



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Fernando Reinaldo Silva Garcia Ribeiro

**Escalonamento Autónomo e Sensível ao
Contexto para Ecrãs Públicos**

Maio de 2010



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Fernando Reinaldo Silva Garcia Ribeiro

**Escalonamento Autónomo e Sensível ao
Contexto para Ecrãs Públicos**

Tese de Doutoramento em
Tecnologias e Sistemas de Informação

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui João Peixoto José

Maio de 2010

O trabalho desenvolvido nesta tese foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia na forma de uma Bolsa de Doutoramento com a referência SFRH/BD/31292/2006.

Agradecimentos

Os meus agradecimentos são para todos que, de forma directa ou indirecta, contribuíram para a realização desta dissertação. No entanto, gostaria de agradecer de uma forma muito especial às seguintes pessoas e entidades.

Ao Professor Rui José pela orientação atenta, pela compreensão, paciência e pela forma disponível com que sempre acompanhou o andamento do trabalho. Agradeço, ainda, a leitura atenta e sugestões realizadas na revisão do texto final.

Aos colegas do grupo UBICOMP pelos comentários e sugestões e em especial ao Bruno pelo auxílio nas avaliações.

A todos aqueles que contribuíram para a realização das várias avaliações, pois foram eles que permitiram obter a informação necessária para os resultados da investigação.

À Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco pelas facilidades concedidas.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia pela bolsa de doutoramento.

À família e aos amigos pelo apoio e incentivo.

À Carla pela leitura atenta da tese, pelo carinho e apoio e por toda a atenção que me merecia e não lhe dispensei.

Resumo

O advento da computação ubíqua e a proliferação das tecnologias de ecrãs e sensores fez surgir novas oportunidades para o desenvolvimento de ecrãs interactivos e sensíveis ao contexto. Estes ecrãs, integrados com vários tipos de sensores, podem ser utilizados para apresentação de aplicações ubíquas cujos conteúdos estão relacionados com o espaço onde se encontram situados. Nestes casos os ecrãs podem actuar como portais entre o mundo virtual e o mundo físico desses espaços, reflectindo a informação e as interacções associadas ao seu ambiente envolvente e às pessoas que o frequentam. Para que isto seja possível, os ecrãs públicos e situados devem ir muito além daquilo que, actualmente, é a sua utilização, que consiste essencialmente na apresentação de conteúdos pré-definidos, através de algoritmos de escalonamento não adaptativos, ou simples reacções a interacções dos utilizadores. Os ecrãs devem ser capazes de autonomamente descobrir de forma dinâmica as fontes de conteúdos mais relevantes e mais apropriadas para cada situação em particular e seleccionar, a cada momento, o conteúdo mais útil para o contexto social envolvente do ecrã.

Nesta tese é proposta uma nova abordagem de escalonamento autónomo e sensível ao contexto para ecrãs públicos. Nesta abordagem, as intencionalidades partilhadas do gestor do ecrã e dos múltiplos visitantes do espaço, obtidas através de interacções situadas na forma de palavras-chave, semanticamente contextualizadas através de informação de contexto, permitem a construção de um perfil de espaço partilhado de alto nível o qual representa o ambiente social envolvente do ecrã. Esta informação, juntamente com modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, representam a base do modelo de escalonamento adaptativo que procura as fontes de conteúdo mais relevantes e selecciona, a cada momento, o conteúdo mais apropriado para o ambiente social envolvente do ecrã.

Os resultados das avaliações sugerem que os utilizadores reconhecem a sensibilidade do ecrã às suas interacções e que esta é uma abordagem viável para a recomendação adaptativa de conteúdo em ecrãs públicos seleccionando conteúdo relevante e adequado à sua envolvente social. Sugerem também que a abordagem proposta pode representar um passo importante para a emergência de um perfil dinâmico de espaço que representa as expectativas sociais e as práticas da sua envolvente social valorizando esses espaços e criando janelas de interacção com os sistemas de informação e com as actividades associadas a esses espaços.

Palavras-chave: Computação sensível ao contexto, computação ubíqua, ecrãs públicos, ecrãs situados, escalonamento adaptativo, escalonamento autónomo, espaços inteligentes, espaços interactivos.

Abstract

The advent of ubiquitous computing and recent advances in screen and sensor technology, have resulted in new opportunities for developing context-aware and interactive displays. These displays, integrated with different types of sensors, can be used for the presentation of ubiquitous applications with content related to the environment where they are situated. In these cases displays can act as portals between the virtual world and the physical world, reflecting the information and the interactions associated with that environment and the people on it. To achieve this, public and situated displays should go beyond what is their actual usage nowadays, that is the presentation of pre-defined and pre-built content through non-adaptive scheduling processes or simply reacting to users' interactions. They should be able to discover autonomously the content sources that are more relevant and appropriate for each particular situation and select, at each moment, the content that is more useful to the social environment around the display.

This thesis proposes a novel approach to autonomous and context-aware scheduling for public displays. In this approach, the shared intentionality of both the display manager and the multiple visitors to the space, obtained through situated interactions with simple keywords, semantically contextualized by context keywords, allows building a high-level shared place profile that characterizes the social environment around the display. This information, together with relevance models adapted to the particularities of each content type, represent the knowledge base of the adaptive scheduling model that searches the most relevant content sources and schedules at each moment the most appropriate content for the social environment around the display.

Evaluation results show that, users recognize the display's sensitivity to their interactions and this is a viable approach for content adaptive recommendation in public displays, allowing the presentation of adequate and relevant content for each situation. Evaluation also suggests that this approach represents an important step towards the emergence of a dynamic place profile that represents the social expectations and the social environment practices, valuing these spaces and opening windows of interaction with information systems and activities associated to these spaces.

Keywords: Context-aware computing, ubiquitous computing, public displays, situated displays, adaptive scheduling, autonomous scheduling, ambient intelligence, interactive spaces.

Índice

| | |
|---|-------|
| Agradecimentos | v |
| Resumo | vii |
| Abstract | ix |
| Índice | xi |
| Lista de Figuras | xv |
| Lista de Tabelas | xix |
| Lista de Equações | xxiii |
| 1 Introdução | 1 |
| 1.1 Enquadramento | 1 |
| 1.1.1 Ecrãs Situados | 2 |
| 1.1.2 Sistemas de Recomendação | 3 |
| 1.2 Motivação | 4 |
| 1.3 Âmbito | 6 |
| 1.4 Tese | 6 |
| 1.5 Desafios | 8 |
| 1.5.1 Modelos de Relevância Adaptados ao Tipo de Conteúdo | 8 |
| 1.5.2 Perfil de Espaço Partilhado | 9 |
| 1.5.3 Escalonamento Adaptativo | 10 |
| 1.6 Objectivos | 11 |
| 1.7 Metodologia Utilizada | 12 |
| 1.7.1 Modelos de Relevância Adaptados ao Conteúdo | 14 |
| 1.7.2 Perfil de Espaço Partilhado | 14 |

| | | |
|-------|--|----|
| 1.7.3 | Modelo de Escalonamento Adaptativo | 15 |
| 1.7.4 | Infra-estrutura e Avaliação..... | 16 |
| 1.8 | Contribuições..... | 17 |
| 1.9 | Organização da Tese..... | 18 |
| 1.10 | Lista de Publicações..... | 19 |
| 1.11 | Resumo do Capítulo..... | 20 |
| 2 | Estudo e Análise de Trabalho Relacionado..... | 21 |
| 2.1 | Escalonamento em Ecrãs Públicos..... | 22 |
| 2.1.1 | Sistemas de Partilha de Informação e Colaboração..... | 23 |
| 2.1.2 | Comunidade e Sentido de Comunidade..... | 25 |
| 2.1.3 | Ecrãs de Informação..... | 27 |
| 2.1.4 | Análise..... | 31 |
| 2.2 | Sistemas de Recomendação..... | 36 |
| 2.2.1 | Trabalho Relacionado..... | 37 |
| 2.2.2 | Análise..... | 44 |
| 2.3 | Resumo do Capítulo..... | 48 |
| 3 | Adaptação Dinâmica em Ecrãs Públicos..... | 49 |
| 3.1 | Recomendação Autónoma de Conteúdo em Ecrãs Públicos..... | 49 |
| 3.1.1 | Limitações de Interação..... | 50 |
| 3.1.2 | Ambiente Partilhado e Público..... | 51 |
| 3.1.3 | Combinação dos Interesses dos Visitantes com os Interesses do Dono do Espaço.... | 52 |
| 3.1.4 | Interações Situadas..... | 52 |
| 3.1.5 | Seleção de Conteúdo com base num Universo Aberto de Fontes..... | 53 |
| 3.1.6 | Escalonamento com Ciclos de Apresentação..... | 53 |
| 3.2 | Adaptação ao Contexto em Ecrãs Públicos..... | 54 |
| 3.2.1 | Desafios Associados ao Escalonamento Sensível ao Contexto..... | 55 |
| 3.2.2 | Estudo Sobre o Efeito de Variáveis de Contexto na Utilidade dos Conteúdos..... | 58 |
| 3.3 | Adaptação às Expressões de Interesse..... | 62 |
| 3.3.1 | Sensibilidade aos Interesses dos Frequentadores do Espaço..... | 63 |
| 3.3.2 | Pressupostos da Abordagem..... | 64 |
| 3.4 | Resumo do Capítulo..... | 65 |
| 4 | Relevância de Fontes Dinâmicas de Conteúdo..... | 67 |
| 4.1 | Fontes Dinâmicas..... | 67 |
| 4.2 | Relevância não Contextual de Fontes Dinâmicas..... | 68 |
| 4.2.1 | Dimensões de Relevância..... | 69 |
| 4.2.2 | Proposta de Modelos de Relevância..... | 71 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.2.3 | Análise do Comportamento dos Modelos de Relevância Propostos | 83 |
| 4.3 | Avaliação da Pertinência Temporal do Conteúdo (Avaliação E1)..... | 83 |
| 4.3.1 | Ecrã para Apresentação de Conteúdo Temporalmente Oportuno | 84 |
| 4.3.2 | Experiência | 86 |
| 4.3.3 | Análise | 90 |
| 4.3.4 | Discussão | 97 |
| 4.4 | Resumo do Capítulo..... | 97 |
| 5 | Sistema de Recomendação de Conteúdo para Ecrãs Públicos | 99 |
| 5.1 | Desafios da Recomendação de Conteúdo Dinâmico para Ecrãs Públicos | 99 |
| 5.2 | Visão Geral da Arquitectura do Sistema de Recomendação | 100 |
| 5.3 | Sistema de Recomendação: Perfil do Espaço Público | 102 |
| 5.3.1 | Tag clouds para Representação do Perfil do espaço | 102 |
| 5.3.2 | Contribuições para a Construção do Perfil de Espaço..... | 103 |
| 5.3.3 | Construção do Perfil de Espaço | 108 |
| 5.3.4 | Caracterização das Palavras Representativas das Interações | 109 |
| 5.3.5 | Funcionamento do Perfil de espaço..... | 110 |
| 5.4 | Sistema de Recomendação: Selector de Fontes..... | 111 |
| 5.4.1 | Busca de fontes | 112 |
| 5.4.2 | Seleção de Fontes | 113 |
| 5.4.3 | Leitura e Organização/Clustering das Fontes | 117 |
| 5.4.4 | Funcionamento do Selector de Fontes..... | 118 |
| 5.5 | Sistema de Recomendação: Escalonador | 118 |
| 5.5.1 | Dimensões de Utilidade do Algoritmo de Escalonamento..... | 119 |
| 5.5.2 | Cálculo da Utilidade e Escalonamento do Conteúdo a Apresentar | 128 |
| 5.6 | Infra-estrutura de Software | 131 |
| 5.6.1 | Arquitectura Geral..... | 132 |
| 5.6.2 | Comunicação entre subsistemas..... | 132 |
| 5.6.3 | Comunicação com o Ecrã | 136 |
| 5.6.4 | Operação do Sistema..... | 137 |
| 5.7 | Resumo do Capítulo..... | 137 |
| 6 | Avaliação e Discussão | 139 |
| 6.1 | Desafios de Avaliação | 139 |
| 6.2 | Objectivos de Avaliação | 141 |
| 6.3 | Métodos e Critérios de Avaliação | 142 |
| 6.4 | Obtenção de Fontes de Conteúdo Relevantes (Avaliação E2)..... | 144 |
| 6.4.1 | Objectivos da Avaliação..... | 144 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 6.4.2 | Experiência I – Obtenção de fontes com base em palavras-chave simples | 145 |
| 6.4.3 | Experiência II – Avaliação do Ecrã num Ambiente Público | 154 |
| 6.4.4 | Análise dos Resultados das Avaliações..... | 160 |
| 6.5 | Avaliação Global (Avaliação E3)..... | 161 |
| 6.5.1 | Descrição da experiência..... | 161 |
| 6.5.2 | Avaliação | 163 |
| 6.5.3 | Análise dos Resultados | 164 |
| 6.5.4 | Discussão dos Resultados da Avaliação..... | 168 |
| 6.6 | Validação dos Objectivos de Avaliação..... | 169 |
| 6.6.1 | Adequação do Modelo de Escalonamento | 169 |
| 6.6.2 | Suporte da Infra-estrutura | 171 |
| 6.6.3 | Ecrã como Infra-estrutura de Computação Ubíqua | 173 |
| 6.7 | Resumo do Capítulo..... | 177 |
| 7 | Conclusões e Trabalho Futuro | 179 |
| 7.1 | Síntese do Trabalho Realizado..... | 179 |
| 7.2 | Contribuições | 181 |
| 7.3 | Trabalho Futuro | 183 |
| 7.4 | Notas Finais..... | 185 |
| 8 | Referências | 187 |
| | Anexo A – Inquérito para avaliação da experiência E3 | 193 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Protótipo (Esquerda: ecrã principal; Direita: ecrã para obtenção de feedback). | 59 |
| Figura 2: Comportamento da função de relevância não contextual. | 73 |
| Figura 3: Relevância não contextual: sobreposição no tempo – 3 fontes/4 dias. | 73 |
| Figura 4: Relevância não contextual: sobreposição da mesma fonte por períodos de 4 dias.... | 74 |
| Figura 5: Relevância não contextualizada: blogs – sobreposição de 3 fontes no tempo | 74 |
| Figura 6: Efeito individual dos atributos na dimensão de relevância correspondente. | 76 |
| Figura 7: Comportamento da relevância não contextual de uma fonte de vídeo do Youtube. . | 77 |
| Figura 8: Comportamento da relevância não contextual de uma fonte do Flickr (API). | 79 |
| Figura 9: Comportamento da relevância não contextual de fontes de eventos. | 81 |
| Figura 10: Relevância não contextual de fontes de eventos. | 82 |
| Figura 11: Relevância não contextual: comparação do comportamento de 3 tipos de fonte. .. | 83 |
| Figura 12: Protótipo para avaliação da pertinência temporal. | 84 |
| Figura 13: Diagrama do protótipo..... | 85 |
| Figura 14: Imagem do ecrã responsável pela apresentação do conteúdo. | 86 |
| Figura 15: Ecrã de feedback. | 89 |
| Figura 16: Análise estatística comparativa: valores médios da avaliação da pertinência temporal por categoria. | 92 |
| Figura 17: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Notícias. | 93 |

