento o que eu deveria dizer para o sistema.



16 - O diálogo foi:



17 - Quanto esforço foi necessário para entender o caminho indicado pelo sistema?

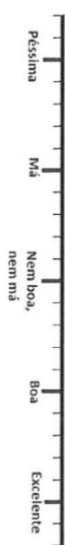


18 - A informação fornecida pelo sistema foi:



3. Questionário 3: Questões relacionadas com a impressão geral do utilizador

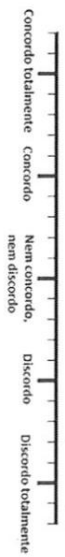
27 - Qual foi a sua impressão geral do sistema que acabou de utilizar?



28 - A interação com o sistema é confiável



29 - A interação com o sistema aconteceu sempre da mesma forma em todos os percursos (seguiu um padrão)



30 - A introdução (recepção) do sistema foi:



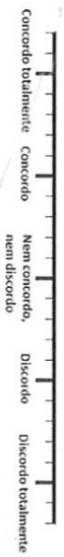
31 - O sistema é instável



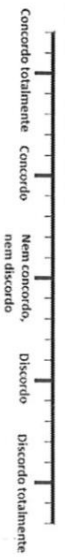
32 - A conclusão (finalização) do sistema foi:



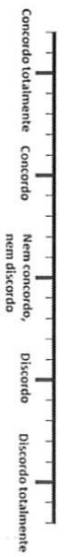
33 - Eu acredito que a maioria das pessoas aprenderá a usar o sistema de forma muito rápida



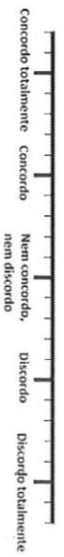
34 - A interação com o sistema é imprevisível



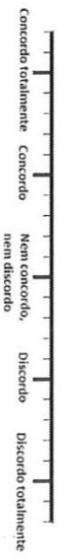
35 - O sistema nem sempre fez o que eu queria que ele fizesse



36 - O sistema rapidamente me conduziu ao objetivo pretendido



37 - O sistema cometeu muitos erros



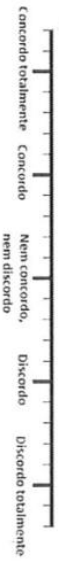
38- O sistema reagiu de forma:



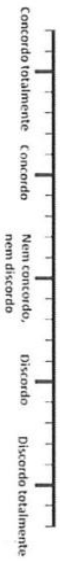
39 - De modo geral eu fui capaz de recuperar os erros facilmente



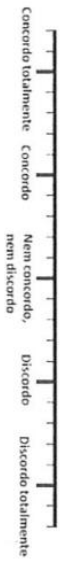
40 - O sistema é agradável



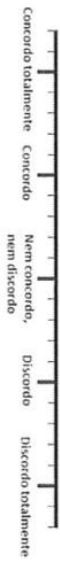
41 - Eu prefiro não utilizar o sistema



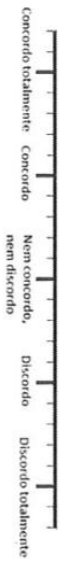
42 - A interação com o sistema é chata/aborrecida



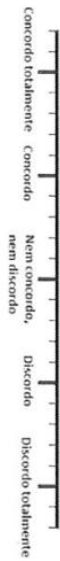
43 - De forma geral estou satisfeito com o sistema.