| | |
|--|-----|
| Figura 18: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Blogs..... | 93 |
| Figura 19: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Revistas. | 93 |
| Figura 20: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Anúncios. ... | 94 |
| Figura 21: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Eventos..... | 94 |
| Figura 22: Arquitectura do sistema de recomendação..... | 101 |
| Figura 23: Perfil do espaço partilhado. | 104 |
| Figura 24: Exemplo de conjunto de palavras-chave de 20 visitantes. | 108 |
| Figura 25: Diagrama de sequência do perfil de espaço público. | 110 |
| Figura 26: O selector de fontes de conteúdo..... | 111 |
| Figura 27: Busca e selecção de fontes de conteúdo. | 112 |
| Figura 28: Relevância: <code>Traffic rank</code> | 115 |
| Figura 29: Relevância: Número de subscrições..... | 116 |
| Figura 30: Organização das fontes. | 117 |
| Figura 31: Diagrama de sequência do selector de fontes. | 118 |
| Figura 32: Subsistema escalonador..... | 119 |
| Figura 33: Dimensões de utilidade do escalonamento. | 120 |
| Figura 34: Utilidade do escalonamento Esq: Utilidade marginal Dir: Utilidade total. | 127 |
| Figura 35: Selecção do próximo tópico de interesse. | 129 |
| Figura 36: Cálculo da utilidade e escalonamento do conteúdo a apresentar. | 129 |
| Figura 37: Diagrama de sequência do escalonador. | 131 |
| Figura 38: Arquitectura do sistema..... | 132 |
| Figura 39: Interações situadas (<code>Instant Places</code>)..... | 133 |
| Figura 40: Arquitectura do subsistema perfil do espaço. | 133 |
| Figura 41: Representação XML, da resposta a um pedido <code>http GET</code> , da <code>tag cloud</code> | 134 |
| Figura 42: Representação XML, da resposta a um pedido <code>http GET</code> , da lista de palavras que compõem a <code>tag cloud</code> | 135 |
| Figura 43: Caracterização de cada item. | 136 |

| | |
|---|-----|
| Figura 44: Formulário para especificação de interesses. | 146 |
| Figura 45: Avaliação da adequabilidade da fonte às especificações de interesse. | 147 |
| Figura 46: Gráfico da avaliação da adequação das fontes às especificações de interesses. | 151 |
| Figura 47: Avaliação da adequação das fontes versus indicadores externos de relevância. | 154 |
| Figura 48: Protótipo: ecrã no cenário de utilização. | 156 |
| Figura 49: Protótipo: organização da informação no ecrã. | 156 |
| Figura 50: Organização da informação no ecrã. | 162 |
| Figura 51: Protótipo no ambiente de avaliação. | 163 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Ecrãs públicos para partilha de informação e colaboração. Análise comparativa: modelo de escalonamento, conteúdo e interacção. | 33 |
| Tabela 2: Ecrãs públicos para aumentar o sentido de comunidade. Análise comparativa: modelo de escalonamento, conteúdo e interacção. | 33 |
| Tabela 3: Ecrãs públicos informativos e sinalização digital. Análise comparativa: modelo de escalonamento, conteúdo e interacção..... | 34 |
| Tabela 4: Escalonamento em ecrãs públicos. Análise comparativa: contexto temporal, nível de intrusividade e cenário de utilização. | 35 |
| Tabela 5: Análise de sistemas de recomendação. Perspectivas: cenário de utilização; tipo de conteúdo; informação inserida pelo utilizador e o algoritmo de recomendação. | 45 |
| Tabela 6: Informação do ambiente em ecrãs públicos situados..... | 55 |
| Tabela 7: Regras de contexto..... | 61 |
| Tabela 8: Especificação das ponderações utilizadas..... | 79 |
| Tabela 9: Descrição das fontes utilizadas..... | 88 |
| Tabela 10: Fórmula e parâmetros associados a cada fila de conteúdo. | 88 |
| Tabela 11: Informação relativa a cada escalonamento que é armazenada na base de dados. . | 90 |
| Tabela 12: Resultados estatísticos sobre os escalonamentos organizados por filas de escalonamento (EP: Erro Padrão; DP: Desvio Padrão)..... | 91 |
| Tabela 13: Análise comparativa: equidade entre categorias (período 8h-20h). | 96 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 14: Análise comparativa: equidade entre categorias (período 0h-24h). | 96 |
| Tabela 15: Lista de palavras-chave ordenadas de acordo com o número de ocorrências. | 108 |
| Tabela 16: Caracterização das palavras-chave representativas das interações..... | 110 |
| Tabela 17: Exemplo de cálculo da relevância da fonte..... | 117 |
| Tabela 18: Influência do número de URL na utilidade do item..... | 124 |
| Tabela 19: Objectivos de avaliação relativos à adequação do modelo de escalonamento..... | 143 |
| Tabela 20: Objectivos de avaliação relativos ao suporte da Infra-estrutura. | 143 |
| Tabela 21: Objectivos de avaliação relativos ao ecrã como uma Infra-estrutura de Computação Ubíqua. | 144 |
| Tabela 22: Resumo dos dados da experiência (E2)..... | 149 |
| Tabela 23: Avaliação relativa ao número de palavras-chave..... | 150 |
| Tabela 24: Resultados relativos à avaliação da adequação das fontes..... | 151 |
| Tabela 25: Avaliação da simplicidade e adequação da utilização de palavras-chave para descrição de preferências. | 152 |
| Tabela 26: Palavras-chave mais referidas. | 152 |
| Tabela 27: Avaliação das fontes pelos participantes vs indicadores externos de relevância... | 153 |
| Tabela 28: Regras de comportamento. Configuração. | 157 |
| Tabela 29: Tópicos de interesse especificados. | 158 |
| Tabela 30: Informação estatística sobre o conteúdo apresentado no ecrã. | 159 |
| Tabela 31: Lista de palavras-chave que deram origem a conteúdo apresentado no ecrã. | 159 |
| Tabela 32: Informação estatística sobre a utilização do ecrã. | 164 |
| Tabela 33: Resultados da avaliação das questões relativas a “Utilidade do conteúdo apresentado”..... | 165 |
| Tabela 34: Resultados da avaliação das questões relativas a “Influência das interações”..... | 166 |
| Tabela 35: Resultados da avaliação das questões relativas a “Impacto e aceitação”. | 166 |
| Tabela 36: Resultados da avaliação das questões relativas a “Situações inesperadas”..... | 166 |
| Tabela 37: Motivos da não interação com o ecrã. | 166 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 38: Resultados da avaliação das questões relativas a “Interacções” | 167 |
| Tabela 39: Resultados da avaliação das questões relativas a “Privacidade” | 167 |
| Tabela 40: Resultados da avaliação organizados por grupo de questões..... | 167 |
| Tabela 41: Questionário de avaliação destinado aos utilizadores que conhecem o funcionamento do ecrã | 193 |
| Tabela 42: Questionário destinado aos utilizadores que realizaram interacções com o ecrã. | 195 |

Lista de Equações

| | |
|--|-----|
| Equação 1: Equação de relevância não contextual de fontes de notícias (<i>feeds</i> RSS). | 72 |
| Equação 2: Equação de relevância não contextual de fontes de vídeos (API do Youtube). | 76 |
| Equação 3: Equação de relevância não contextual de fontes de eventos. | 80 |
| Equação 4: Função de relevância da fonte. | 116 |
| Equação 5: Utilidade da dimensão “Adequação às necessidades do espaço”. | 122 |
| Equação 6: Utilidade resultante da dimensão textual. | 124 |
| Equação 7: Utilidade resultante do número de URL existentes na descrição do conteúdo. | 124 |
| Equação 8: Utilidade resultante da análise textual. | 124 |
| Equação 9: Utilidade resultante da linguagem do conteúdo. | 125 |
| Equação 10: Utilidade intrínseca do conteúdo (genérica). | 125 |
| Equação 11: Utilidade intrínseca do conteúdo expandida (fonte de um item). | 125 |
| Equação 12: Utilidade intrínseca do conteúdo expandida (fonte “não evento” com M itens). | 125 |
| Equação 13: Utilidade intrínseca do conteúdo expandida (fonte de eventos com M itens). | 125 |
| Equação 14: Efeito do histórico do escalonador no escalonamento de conteúdo. | 128 |

1 Introdução

Neste capítulo inicial é feito o enquadramento do trabalho desenvolvido no âmbito desta tese. É apresentada a motivação, definida a tese e identificados os seus principais objectivos e as suas principais contribuições. O capítulo termina com a apresentação da estrutura da tese, incluindo uma descrição sumária dos capítulos que se seguem.

1.1 Enquadramento

Os ecrãs públicos de grandes dimensões sempre fizeram parte da visão da computação ubíqua (ver Weiser [1]), mas a sua utilização apenas atraiu um interesse mais considerável nos últimos anos devido à crescente ubiquidade dos ecrãs de grandes dimensões, em locais públicos e semi-públicos, e também à emergência de novas tecnologias de projecção, tais como *steerable projection* [2]. No entanto, e apesar deste aumento de interesse se ter reflectido no surgimento de novas aplicações e de novas formas de utilização destes ecrãs, estudos recentes mostram que a maioria dos ecrãs públicos não é muito valorizada pelos seus potenciais destinatários [3]. As razões principais relacionam-se com o facto de muitos ecrãs não serem interactivos e serem tipicamente usados como meros pontos de distribuição de informação previamente definida, geralmente conteúdo institucional ou publicitário, o qual é muitas vezes interpretado pelos utilizadores como demasiado estático ou fortemente descontextualizado do espaço social onde os ecrãs se encontram instalados, não sendo por isso valorizados como fontes de informação.

1.1.1 Ecrãs Situados

O advento da computação ubíqua e a proliferação das tecnologias de ecrãs e sensores fez surgir novas oportunidades para o desenvolvimento de ecrãs interactivos e sensíveis ao contexto e proporcionou uma oportunidade para repensar a forma como utilizamos esses ecrãs [4, 5]. Mais do que apenas difundir informação aos utilizadores de um espaço, estes ecrãs podem valorizá-lo e criar janelas de interacção com os sistemas de informação e com as actividades que lhe estão associadas. A utilização destes ecrãs, integrados com vários tipos de sensores, apresenta um elevado potencial para enriquecer os espaços físicos envolventes, apresentando informação relevante para cada situação específica, promovendo a partilha de informação e colaboração e aumentando o conhecimento dos múltiplos interesses dos frequentadores do espaço [6]. Nestes casos, os ecrãs podem actuar como portais entre o mundo virtual e o mundo físico, detectando e respondendo, de forma contextualizada e apropriada, às necessidades dos visitantes e das actividades associadas a esse espaço. Para que isto seja possível, os ecrãs públicos e situados devem ir muito além daquilo que actualmente é a sua utilização, que consiste essencialmente na apresentação de conteúdos pré-definidos, através de algoritmos de escalonamento não adaptativos, ou simples reacções a interacções dos utilizadores. Em vez disso os ecrãs devem ser capazes de autonomamente descobrir as fontes de conteúdos mais relevantes e mais apropriadas e devem apresentar, a cada momento, o conteúdo mais útil para o seu contexto social envolvente.

Neste cenário, a abundância de conteúdos e fontes de informação que se podem encontrar na Web proporcionam uma óbvia e atractiva solução para o problema de obtenção de conteúdo para ecrãs públicos. O conteúdo fornecido por estas fontes, como notícias, blogs, eventos, anúncios e muitos outros, é um importante recurso e pode representar um papel central no fornecimento de conteúdo para os ecrãs. A enorme quantidade de dados disponibilizada por estas fontes de conteúdo faz com que a dificuldade principal se encontre, não na escassez de recursos, mas sim na selecção do conteúdo mais adequado a cada situação, de forma a tornar os ecrãs dispositivos altamente adaptados aos espaços onde estão situados. No entanto, a natureza dinâmica e heterogénea que caracteriza o ambiente social de um espaço público realça a necessidade de utilização de modelos de escalonamento que adaptem o seu comportamento de acordo com as alterações do contexto envolvente do ecrã. As abordagens comuns de escalonamento adaptativo suportam as suas decisões em conhecimento empírico que representa como é esperado que o ecrã seja afectado pelas alterações no contexto (e.g. [7]), ou tentam criar algum tipo de conhecimento, treinando o sistema de acordo com uma

qualquer noção de comportamento inteligente (e.g. [8]). Os ecrãs públicos requerem abordagens com maior enfoque nas pessoas e nas suas interações, as quais lhes conferem um comportamento mais social, no sentido de que este reflecte as preferências dos utilizadores que frequentam o espaço e selecciona os conteúdos que são mais adequados a cada situação. Isto tornará cada ecrã único e intimamente ligado ao espaço onde está inserido, proporcionando uma base para que os ecrãs reflectam as expectativas, os interesses e as práticas associadas a esse espaço.

1.1.2 Sistemas de Recomendação

O problema da selecção automática de conteúdo para apresentação em ecrãs públicos apresenta algumas semelhanças com os cenários normalmente abordados pelos sistemas de recomendação, i.e. com base em informação sobre as preferências dos utilizadores, nas propriedades das entidades envolvidas e nas acções anteriores, propõe novos conteúdos que podem ter interesse para esses utilizadores. Contudo, as particularidades associadas aos cenários de ecrãs públicos levantam desafios específicos que limitam a aplicabilidade dos sistemas de recomendação existentes.

O primeiro problema está relacionado com a geração de um perfil do espaço que possa ser usado como entrada para o sistema de recomendação. Mais do que ter um perfil do utilizador, o ecrã público necessita de um perfil do espaço que combine as preferências da entidade que é responsável pela gestão do ecrã, que passaremos a designar por gestor do ecrã, com as preferências das múltiplas pessoas que frequentam o espaço e que também são destinatários do ecrã. Só assim será possível uma caracterização do espaço que represente de forma integrada as contribuições individuais dos seus múltiplos frequentadores, muitas das vezes caracterizadas por diferentes expectativas e interesses, e que sirva de orientação ao comportamento do ecrã. Para se adaptar a estas alterações o ecrã deve ter a capacidade de se moldar ao contínuo fluxo de ambientes sociais, contribuindo para a emergência de um conceito de espaço partilhado que represente as amplas expectativas e práticas da comunidade como um todo. Estas capacidades sugerem abordagens suportadas fortemente na participação dos utilizadores. Em particular, o sistema deve permitir elevados níveis de apropriação por múltiplas comunidades, concentrando-se em formas simples de apropriação, através das quais a criação de significado é, em grande parte, da responsabilidade dos utilizadores.

O segundo problema relaciona-se com o processo de escalonamento do conteúdo mais apropriado a cada situação. A maioria dos sistemas de recomendação assume que existe algum tipo de feedback, alguma acção de decisão final por parte dos utilizadores ou, pelo menos, alguma forma de conhecer o feedback sobre as decisões do escalonador. Geralmente a experiência de navegação permite que os utilizadores tenham total controlo sobre a informação que pretendem aceder e, além disso, fornece informação adicional sobre os possíveis conteúdos a aceder. Os conteúdos de várias fontes são apresentados na forma de listas e são acompanhados de pequenos resumos e hiperligações, através das quais é possível obter detalhes adicionais. Assim, os utilizadores podem facilmente avaliar quais dos conteúdos que estão a ser sugeridos são mais interessantes e fazer a selecção mais apropriada de acordo com os seus interesses. Por exemplo, num sítio Web de partilha de vídeo, quando o utilizador termina a visualização de um determinado vídeo, são sugeridos novos vídeos que podem ser do seu interesse. Este tipo de comportamento por parte do sistema permite muitas vezes que os utilizadores descubram vídeos de grande interesse, mesmo quando aparentemente procuravam vídeos com características diferentes, mas também lhes dá a possibilidade de simplesmente ignorar as sugestões que lhe foram propostas. Em sistemas de ecrãs públicos nenhuma destas possibilidades está disponível. Os utilizadores não têm a possibilidade de obter mais detalhes sobre o conteúdo apresentado e por isso todos os conteúdos podem ser apresentados, aumentando assim a responsabilidade do ecrã na selecção dos conteúdos mais apropriados a cada situação. Além disso, as limitações de interacção impossibilitam a existência de feedback directo sobre a avaliação da utilidade do conteúdo apresentado, não permitindo assim avaliar a adequação das decisões do escalonador. Esta gestão de solicitações e de recursos, por parte do ecrã, revela-se uma tarefa fulcral no escalonamento do conteúdo a apresentar e no desempenho de todo o sistema. É da responsabilidade do ecrã a decisão de qual o conteúdo a seleccionar, em que condições e de que forma vai ser apresentado, sendo o escalonamento realizado com o objectivo último de melhorar a utilidade global do ecrã.

1.2 Motivação

Os ecrãs digitais, públicos ou semi-públicos, de maior ou menor dimensão, em conjunto com sensores embutidos no ambiente e associados a fontes dinâmicas de conteúdo podem representar vários papéis em cenários de computação ubíqua. A natureza situada e dinâmica destes dispositivos pode originar novas aplicações, interactivas e sensíveis ao contexto, que vão muito além daquilo que hoje é suportado e que consiste, essencialmente, na utilização

desses ecrãs para apresentação de conteúdos pré-definidos, muitas das vezes relacionados com publicidade ou difusão de conteúdos institucionais. Estes ecrãs podem enriquecer os espaços onde se encontram instalados, apresentando conteúdos que são relevantes para cada situação em particular, promovendo a socialização e fornecendo importantes recursos sobre os quais conversas e actividades de grupo podem ser estruturadas. Podem assim contribuir para tornar o ambiente mais cativante e mais social e podem ser usados para aumentar a consciência colectiva em relação às actividades e aos interesses das pessoas que partilham o espaço e consequentemente do espaço em si. No entanto, uma análise aos sistemas de ecrãs situados, para espaços públicos e semi-públicos, mostra que estes ainda não desempenham esse papel adequadamente, principalmente porque não têm conseguido abordar simultaneamente um conjunto de requisitos, nomeadamente:

1. Selecção de conteúdos adaptativa e autónoma: normalmente a selecção de conteúdo não é dinâmica, é realizada de forma cíclica ou aleatória, baseada em regras ou prioridades. Este tipo de abordagens limita a flexibilidade do ecrã e a sua adaptabilidade às constantes mudanças da sua envolvente social.
2. Utilização de fontes de conteúdo dinâmicas: muitos sistemas utilizam listas predefinidas de conteúdo. Esta limitação restringe o comportamento do ecrã à apresentação de um número limitado de conteúdos ou tópicos de conteúdo que muitas vezes não é adequado à heterogeneidade de contextos sociais que caracteriza os espaços públicos. Os ecrãs podem proporcionar uma experiência mais rica se estiverem capacitados para procurar, de forma autónoma, as fontes dinâmicas de conteúdo mais apropriadas a cada situação.
3. Especificação e representação de interesses simples e não intrusivas: à medida que a Web 2.0 continua a crescer, a especificação dos recursos pretendidos, a procura e a selecção de informação de qualidade torna-se mais difícil e mais complexa. Muitos sistemas de ecrãs permitem que os utilizadores especifiquem os seus interesses através de perfis de utilizador e através de estruturas complexas como ontologias. Apesar de algumas destas estruturas serem bem aceites e terem demonstrado bons resultados, elas são complexas e difíceis de elaborar por utilizadores não experientes.
4. Integração dos interesses e das expectativas dos múltiplos destinatários do ecrã: muitos dos sistemas não providenciam uma visão integrada aos seus utilizadores. Os interesses e as contribuições do gestor do ecrã e dos múltiplos visitantes do espaço não são adequadamente integrados no comportamento do ecrã.

5. Interações simples e não intrusivas: apesar de alguns ecrãs providenciarem meios para recolher as opiniões dos utilizadores (e.g. [9-14]), estes são muitas vezes disruptivos das suas actividades, são muito explícitos ou muito penalizadores em termos de tempo e acções necessárias para a sua realização. Os utilizadores preferem formas de interacção mais espontâneas e menos intrusivas.

Em resumo, o comportamento dos ecrãs públicos situados continua a ser muito dependente das acções e das interações explícitas dos utilizadores e muito rígidos na adaptação à sua envolvente social, não providenciando aos visitantes uma experiência de utilização de acordo com os seus interesses e expectativas. Existe a necessidade de novas abordagens que, com êxito, integrem a abundância dos conteúdos existentes na Internet com o ambiente social e contextual envolvente ao ecrã, para que seja apresentado o conteúdo que é mais relevante a cada momento, aumentando assim a utilidade global do ecrã.