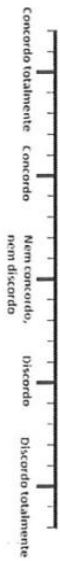
44 - O sistema é difícil de usar



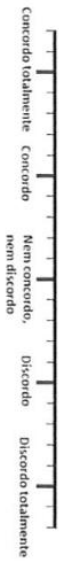
45 - Eu me senti no controle da interação com o sistema



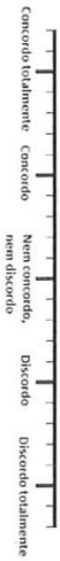
46 - Eu vou começar a utilizar este sistema no futuro



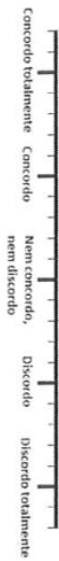
47 - É fácil se perder na interação com o sistema



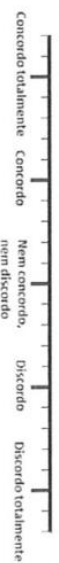
48 - Eu me senti relaxado usando o sistema



49 - A interação com o sistema é repetitiva



50 - A interação com o sistema é irritante



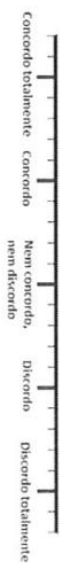
51 - A interação com o sistema é frustrante



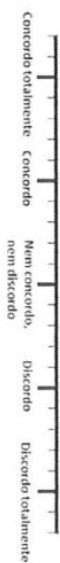
52 - O sistema é muito inflexível



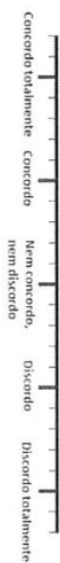
53 - Foi difícil aprender a utilizar o sistema



59 - Eu nem sempre estava certo sobre o que o sistema estava fazendo



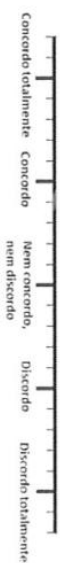
60 - No geral a interação com o sistema é muito lenta (deveagar)



61 - A introdução (recepção) do sistema foi:



62 - Eu gostei de usar o sistema



63 - A conclusão (finalização) do sistema foi:



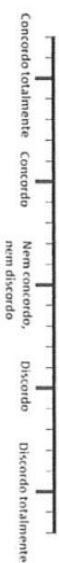
12 - O som da voz do sistema é claro



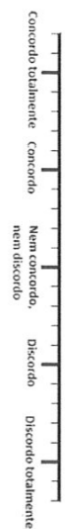
23 - Você percebeu o diálogo como sendo:



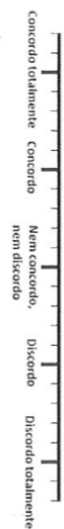
21 - Eu gostei da forma como o sistema me localizou no piso em que eu estava.



27 - Eu gostei da forma como o sistema me conduziu para as escadas (fixas e rolantes)



29 - É fácil se perder durante o orientação fornecida pelo sistema:



4. Questões abertas (serão avaliadas)

64 - Quais as características do sistema que você mais gostou?

65 - Quais as dificuldades que sentiu na utilização do sistema?

66 - Você tem alguma sugestão para a melhoria do sistema?

5. Dados pessoais

67 - Nome: _____

68 - Gênero:

Masculino

Feminino

69 - Deficiência:

Congênita

Adquirida

Se adquirida a quanto tempo: _____

70 - Idade: _____

71 - Nível de escolaridade:

Ensino básico

Ensino secundário incompleto

Ensino secundário completo

Superior incompleto

Superior completo

Outro _____

Anexo 6

REGRESSÃO MÚLTIPLA LINEAR – DOCUMENTO DO SPSS (CD-R)

Este CD-R contempla a regressão múltipla linear em formato de arquivo PDF. Ao longo deste documento foram apresentados apenas o conjunto dos melhores preditores dos modelos propostos na regressão múltipla linear. Este arquivo contém todos os modelos propostos para a melhor compreensão da interpretação realizada.

TABELA EXCEL COM A COMPILAÇÃO DOS DADOS

Este CD-R contempla o documento em formato de arquivo do Excel com a compilação das anotações objetivas para cada percurso realizado (Vilar do Pinheiro, casa de banho, Campainha, para-farmácia, loja Andante, e Câmara Gaia) para cada um dos dez participantes.