1.3 Âmbito

Este trabalho enquadra-se a nível tecnológico nos ecrãs com Bluetooth desenvolvidos na Universidade do Minho no âmbito da plataforma *Instant Places* [15] em que é dada a possibilidade aos visitantes do espaço de utilizarem os seus dispositivos móveis com comunicação Bluetooth como meio para expressarem e enviarem ao ecrã os seus interesses e preferências. A abordagem seguida centra-se nas potencialidades desta tecnologia e, por isso, no uso de palavras-chave simples para especificação das preferências dos frequentadores do espaço. Estas preferências são representadas através de um perfil de espaço partilhado que combina os interesses do gestor do ecrã com os interesses dos múltiplos frequentadores do espaço. Usando um conjunto ponderado de palavras-chave contextualizadas, este modelo adapta-se à heterogeneidade e fluidez do ambiente social e é usado como base para a selecção de fontes de conteúdo na Internet.

1.4 Tese

Esta dissertação descreve uma nova abordagem de escalonamento adaptativo de conteúdo de fontes dinâmicas para ecrãs públicos situados. Nesta abordagem, as intencionalidades do gestor do ecrã e dos visitantes do espaço, obtidas através de interações situadas na forma de palavras-chave, semanticamente contextualizadas através de informação de contexto, permitem a construção de um perfil de espaço partilhado de alto nível, o qual representa o

ambiente social envolvente do ecrã. Este conhecimento, juntamente com modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo representam a base do modelo de escalonamento adaptativo que procura e selecciona nas fontes dinâmicas de conteúdo, os conteúdos mais apropriados para o ambiente social envolvente do ecrã.

Mais especificamente, a dissertação demonstra que modelos de escalonamento adaptativos, suportados por modelos contextualizados de espaço partilhado e modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, permitem aumentar a utilidade dos sistemas de ecrãs públicos situados.

Validar esta tese implica demonstrar as seguintes premissas:

1. A adequação dos modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo:
 - a. Validar se os modelos de relevância propostos podem ser usados para medir a relevância de cada tipo de conteúdo.
2. A adequação do perfil de espaço partilhado:
 - a. Validar se os utilizadores são capazes de especificar os seus interesses na forma de palavras-chave e se o conteúdo apresentado pelo ecrã está de acordo com as expectativas dos utilizadores.
 - b. Validar se o perfil de espaço partilhado, construído a partir dos interesses conjuntos do gestor do ecrã e dos visitantes do espaço, é representativo do ambiente social envolvente e se este representa adequadamente os interesses dos intervenientes.
 - c. Validar se, por um lado, os visitantes do espaço reconhecem a sensibilidade do ecrã aos seus interesses e, por outro lado, se o gestor do ecrã reconhece que o ecrã se comporta e evolui de acordo com as suas expectativas.
3. A adequação do modelo de escalonamento adaptativo:
 - a. Validar se o modelo de escalonamento permite seleccionar conteúdo apropriado ao perfil de espaço partilhado.
 - b. Validar se os destinatários do ecrã reconhecem as propriedades anteriores no conteúdo que é apresentado, seja como destinatários passivos ou activos.

4. Suporte e utilidade do ecrã:

- a. Validar se a infra-estrutura fornece suporte apropriado às interacções dos visitantes do espaço.
- b. Validar se esta abordagem permite melhorar a utilidade dos ecrãs quando comparada com as abordagens mais comuns, nomeadamente as que utilizam modelos de escalonamento sequenciais ou aleatórios.

1.5 Desafios

Demonstrar a tese apresentada anteriormente implica superar quatro desafios principais. Primeiro, é necessário desenvolver modelos de relevância adaptados às especificidades de cada tipo de conteúdo. Segundo, é necessário definir e especificar o perfil de espaço partilhado, uma representação de alto nível dos interesses dos destinatários do ecrã. Terceiro, é necessário desenvolver modelos de escalonamento que permitam seleccionar, de um conjunto de conteúdo disponível, o conteúdo que seja mais apropriado ao perfil de espaço corrente. Quarto, é necessário construir uma infra-estrutura que explore estes modelos e que continuamente adapte o seu comportamento de acordo com os requisitos do gestor do ecrã e dos visitantes do espaço.

As subsecções seguintes descrevem com maior detalhe cada um destes desafios.

1.5.1 Modelos de Relevância Adaptados ao Tipo de Conteúdo

O número de fontes dinâmicas na Web tem aumentado drasticamente nos anos mais recentes. Este crescimento acontece não apenas no número de fontes dinâmicas disponíveis, mas também no número de tipos de conteúdo que são fornecidos por essas fontes. Adicionalmente, devido às suas características, a relevância do seu conteúdo está sujeita a oscilações consideráveis. Embora nos cenários Web tradicionais estas variações de relevância das fontes de conteúdo não sejam uma preocupação importante, em cenários de ecrãs públicos esta assume uma importância central. Tal acontece principalmente porque se trata de um modelo de interacção baseado no paradigma *push model* e neste caso a responsabilidade da selecção do conteúdo a apresentar é inteiramente do ecrã. Como consequência, o ecrã pode estar a apresentar conteúdo que já não é relevante para a situação actual pois está desactualizado ou descontextualizado. Isto pode não acontecer tão frequentemente no caso de notícias, normalmente fornecidas por feeds de jornais e canais de

notícias, mas acontece certamente no caso de conteúdo fornecido por blogs ou anúncios que geralmente não são actualizados de forma tão frequente como no caso das notícias.

Como cada um dos tipos de conteúdo pode apresentar singularidades próprias, é necessário estudar as características de um conjunto representativo de vários tipos de fontes de conteúdo, nomeadamente: notícias, blogs, eventos, anúncios, pesquisa a sítios Web de software social, entre muitas outras. Este estudo deve considerar os dados e os metadados produzidos por cada um dos tipos de fonte dinâmica e deve ser realizado sob a perspectiva dos dados temporais associados a cada fonte, da sua semântica e sob a perspectiva da sua relevância contextual, permitindo identificar os principais critérios para cálculo da sua relevância. Para cada um dos tipos principais de fontes dinâmicas será necessário desenvolver um modelo de relevância que necessita de ser avaliado e validado. Este modelo de relevância deve capturar tanto quanto possível as especificidades de cada um dos vários tipos de recurso e deve estar capacitado para exibir um comportamento equilibrado quando sujeito a vários tipos de variação nas fontes dinâmicas.

1.5.2 Perfil de Espaço Partilhado

A utilidade de um conteúdo pode variar significativamente dependendo do contexto onde este vai ser apresentado, ou seja, a utilidade de um conteúdo varia de acordo com a natureza da comunidade a que se destina e de acordo com as características do espaço onde é apresentado. Por exemplo, os interesses e as expectativas dos utilizadores quando visitam um determinado espaço influenciam a sua percepção sobre a utilidade do conteúdo que é apresentado. Por conseguinte, uma sala de entrada de uma escola e um espaço de negócios têm diferentes necessidades de informação. Tal deve-se principalmente às particularidades relacionadas com as actividades que se realizam nesse espaço e aos interesses das pessoas que os frequentam. Por essa razão, o mesmo conteúdo, quando apresentado nesses dois espaços pode ter valores de utilidade diferentes segundo a percepção dos seus visitantes. Para lidar com esta questão são necessários métodos e modelos que permitam a definição e a representação do ambiente social envolvente ao ecrã. Estas representações, que designamos por perfil de espaço partilhado, devem integrar no mesmo modelo, os interesses dos múltiplos utilizadores do espaço com os interesses do gestor do ecrã.

No entanto, desenvolver modelos de espaço para ecrãs públicos levanta alguns desafios particulares. O primeiro problema relaciona-se com a natureza pública e partilhada do espaço onde o ecrã se encontra instalado. Ao invés de um modelo personalizado de cada utilizador,

estes espaços requerem modelos comuns e partilhados que integrem as preferências dos múltiplos visitantes do espaço. Isto levará a uma caracterização envolvente do espaço que representa uma sequência temporal e fluida de vários contextos sociais que servirá de orientação ao comportamento do ecrã. Adicionalmente o conceito de interacção implícita e explícita é central como pré-requisito para a invisibilidade dos sistemas de computação tal como descrito na computação ubíqua (ver Weiser [16]). Assim as contribuições dos utilizadores devem ser providenciadas através de métodos simples não intrusivos e realizadas de forma intuitiva sem a necessidade de capacidades especiais. Finalmente, e porque muitas vezes as contribuições do gestor do ecrã e as contribuições dos vários frequentadores do espaço podem ser dispersas e mesmo divergentes, o perfil de espaço tem de representar apropriadamente este conhecimento, incluindo a dimensão temporal de curto prazo e de longo prazo e as possíveis sinergias entre os múltiplos interesses.

1.5.3 Escalonamento Adaptativo

Uma função que permita determinar a relevância de cada conteúdo a cada momento, considerando o contexto onde este vai ser apresentado, é fundamental para suporte das decisões sobre o que apresentar e quando apresentar num ecrã público. Nos sistemas mais comuns de ecrãs para difusão de publicidade e informação, esta questão é normalmente ultrapassada usando ferramentas em que o gestor do ecrã pode especificar uma programação de conteúdos com algum detalhe definindo exactamente quais os conteúdos que vão ser apresentados e quando vão ser apresentados, originando assim ciclos pré-definidos e estáticos de apresentação. Uma abordagem um pouco mais sofisticada pode suportar alguns parâmetros de escalonamento, como prioridades ou tempos de apresentação, que podem ser associados a cada tipo de conteúdo e que depois, em tempo de execução, permite ordenar o conteúdo para ser escalonado, mas, mesmo assim, continua a existir a necessidade de uma definição prévia.

O conceito de ecrã situado como um dispositivo integrado no seu ambiente que reflecte o contexto social e físico introduz requisitos adicionais no processo de escalonamento que não são normalmente encontrados nas abordagens tradicionais, nomeadamente a sua capacidade de tomar decisões de escalonamento dinâmicas baseadas no estado recente e corrente do ecrã e na sua envolvente social. Estes ecrãs devem assim estar habilitados para realizar o escalonamento adaptativo, através do qual a lista de conteúdo a apresentar é continuamente reorganizada de forma a otimizar a utilidade global do ecrã. As abordagens tradicionais de

escalonamento e as abordagens utilizadas nos sistemas de recomendação mais comuns não se adequam a este tipo de cenário e, embora aparentemente de forma genérica este problema possa ser enquadrado nos sistemas de recomendação, existe um conjunto de particularidades que o tornam único. Primeiro, as fontes dinâmicas fornecem conteúdos que são dinâmicos e que sofrem alterações constantemente. Por vezes representam fontes de conteúdo actual, actualizado e relevante para o contexto do ecrã, outras vezes o seu conteúdo pode ser totalmente desajustado para o ambiente social do ecrã ou mesmo fortemente desactualizado. Além disso, a elevada heterogeneidade dos tipos de conteúdo faz com que sejam necessários modelos de relevância que se adequem às especificidades de cada tipo de fonte. Este facto leva a que o escalonador tenha de lidar com modelos de relevância diferentes (mais detalhe em “1.5.1 Modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo”). Segundo, em cenários de ecrãs públicos e contrariamente ao que é comum em sistemas de recomendação, alguns dos conteúdos podem ser apresentados mais do que uma vez, dependendo da sua relevância para os destinatários e da envolvente social do ecrã a cada momento. Terceiro, o escalonador deve adaptar as suas decisões de acordo com a sua envolvente social que, pela sua própria natureza pública e partilhada, é inerentemente muito dinâmica e heterogénea (abordado no desafio “1.5.2 Perfil de espaço partilhado”). Quarto, a similaridade entre conteúdos, principalmente quando fornecidos por fontes distintas, pode levar à repetição de conteúdos muito semelhantes e por isso o escalonador deve estar consciente dos níveis de similaridade entre conteúdos e lidar correctamente com esse facto nas suas decisões. Quinto, apesar da inexistência dos normais dispositivos de interface, os visitantes do espaço devem estar habilitados a enviar sugestões sobre os seus interesses e expectativas ao ecrã. Sexto, não existe feedback por parte dos utilizadores, o que faz com que seja mais difícil estabelecer relações entre as especificações de interesse e o nível de aceitação dos conteúdos apresentados. Finalmente, sétimo, o escalonador deve ser sensível a algum tipo de controlo por parte do gestor do ecrã e por isso é necessário que seja mantido um equilíbrio entre os interesses de ambos: o gestor do ecrã e os múltiplos visitantes do espaço.

1.6 Objectivos

O objectivo principal desta tese é desenvolver e avaliar um modelo de escalonamento de conteúdo dinâmico para ecrãs públicos interactivos. Este modelo de escalonamento deve dinamicamente procurar e seleccionar o conteúdo mais apropriado ao meio social envolvente ao ecrã. Porque cada um dos desafios identificados anteriormente constitui por si só um

objectivo de investigação, a realização de cada um dos desafios corresponde à consecução de um objectivo específico. Assim, este trabalho abrange o seguinte conjunto de objectivos mais específicos:

1. Identificar e caracterizar um conjunto de fontes de conteúdo que possam ser usadas em ecrãs públicos situados, compreender como as suas características influenciam a sua relevância e desenvolver e validar modelos de relevância adaptados a cada tipo de conteúdo, que capturem tanto quanto possível as suas especificidades.
2. Definir, especificar e validar um perfil de espaço que represente de forma integrada as contribuições do gestor do ecrã e as múltiplas contribuições dos visitantes do espaço e que se adapte ao dinâmico, fluido e heterogéneo ambiente social do ecrã.
3. Propor, implementar e avaliar métodos para obtenção de fontes relevantes de conteúdo situado, usando como base um conjunto de palavras-chave contextualizadas do perfil de espaço. Utilizar como fornecedores de conteúdo as fontes Web dinâmicas e associar critérios de relevância externos para pré-selecção das fontes mais relevantes.
4. Propor, implementar e avaliar algoritmos de escalonamento adaptativos que continuamente seleccionem o conteúdo de maior utilidade e temporalmente oportuno, considerando o perfil do espaço e que seja sensível às indicações de interesse dos visitantes do espaço, mas ao mesmo tempo, mantenha um comportamento equilibrado de acordo com os interesses do gestor do ecrã.
5. Desenvolver um protótipo final do sistema e avaliar a participação dos destinatários e a sua percepção relativa à relevância e adequação dos conteúdos apresentados.

Nos capítulos 4 e 5 são descritos cada um dos desafios principais do trabalho e a forma como foram abordados de modo a superar cada um dos objectivos correspondentes.

1.7 Metodologia Utilizada

Objectivos de investigação semelhantes podem ser abordados de formas completamente diferentes dependendo do contexto de investigação, nomeadamente: disponibilidade de infra-estruturas, sinergias com outros projectos de investigação, etc. Considerando as condições sob as quais foi realizado este trabalho, foi definida uma estratégia de investigação baseada nas seguintes actividades:

1. Actualização de conhecimentos através da revisão de trabalhos, artigos e projectos relacionados.
2. Desenvolvimento dos diferentes módulos da abordagem, aumentando o âmbito gradualmente e de forma iterativa.
3. Experimentação e avaliação de protótipos incrementais.
4. Participação em congressos e workshops para apresentação de resultados parciais e para actualização de conhecimentos sobre os progressos mais recentes na área de estudo da tese.
5. Contactos com especialistas em congressos, encontros e através de e-mail.
6. Ajustamentos no desenvolvimento, considerando o feedback obtido através dos meios referidos anteriormente.
7. Desenvolvimento dos protótipos finais e avaliação em cenários realistas.
8. Disseminação do conhecimento obtido, experiências e resultados.

Subjacente a todo este processo de investigação está a metodologia investigação-acção [17] que inclui cinco fases diferentes e que são aplicadas em cada uma das actividades definidas anteriormente:

1. Diagnóstico: identificação e definição do problema.
2. Plano de acção: construção do plano de acção.
3. Acção: proposta prática do plano de acção.
4. Avaliação: interpretação dos resultados e análise das consequências do plano de acção.
5. Aprendizagem: identificação dos resultados principais, integração dos resultados e replanificação.

Para um melhor entendimento da metodologia de investigação, as subsecções seguintes descrevem resumidamente a abordagem seguida para a prossecução de cada um dos objectivos enumerados na secção anterior, nomeadamente: *i)* modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo; *ii)* representação das contribuições dos vários intervenientes num perfil de espaço partilhado; *iii)* modelo de escalonamento adaptativo; *iv)* desenvolvimento da infra-estrutura de suporte à abordagem e configuração do ecrã.

1.7.1 Modelos de Relevância Adaptados ao Conteúdo

Para entender como as características das fontes influenciam a sua relevância, foi realizado um estudo inicial no qual foi estudado um conjunto de fontes representativo dos tipos de conteúdo mais comuns na Web. Este estudo foi realizado de forma a investigar em que medida a noção de relevância pode ser modelada e calculada considerando a informação disponibilizada por cada tipo de fonte de conteúdo. Após este estudo inicial, foi desenvolvido um conjunto de modelos que representa a relevância de cada tipo de fonte independentemente do contexto de utilização e que permite um comportamento equilibrado quando submetido a vários tipos de variação relativos às fontes de conteúdo. Nestes modelos foi dado um especial interesse à informação temporal disponibilizada por cada tipo de fonte de forma a estudar a pertinência temporal do seu conteúdo.

Para validar os modelos propostos e também para desvendar as percepções e sensibilidades dos utilizadores relativas à pertinência temporal de vários tipos de conteúdos realizou-se uma experiência complementar. Nessa experiência, conteúdos de vários tipos eram apresentados no ecrã usando vários algoritmos de escalonamento e era solicitado aos visitantes do espaço onde o ecrã se encontrava que avaliassem a pertinência temporal dos conteúdos apresentados. Os resultados desta experiência mostraram que existe uma clara semelhança entre os modelos propostos e a percepção dos utilizadores relativamente à pertinência temporal dos vários tipos de conteúdos.

1.7.2 Perfil de Espaço Partilhado

É um dos objectivos desta tese que as interações dos utilizadores, através das quais estes enviam ao ecrã as suas demonstrações de interesse, sejam realizadas através de metodologias simples e não intrusivas das suas actividades do dia-a-dia. Esta visão condiciona as interações dos visitantes no que respeita às metodologias e formas de expressão para especificação de interesse. Consequentemente, também tem implicações na forma como são modelados os interesses conjuntos dos visitantes num único perfil de espaço que represente a integração e as sinergias das várias contribuições.

Foram assim realizadas várias abordagens relacionadas com a obtenção de informação que caracterizasse a envolvente do ecrã no sentido de fornecer suporte às suas decisões de escalonamento. A primeira abordagem à problemática do escalonamento em ecrãs públicos foi baseada numa visão de ecrãs sensíveis ao contexto, mais suportada em informação contextual obtida a partir de sensores. No entanto, as primeiras avaliações demonstraram que

os elementos contextuais por si só não são suficientes para suportar a selecção adaptativa do conteúdo, principalmente porque não é óbvio que tipo de associação ou regras podem ser criadas entre contexto e conteúdo. Os resultados desta primeira avaliação motivaram uma orientação distinta mais focada nos utilizadores, nas suas actividades e nas suas interacções e menos baseada na informação de contexto.

Seguidamente foi explorada a utilização de palavras-chave situadas como uma abordagem mais intencional, em alternativa a uma abordagem puramente sensível ao contexto. Esta abordagem confirmou que palavras-chave simples são normalmente eficientes na selecção de conteúdos, mas também demonstrou que a utilização de palavras-chave nem sempre é fidedigna como representativa dos conceitos que os utilizadores tinham em mente quando as propuseram. Em alguns casos, elas são ambíguas e são interpretadas com sentido diferente daquele que lhe havia originalmente sido atribuído. O passo seguinte foi o enquadramento contextual destas palavras-chave no contexto do ambiente social envolvente do ecrã. Este enquadramento contextual é realizado usando palavras simples representativas do contexto em redor do ecrã e permite dar um significado mais claro e contextualizado às contribuições dos utilizadores, clarificando o seu significado e dando-lhe uma interpretação mais alinhada com a natureza situada do espaço.

1.7.3 Modelo de Escalonamento Adaptativo

A natureza dinâmica e heterogénea do perfil de espaço partilhado e do conteúdo das fontes dinâmicas aumenta as responsabilidades do escalonador, pois este tem de adaptar o seu comportamento de acordo com as constantes alterações de contexto que caracterizam a sua envolvente. A existência de uma função que determine a utilidade de cada conteúdo é fulcral no modelo de escalonamento. No entanto, sendo várias as dimensões de relevância que influenciam a relevância global de cada conteúdo foi necessário avaliar a sua influência separadamente. Por isso, optou-se por incluir no escalonador cada uma das dimensões de forma incremental. Similarmente, a função de relevância foi incorporando cada uma das novas dimensões no decorrer do processo, à medida que novas funcionalidades iam sendo desenvolvidas, avaliadas e validadas.

Os primeiros desenvolvimentos incluíram regras e restrições baseados em informação de contexto. Na fase seguinte, foi incorporada informação sobre o espaço, derivada das contribuições do gestor do ecrã. Seguidamente, foram integrados no escalonador regras de comportamento do ecrã, informação sobre a relevância externa das fontes dinâmicas,

informação sobre o histórico do ecrã e também informação sobre a pertinência temporal do conteúdo. Finalmente, foi integrado no modelo de escalonamento o perfil de espaço partilhado com informação das contribuições do gestor do ecrã e dos visitantes do espaço.

Em cada fase que novas funcionalidades foram incorporadas, estas foram avaliadas, redesenhadas, quando necessário, avaliadas e validadas. Este processo permitiu recolha de reacções dos utilizadores em fases intermédias do desenvolvimento, através da avaliação de protótipos parciais, cujos resultados foram posteriormente utilizados para obter melhoramentos no desenvolvimento do modelo.

1.7.4 Infra-estrutura e Avaliação

De forma a fornecer suporte aos diferentes módulos do sistema, desenvolvidos de forma iterativa, a infra-estrutura de software foi desenvolvida de forma incremental. Numa primeira fase, a infra-estrutura apenas incluiu suporte para informação contextual e suporte a leitura de fontes pré-definidas. Numa segunda fase, foi incluído suporte para a selecção dinâmica de fontes de conteúdo e também suporte para obtenção de feedback dos utilizadores. Finalmente, foi integrado na infra-estrutura o suporte às interacções dos utilizadores, as ferramentas de apoio à gestão e configuração do ecrã e suporte à avaliação global do sistema.

Adicionalmente às avaliações e validações parciais de módulos e funcionalidades específicas, foi também realizada uma avaliação global do sistema. Para tal, foi realizada uma experiência durante 3 semanas, na qual os visitantes do espaço podiam utilizar a funcionalidade Bluetooth dos seus dispositivos móveis para expor ao ecrã os seus interesses e assim contribuir para o ambiente social do espaço e influenciar o comportamento do ecrã. Durante este período foram recolhidos dados sobre os escalonamentos realizados e sobre as interacções dos utilizadores, com o objectivo de avaliar a integração entre os diferentes módulos do sistema e também o sistema como um todo.

Os resultados desta experiência mostraram que a utilização de modelos de escalonamento adaptativos, suportados por modelos de espaço partilhado, associados a modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, permitem obter bons resultados e permitem aumentar a utilidade dos sistemas de ecrãs públicos, quando comparada com a utilização de abordagens tradicionais.

1.8 Contribuições

A principal contribuição desta investigação é a demonstração de que modelos de espaço de alto nível baseados na utilização de palavras-chave, obtidas das contribuições dos visitantes do espaço e do gestor do ecrã, juntamente com modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, podem ser explorados por modelos de escalonamento adaptativos de forma a otimizar a relevância dos conteúdos apresentados no ecrã público. Mais especificamente, as contribuições acontecem a quatro níveis: *i)* modelos de relevância específicos para cada tipo de conteúdo; *ii)* modelos partilhados de espaço; *iii)* modelos de escalonamento adaptativos; *iv)* e infra-estrutura de suporte à abordagem.

Ao nível dos modelos de relevância, as contribuições são as seguintes:

1. Definição de um conjunto de características para classificar a relevância das fontes de informação.
2. Definição e avaliação de modelos de relevância específicos e adaptados ao tipo de conteúdo.

Ao nível do perfil de espaço partilhado:

3. Identificação dos requisitos fundamentais do desenvolvimento de um perfil de espaço partilhado.
4. Representação de um perfil de espaço partilhado, construído a partir de palavras-chave definidas pelo gestor do ecrã e obtidas através das interações situadas dos frequentadores do espaço.

Ao nível do escalonamento, que faz uso dos modelos de relevância e do perfil de espaço partilhado, as contribuições principais são:

5. Algoritmo adaptativo para escalonamento do conteúdo mais relevante, considerando a envolvente social do espaço onde o ecrã se encontra.
6. Demonstração de que modelos de escalonamento adaptativos baseados em modelos de espaço partilhado são apropriados para cenários de ecrãs públicos interactivos.

Finalmente, relativamente à infra-estrutura que suporta a abordagem, as contribuições incluem:

7. Demonstração das capacidades da abordagem e da infra-estrutura em cenários realísticos.

1.9 Organização da Tese

Além do actual capítulo, que apresenta o contexto do trabalho, a motivação, a tese e os seus principais desafios e objectivos, a presente tese é composta por mais seis capítulos que se encontram organizados da seguinte forma:

- Capítulo 2: Estudo e Análise de Trabalho Relacionado

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica do trabalho relacionado. Esta revisão inclui uma análise aprofundada de trabalhos em duas áreas principais: trabalhos em escalonamento adaptativo em ecrãs públicos e trabalhos em sistemas de recomendação de conteúdos dinâmicos.

- Capítulo 3: Adaptação Dinâmica em Ecrãs Públicos

Tendo em consideração os objectivos de investigação estabelecidos no capítulo 1 e a análise de trabalho relacionado realizada no capítulo 2, neste capítulo é feita uma análise das exigências da adaptação dinâmica em ecrãs públicos e são analisadas possíveis abordagens e as suas implicações em relação ao objectivo principal da investigação.

- Capítulo 4: Relevância de Fontes Dinâmicas de Conteúdo

Neste capítulo é realizada uma análise a um conjunto de fontes de conteúdo sob a perspectiva da sua relevância não contextual. São apresentados modelos de relevância para avaliar a pertinência temporal de vários tipos de conteúdo. O capítulo descreve ainda as avaliações realizadas para validar os modelos propostos para representar a pertinência temporal de cada tipo de conteúdo.

- Capítulo 5: Sistema de Recomendação de Conteúdo para Ecrãs Públicos

Este capítulo descreve como é que os conteúdos obtidos a partir das fontes dinâmicas de conteúdo, apresentadas no capítulo 4, são escalonados de forma a seleccionar o conteúdo com utilidade mais elevada. São ainda apresentadas as diversas dimensões de utilidade e a forma como são conjugadas pelo escalonador para suportar o escalonamento adaptativo.

- Capítulo 6: Avaliação e Discussão

Descreve a avaliação do sistema e a forma como cada uma das premissas de validação desta tese, descritas no capítulo 1, são avaliadas e validadas.

- Capítulo 7: Conclusões e Trabalho Futuro

Finalmente, neste capítulo é feita uma síntese do trabalho realizado. É feita uma análise dos resultados e são revisitadas as principais contribuições desta tese. São também apontadas potenciais linhas de investigação futura, de forma a dar continuidade ao trabalho realizado.

A tese inclui ainda anexos que contextualizam e fornecem um conhecimento mais aprofundado sobre alguns aspectos da pesquisa.

1.10 Lista de Publicações

Durante a execução desta tese foram publicados vários artigos em conferências nacionais e internacionais, apresentando os resultados e as contribuições parciais, validando o trabalho desenvolvido:

- F. R. Ribeiro and R. José, "Autonomous and context-aware scheduling for public displays using place-based tag clouds," in International Symposium on Ambient Intelligence, Springer-Verlag, Guimarães, 2010.
- F. R. Ribeiro and R. José, "Timely and Keyword-based Dynamic Content Selection for Public Displays," in Third International Workshop on Frontiers in Complex Intelligent and Software Intensive Systems - 4th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, IEEE Computer Society Press, Cracóvia, Polónia, 2010.
- F. R. Ribeiro and R. José, "Place-aware content selection from dynamic web sources for public displays," in 5th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, IEEE Computer Society Press, Marrakech, 2009.
- F. R. Ribeiro and R. José, "Context-Aware Scheduling Models for Public Interactive Displays," in Workshop R&D. Guimarães, 2009.
- F. R. Ribeiro and R. José, "Timeliness for dynamic source selection in situated public displays," in 5th International Conference on Web Information Systems and Technologies, Lisbon, 2009.
- F. R. Ribeiro and R. José, "Proactive Scheduling for Situated Displays," in Workshop on Ambient Intelligence Technologies and Applications," Guimarães, 2007.

- F. R. Ribeiro and R. José, "Proactive Scheduling for Situated Displays," in Workshop sobre Sistemas Móveis e Ubíquos. Coimbra, 2007.
- F. R. Ribeiro and R. José, "Escalonamento sensível ao contexto para ecrãs públicos," in Conferência sobre Sistemas Móveis e Ubíquos," Guimarães, 2006.

1.11 Resumo do Capítulo

A natureza situada dos ecrãs públicos e interactivos apresenta enormes potencialidades para o surgimento de um novo tipo de aplicações interactivas e sensíveis ao contexto que podem ir muito além da utilização comum dada aos ecrãs públicos hoje em dia. Estes ecrãs representam um meio preferencial para promover novas e mais cativantes experiências aos utilizadores, sendo sensíveis ao seu ambiente envolvente e dando aos utilizadores um papel activo no comportamento do ecrã, permitindo-lhes breves encontros com a informação que é mais relevante para a sua situação específica.

Esta dissertação baseia-se na tese de que modelos de escalonamento adaptativos baseados em modelos contextualizados de espaço partilhado e modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo permitem aumentar a utilidade dos sistemas de ecrãs públicos. Para demonstrar a tese o trabalho baseia-se em três pilares principais: modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo; perfil de espaço partilhado e modelos de escalonamento adaptativo que suportam a selecção de conteúdo na Web e o escalonamento do conteúdo mais útil para o contexto de apresentação. Como descrito anteriormente cada um destes pilares constitui por si só um tópico de investigação próprio com objectivos específicos e cada um deles será abordado com detalhe nos capítulos 4 e 5 deste documento.

2 Estudo e Análise de Trabalho Relacionado

Este capítulo é dedicado à análise de trabalho que de alguma forma está relacionado ou abrange áreas de conhecimento semelhantes às abordadas nesta tese. De forma a avaliar as contribuições de cada trabalho são analisadas várias características que representam diferentes perspectivas que se pretendem analisar e comparar. Na parte final do capítulo é feita uma comparação entre as várias perspectivas analisadas e é feita uma comparação com a abordagem proposta nesta tese.

O trabalho relacionado aqui apresentado abrange duas grandes áreas: investigação em escalonamento adaptativo em ecrãs públicos e investigação em sistemas de recomendação e selecção de informação. Cada uma destas áreas é abordada numa secção própria deste capítulo.

A primeira secção centra-se em trabalho de investigação relacionado com escalonamento em ecrãs públicos. É analisado trabalho que aborda a utilização de ecrãs públicos para promoção de trabalho de grupo e suporte a tarefas de colaboração, para promoção do sentido de comunidade e para sinalização e informação.

A segunda secção é dedicada à análise de trabalho de investigação em sistemas de recomendação e selecção de informação, sendo analisado e comparado trabalho que aborda o problema da avaliação de relevância de vários tipos de conteúdo dinâmico.

No início de cada secção são apresentados os critérios que orientaram a análise do trabalho. Na parte final é realizada uma análise comparativa entre os diversos trabalhos, segundo cada um dos critérios identificados.

2.1 Escalonamento em Ecrãs Públicos

Nesta secção é apresentado trabalho que aborda a exploração de infra-estruturas de ecrãs públicos. Devido à recente proliferação de ecrãs de grandes dimensões, quer em espaços domésticos quer em espaços públicos, que levou a uma multiplicidade de diferentes tipos de utilização destes dispositivos, o trabalho analisado nesta secção está organizado por secções de acordo com o seu objectivo principal.

Para representar e classificar as diferentes abordagens, a secção está organizada em três subsecções que reflectem os aspectos sociais principais do objectivo para o qual os ecrãs foram projectados. Uma vez que algumas das abordagens podem ser classificadas em mais de uma perspectiva social, as fronteiras entre as subsecções não são rigorosas e algumas das abordagens podem ocasionalmente atravessar essa fronteira. Na primeira subsecção, partilha de informação e colaboração, é analisado trabalho que propõe os ecrãs públicos como recurso para promoção de trabalho de grupo e suporte a tarefas de colaboração. Na segunda subsecção, promoção do sentido de comunidade, é apresentado trabalho que aborda os ecrãs públicos como promotores de actividades de comunidade, encontros ocasionais e ligações sociais entre indivíduos e entre grupos. Finalmente, a terceira subsecção, ecrãs para informação, centra-se na análise de trabalho que aborda os ecrãs públicos como recursos para acesso a informação e como mecanismos de informação que adaptam o seu comportamento de acordo com os interesses dos seus utilizadores.

Cada trabalho é analisado segundo três perspectivas principais: interacção, tipos de conteúdo suportados e modelo de escalonamento utilizado. Na perspectiva de interacção, cada trabalho é analisado considerando os mecanismos disponíveis para as interacções implícitas e explícitas dos utilizadores, a sua influência na selecção de conteúdo e se estes são facilmente utilizados ou pelo contrário se são demasiado complexos. A segunda perspectiva, conteúdo suportado, analisa cada trabalho segundo o tipo de conteúdo que o sistema foi desenhado para suportar. Finalmente, na perspectiva do modelo de escalonamento, são analisados os métodos e os algoritmos de escalonamento, nomeadamente o tipo de algoritmo utilizado e a informação que é utilizada para suportar as decisões de escalonamento.

No final da subsecção é realizada uma comparação entre todo o trabalho analisado segundo as perspectivas aqui descritas. Adicionalmente a estas são ainda incluídos na comparação três novos critérios: contexto temporal, intrusividade e localização.

2.1.1 Sistemas de Partilha de Informação e Colaboração

A investigação em ecrãs públicos situados atraiu uma atenção considerável nos anos mais recentes, sendo que muitos destes trabalhos abordaram os ecrãs públicos como promotores de colaboração em espaços públicos [14, 18, 19].

2.1.1.1 Notification Collage

O *Notification Collage* (NC) [14] é um sistema onde vários utilizadores distribuídos constituem uma comunidade que afixa elementos multimédia numa superfície que todos os membros podem ver. Tem a sua ênfase no suporte ao contexto interpessoal e interacção dentro de pequenas comunidades de colegas. Usando alguns programas, os utilizadores podem afixar vários elementos multimédia, tais como: vídeo, notas editáveis, slides, páginas Web, fotos, etc. Quando recebe um novo elemento multimédia o NC constrói a sua entidade visualizadora e coloca-o de forma aleatória no lado esquerdo da barra vertical que divide o ecrã. O sistema permite que o conteúdo seja sobreposto e os novos elementos são sempre colocados à frente. Os utilizadores podem actuar sobre os elementos usando um menu. Através deste menu é possível responder por e-mail ou por mensagem instantânea ao utilizador que colocou o elemento multimédia ou visitar a sua página pessoal.

2.1.1.2 Dynamo

Dynamo [20, 21] propõe uma nova forma de suporte a encontros ocasionais, promovendo a colaboração. *Dynamo* explora a utilização de ecrãs públicos para partilha e troca de vários tipos de conteúdo, nomeadamente: HTML, PDF e MS Office, imagens, vídeo, etc. É composto por um ou mais ecrãs multi-utilizador, possibilitando que múltiplos utilizadores interajam simultaneamente no mesmo ecrã e permitindo a cada utilizador controlar o seu dispositivo de interacção para interagir com o ecrã (e.g. USB, rato, teclado, computador). Para suportar estas características foram desenvolvidos alguns mecanismos de interacção, nomeadamente: para permitir que os utilizadores se apropriem de uma parte da superfície do ecrã e fazer a sua gestão; para permitir que os utilizadores possam facilmente transferir dados para o ecrã e do ecrã para os seus dispositivos; e para permitir que os utilizadores possam disponibilizar os seus dados no ecrã durante um determinado período de tempo, permitindo a sua colaboração com outros utilizadores.

2.1.1.3 BlueBoard

BlueBoard [18, 22] é um ecrã público interactivo, sensível ao toque, que reconhece os utilizadores através de um identificador RFID. Encoraja a colaboração dos utilizadores, permitindo a troca de conteúdos entre si e o acesso a conteúdos Web dos utilizadores (páginas pessoais, páginas de projectos, etc.). Apenas é permitida a interacção de um utilizador de cada vez. O identificador RFID, quando detectado, serve para autenticar o utilizador na base de dados e retorna o URL para a página Web com informação dessa pessoa. Na utilização normal do ecrã, um determinado utilizador pode consultar informação pessoal (e.g. agenda). O ecrã pode também ser utilizado para promover a colaboração entre pequenos grupos de utilizadores, permitindo, por exemplo, que estes esbocem ideias, comparem notas ou partilhem conteúdo. Quando não existem utilizadores a interagir com o ecrã este apresenta, de forma cíclica, um conjunto de páginas Web relacionadas com a sua localização (e.g. páginas relacionadas com projectos, páginas de notícias).

2.1.1.4 Plasma Poster

Plasma Poster [23] foi desenvolvido para facilitar a partilha informal de conteúdo dentro de equipas, grupos, organizações e comunidades de utilizadores. Plasma Posters são ecrãs interactivos orientados verticalmente que permitem interacção através do toque e que foram desenvolvidos em especial para espaços públicos, de forma a facilitar a partilha de informação multimédia. Grande parte do conteúdo apresentado no ecrã é gerado pelos utilizadores mas também possibilita a apresentação de conteúdo obtido a partir da intranet (e.g. anúncios de novos relatórios técnicos, calendários de reuniões). No primeiro caso, existem duas formas de colocação de conteúdo: através de uma interface Web e usando o e-mail. O conteúdo que se pode colocar inclui imagens, vídeos, texto e URL. A apresentação do conteúdo foi projectada de forma a permitir vários tipos de compromisso. Por exemplo: informações periféricas são apresentadas de forma a serem apelativas mesmo a distâncias de visualização maiores; o conteúdo é apresentado durante um tempo que permite aos utilizadores retirar o essencial de cada conteúdo e este muda regularmente entre cíclico e automático. As interacções sobre o ecrã permitem parar, pesquisar, imprimir e navegar no conteúdo. De forma a encorajar a partilha de informação, promovendo oportunidades de diálogo, a interface realça a dimensão social da informação. O nome dos utilizadores e as suas fotografias são apresentados ao longo da informação. São também suportadas mensagens instantâneas e o reenvio de conteúdo.

2.1.2 Comunidade e Sentido de Comunidade

Esta subsecção analisa um conjunto de trabalho que aborda os ecrãs públicos como promotores de sentido de comunidade e ligações sociais.

2.1.2.1 Proactive displays

O projecto *Proactive displays* [4, 24-28] aborda a utilização de ecrãs públicos associados a sensores que detectam pessoas na sua proximidade e assim apresentam informação relacionada com essas pessoas. O objectivo é permitir que os utilizadores do espaço partilhem informação sobre os seus interesses, criando oportunidades de interacção e de diálogo, trazendo, assim, para as comunidades físicas os benefícios das comunidades virtuais. Os utilizadores podem criar perfis que ficam associados ao seu identificador RFID. O leitor RFID está ligado a um servidor que contém informação do perfil de cada utilizador, mas também outras fontes de informação que podem ser utilizadas para apresentar no ecrã, entre as quais: fotografias, nome, filiação, página pessoal, lista de interesses, etc.

2.1.2.2 GroupCast

O objectivo do *GroupCast* [29] é explorar a criação de oportunidades de interacção informal em espaços abertos no ambiente de trabalho através da apresentação de vários tipos de conteúdo. Através de um sistema de cartões de infra-vermelho o ecrã está ciente de quem se encontra na sua proximidade. Esta informação é usada para seleccionar conteúdo que ajude a promover oportunidades de conversação a essas pessoas. O ecrã é abordado num sentido mais periférico ou de segundo plano. O conteúdo a apresentar é seleccionado de forma cíclica, de acordo com o perfil dos utilizadores detectados nas proximidades do ecrã e inclui: anúncios, páginas Web, horóscopo, lembretes, vídeos de webcams e ainda um conjunto de conteúdo predefinido e desenvolvido pelos utilizadores. Os utilizadores podem realizar algumas operações de navegação e de controlo sobre a apresentação do conteúdo. O *OutCast* [29] é uma variante ao tema dos ecrãs periféricos e é dirigido em especial a pessoas que trabalham no mesmo ambiente de trabalho. A informação apresentada é definida pelo responsável. O conteúdo apresentado inclui: biografia, calendário, informação local, demonstrações, projectos, favoritos e mensagens de texto. O *OutCast* pode operar em dois modos distintos. O modo passivo, no qual o conteúdo é apresentado ciclicamente de forma semelhante ao que acontece no *UniCast* [29]. O modo activo no qual os utilizadores podem interagir com o ecrã

e navegar através dos vários módulos de conteúdo e deixar mensagens para o responsável do ecrã.

2.1.2.3 Community Wall

O Community Wall (CWall) [30] é um ecrã de grandes dimensões sensível ao toque. O seu objectivo é o suporte à disseminação de informação entre comunidades de utilizadores e criar um ambiente que promova encontros sociais, usando como base informação relativa a opiniões dos utilizadores, notícias ou documentos. O CWall promove a actividade social de forma semelhante aos quadros para afixar avisos que mostram notícias relacionadas com as actividades dessa comunidade (desde notícias mais formais até algumas notas manuscritas). O CWall é composto por um ecrã de grande dimensão que está situado de modo a que grande parte das pessoas o possa ver no decorrer das suas actividades do dia-a-dia. Qualquer utilizador pode colocar informação no CWall. O conteúdo pode ser submetido via e-mail, forms, PDA, etc. O CWall suporta 10-15 itens simultaneamente. De forma a permitir uma melhor visualização, o ecrã não permite a sobreposição de conteúdo. O conteúdo pode ser texto ou páginas Web e pode ser classificado num de vários tipos (e.g. artigo, reunião, anúncio de conferência, etc.), sendo que, a cada tipo de conteúdo podem ser associadas regras que lhe atribuem uma prioridade de escalonamento. Por exemplo, a prioridade de um artigo científico está relacionada com a sua avaliação e ao número de comentários que recebeu, enquanto que a prioridade de um anúncio de uma reunião aumenta à medida que a data da reunião vai ficando mais próxima. Em intervalos de tempo regulares, o sistema reapplica todas as regras e selecciona para apresentação o conteúdo com o valor de prioridade mais elevado. As prioridades podem ser atribuídas a tipos de conteúdo e considerando diferentes períodos do dia. O conjunto de regras inclui funções para adicionar quantidades aleatórias de “ruído” e regras para diminuir a prioridade do conteúdo, quando um conteúdo já foi apresentado bastantes vezes, para evitar que o tempo de apresentação seja monopolizado por um conjunto reduzido de itens.

2.1.2.4 Joe Blogg

Joe Blogg [31] é um ecrã público situado que foi desenvolvido para promover a interacção com os utilizadores nos seus momentos de pausa. O conteúdo é apresentado em duas áreas. Quando são recebidas imagens (enviadas por MMS), estas são colocadas na área esquerda do ecrã. Se esse espaço estiver ocupado, então a figura anterior será movida para a área mais à direita do ecrã. Com este fluxo de imagens no ecrã pretende-se ilustrar o ritmo de

envolvimento dos utilizadores. Fragmentos das imagens são seleccionados a cada 30 segundos e são posteriormente apresentados em áreas rectangulares de menor dimensão. Esta renovação constante do conteúdo do ecrã assegura que, mesmo quando não existam novas mensagens durante um período de tempo, a interface continua a dar sensação de movimento que denota e promove a interacção com o ecrã. A comunicação com o ecrã pode ser realizada por SMS ou MMS. As figuras têm prioridade mais elevada para apresentação quando comparadas com as mensagens de texto. É assumido que a proliferação de dispositivos móveis com câmara sugerem uma atitude mais espontânea do tipo fotografar e enviar, reforçando a natureza situada do ecrã.

2.1.3 Ecrãs de Informação

Os ecrãs de sinalização digital são instalados em ambientes públicos de modo a que as pessoas possam visioná-los quando passam. Estes ecrãs têm a capacidade de apresentar anúncios de forma dinâmica e, em alguns casos, são interactivos e sensíveis ao contexto.

Nos anos mais recentes surgiram inúmeros desenvolvimentos de aplicações que utilizam ecrãs públicos para utilizações mais comerciais de informação e sinalização digital, como é o caso de hotéis, empresas, aeroportos, centros comerciais, etc. (e.g. Sony's Ziris system¹, UbiSign²). Tipicamente estes ecrãs apresentam, de forma cíclica ou aleatória, conteúdo institucional, por vezes intercalado com conteúdo externo à instituição, como por exemplo notícias. Nesta secção é dado especial enfoque à análise de trabalhos que, de alguma forma, adaptam a selecção e apresentação de conteúdo às interacções dos utilizadores ou a algum tipo de informação sobre o contexto onde o conteúdo é apresentado.

2.1.3.1 E-Campus

Storz et al. [7, 32] descrevem uma infra-estrutura desenvolvida como parte do projecto e-Campus com o objectivo de suportar escalonamento coordenado de conteúdo multimédia em redes de ecrãs públicos. Os utilizadores podem criar conteúdo (imagens, páginas Web, RSS Feeds, vídeos) e disponibilizá-los para apresentação na rede de ecrãs, usando um escalonador baseado em restrições. O utilizador pode especificar um conjunto de restrições para cada

¹ www.sony.com

² www.ubisign.com

conteúdo (e.g. temporais “não apresentar antes da hora h1”, duração, qual o conteúdo que pode ser repetido, conjunto de ecrãs onde deve ser apresentado, tipo de coordenação a utilizar e prioridade do conteúdo). Esta infra-estrutura providencia uma API que suporta escalonamento estático e escalonamento interactivo entre múltiplos ecrãs.

2.1.3.2 UniCast

UniCast [29] é um sistema que permite que os utilizadores especifiquem o conteúdo para ser apresentado num ecrã periférico localizado no seu local de trabalho. As preferências de cada utilizador são armazenadas no seu perfil UniCast, organizadas por categorias. O UniCast selecciona aleatoriamente conteúdo de cada módulo para ser apresentado no ecrã durante um período de tempo, passando depois para o módulo seguinte. Existe um sistema de prioridades que é implementado através de um esquema de vectores onde são guardadas cópias dos módulos (uma cópia por cada nível de prioridade) e depois os itens de cada módulo são seleccionados aleatoriamente para apresentação no ecrã. O conteúdo suportado inclui: notícias, meteorologia, páginas Web, anúncios, tráfego, horóscopo, vídeo de webcam internas, páginas Web de uma lista de conteúdo desenvolvido pelos utilizadores, etc. As interacções suportadas pelo ecrã permitem aos utilizadores a navegação entre conteúdos e permitem também que recebam e-mails sobre os conteúdos em apresentação.

2.1.3.3 BlueScreen

BlueScreen [33] é um ecrã público que selecciona e apresenta anúncios tendo em consideração os utilizadores detectados na sua proximidade. Utiliza a tecnologia Bluetooth dos dispositivos computacionais dos utilizadores para os identificar e utiliza o histórico de anúncios apresentados a cada dispositivo para melhorar a selecção do próximo anúncio. Os anúncios são preferencialmente apresentados aos utilizadores que ainda não os visualizaram. O objectivo principal é a selecção do melhor conteúdo, de forma a maximizar a exposição dos anúncios à audiência do ecrã. Para determinar o próximo anúncio a apresentar o sistema utiliza o mecanismo de *second-price sealed-bid auction* [34]. Cada vez que é calculada a avaliação de um anúncio para o ciclo seguinte, existem dois tipos de informação que são considerados: *i)* histórico de dispositivos que foram observados durante os ciclos de apresentação passados; *ii)* e o conjunto presente de dispositivos detectados na proximidade do ecrã.

2.1.3.4 Publicidade Direccionada com Base em Cupões

Muller [9-13] descreve um sistema que permite personalizar os anúncios apresentados num ecrã aos interesses da sua audiência. Cada anúncio é caracterizado por um conjunto de palavras-chave. É usado um classificador de Bayes para estimar a probabilidade de um utilizador estar interessado num determinado anúncio, considerando o histórico desse utilizador e as palavras-chave associadas a cada anúncio. Cada anúncio é representado por um agente e usa informação de contexto, como tempo e localização, para determinar o seu valor. Cada anúncio é apresentado com um cupão, o qual pode ser fotografado pelos utilizadores usando os seus dispositivos computacionais e posteriormente apresentados na caixa da loja onde vão adquirir o produto anunciado. O cupão fotografado contém um código que representa onde e quando o utilizador viu o anúncio. Este código é depois inserido no sistema e usado para medir a sua efectividade e para permitir a apresentação dos anúncios com melhor aceitação. O histórico de todos os anúncios nos quais cada utilizador mostrou interesse no passado é armazenado.

2.1.3.5 Proactive Community Displays

Villar [35] descreve um ambiente proactivo no qual a informação que reflecte os interesses dos utilizadores presentes é proactivamente apresentada em ecrãs públicos de grande dimensão. Um dispositivo, a que chamam pêndulo, é usado para armazenar as preferências de cada utilizador e para as disponibilizar ao sistema. O pêndulo permite ainda que, através de simples gestos, as acções dos utilizadores se sobreponham ao comportamento do ecrã. O pêndulo armazena dois tipos de informação. Um conjunto de palavras que representam os interesses do utilizador e um conjunto de URL, os quais podem ser acedidos de forma rápida e visualizados no ecrã. Quando o pêndulo é explicitamente abanado, o seu movimento é reconhecido pelo sistema e é apresentado conteúdo dos URL armazenados no dispositivo. Como fonte de conteúdo o sistema usa a Internet e o conteúdo para apresentar é seleccionado com base nas palavras-chave que representam os interesses dos utilizadores. Dependendo das mensagens recebidas, o ecrã pode simplesmente apresentar um determinado URL num ecrã ou, quando recebidas as palavras-chave do dispositivo, o sistema procura e apresenta conteúdo relacionado na Internet usando motores de busca. O conteúdo suportado pelo ecrã inclui: páginas Web, documentos PDF, imagens, slides, áudio e vídeo.

2.1.3.6 CAID

Context-aware informative display (CAID) [36] é um sistema de ecrãs públicos informativos e sensíveis ao contexto que foi projectado para apresentar informação personalizada aos utilizadores. Quando o sistema detecta que os utilizadores não estão a prestar atenção ao ecrã apresenta imagens de arte decorativa. Quando detecta que existem utilizadores que explicitamente observam o ecrã então apresenta imagens relacionadas com o perfil desses utilizadores, usando um modelo de apresentação específico do utilizador. O sistema usa o identificador RFID para detectar e identificar os utilizadores nas suas proximidades e assim apresentar informação relacionada com o seu perfil. Além da identificação do utilizador, o sistema utiliza também informação de contexto como: hora e data, meteorologia, iluminação e nível de áudio. Para definir o seu perfil os utilizadores utilizam duas interfaces. A primeira permite realizar duas tarefas: *i)* identificar os seus interesses, incluindo lista de feeds e *ii)* identificar as aplicações para suportar os conteúdos definidos nas preferências. A segunda permite a alocação de imagens de acordo com o seu perfil e modelo de apresentação. O conteúdo disponível para apresentação é ordenado de acordo com uma função de ordenação que considera a actualidade do conteúdo e também a sua relevância de acordo com o seu perfil. As fontes de informação incluem: *i)* fontes Web, principalmente informação obtida a partir de RSS/ATOM Feeds identificados previamente pelos utilizadores e *ii)* informação pessoal como e-mail e calendário. Após a obtenção do conteúdo, pessoal ou de fontes Web, este é processado de modo a identificar a existência de imagens que servirão para apresentar esse conteúdo. O sistema considera que podem existir múltiplos perfis pessoais.

2.1.3.7 Context-Aware Content Filtering

Xu et al. [8] descrevem um sistema sensível ao contexto para integração de informação que suporta vários tipos de conteúdo e determina a sua relevância no contexto actual. O sistema permite que o conteúdo seja adaptado para apresentação em vários dispositivos com diferentes dimensões de ecrã. O formato para apresentação num determinado contexto é determinado considerando a qualidade e a granularidade do conteúdo. Para isso o sistema recorre a técnicas OLAP para análise de co-ocorrências para determinar as preferências contextuais a partir dos históricos do sistema. Como informação de contexto é usado: perfil do utilizador, hora e data, dispositivo e localização. O sistema mantém registo do histórico de utilizações anteriores que inclui, entre outros, os comandos realizados e o feedback. No

primeiro caso é assumido que quando um utilizador acede ao sistema procura informação. Se a informação procurada não é apresentada ou não é apresentada no formato correcto os utilizadores realizam algumas acções para o corrigir. Estas acções são interpretadas como acções de demonstração explícita das suas preferências. O segundo caso refere-se a situações em que o sistema detecta que a informação pretendida foi apresentada e o utilizador não realiza qualquer acção para rejeitar essa informação, sendo neste caso assumido um feedback implícito por parte do utilizador.

2.1.4 Análise

Nesta subsecção é analisado o trabalho relacionado na área de ecrãs públicos situados considerando as três perspectivas principais identificadas no início da secção: *i)* o processo de escalonamento para a selecção do conteúdo a apresentar; *ii)* os tipos de conteúdo suportado e *iii)* o tipo de interacção suportado e a forma como as interacções influenciam o escalonamento do conteúdo.

Sob a perspectiva do processo de escalonamento, o conteúdo dos ecrãs promotores de colaboração, como *Dynamo* [20], *Notification Collage* [14], *BlueBoard* [18, 22] e *Plasma Poster* [23], é principalmente apresentado na forma de reacção às interacções dos utilizadores, i.e. os utilizadores através das suas acções determinam quando é apresentado cada conteúdo. A selecção do conteúdo e a gestão da área do ecrã é tipicamente resolvida pelos utilizadores e não pelo sistema. No *Notification Collage* [14] a sequência do conteúdo é normalmente determinada pela ordem pela qual as notificações são recebidas no sistema. O sistema coloca as novas notificações em áreas do ecrã aleatórias, existindo a possibilidade de sobreposição de outro conteúdo. Os sistemas para promoção de sentido de comunidade, como *Proactive displays* [4, 24-28] e *GroupCast* [29], apresentam o conteúdo de forma cíclica, sendo o escalonamento realizado considerando os interesses dos utilizadores que se encontram nas proximidades do ecrã. Os sistemas para informação e sinalização digital como o *UniCast*, *OutCast* [29] e o *Plasma Poster* [23] tipicamente seleccionam o conteúdo de forma cíclica. No caso do *e-Campus* [7], o escalonamento é baseado num conjunto de restrições que são definidas pelos utilizadores para cada conteúdo. Apesar de alguns sistemas suportarem escalonamento adaptativo (e.g. *Notification Collage* e o *GroupCast* [29]), os seus algoritmos de escalonamento são personalizados pelos perfis dos utilizadores (e.g. *GroupCast*, Villar [35], *OutCast*, *Proactive displays*), aleatório no caso do *Dynamo* e imediato explicitamente controlado pelos

utilizadores, no caso do *Notification Collage*. Apenas os sistemas *BlueScreen* [33] e *Muller* [9-13] suportam o escalonamento adaptativo não assistido. O *BlueScreen* baseia as suas decisões de escalonamento no histórico de observações de dispositivos e de escalonamento e no conjunto de dispositivos detectados. *Muller* recorre a um classificador de *Bayes* para estimar a probabilidade de um determinado utilizador estar interessado num certo anúncio. Utiliza palavras-chave dos anúncios, histórico de utilizadores, hora e data, localização e informação de feedback, obtida através da utilização de um recibo (cupão) para determinar qual o melhor anúncio a apresentar. O *CAID* [36] recorre a identificadores RFID para detectar e identificar os utilizadores na vizinhança do ecrã. Após a identificação dos utilizadores, a informação sobre as suas preferências é utilizada para determinar o melhor conteúdo a apresentar. O sistema proposto por *Xu et al.* [8] utiliza informação de contexto para determinar a relevância de cada conteúdo.

O sistema apresentado neste trabalho deve ter a capacidade de realizar decisões de escalonamento dinâmico baseadas no contexto passado e recente, no conteúdo disponível e também no ambiente desejado para o espaço. O ecrã deve estar capacitado para realizar o escalonamento de forma não assistida, reorganizando continuamente a lista de conteúdo a apresentar, aumentando assim a utilidade global do sistema. É assumido que não existe conhecimento prévio dos interesses dos utilizadores do espaço e que os utilizadores não necessitam de transportar nenhum dispositivo específico, além dos que utilizam no seu dia-a-dia, como telemóvel ou PDA.

Da perspectiva do conteúdo suportado pelos sistemas existem dois importantes factos que devem ser realçados. Primeiro, uma parte significativa dos sistemas analisados suporta apenas um conjunto limitado de conteúdos (e.g. anúncios no caso de *Muller* e *BlueScreen*). Segundo, a maior parte dos sistemas utiliza conteúdo que é previamente definido pelos utilizadores (e.g. *Plasma Poster*, *OutCast*, *Proactive displays*, *BlueBoard* [18, 22]) ou de fontes predefinidas (e.g. *Muller*, *UniCast*). Como ecrã genérico para apresentação de conteúdo situado, a abordagem aqui descrita deve suportar conteúdo proveniente de várias fontes dinâmicas. Este facto traz mais complexidade à abordagem principalmente porque tem de lidar com conteúdo de diferente natureza e o conceito de relevância pode ser distinto entre eles, o que implica desenvolver modelos específicos de relevância.

Sob a perspectiva do modelo de interação, com excepção do *BlueScreen*, *e-Campus* e *Muller*, todos os restantes sistemas permitem que os utilizadores interajam de forma

explícita com o sistema (e.g. navegar entre conteúdos, obter mais detalhe de informação, etc.).

As tabelas 1, 2 e 3 resumem as características do trabalho analisado segundo as quatro perspectivas previamente definidas.

Tabela 1: Ecrãs públicos para partilha de informação e colaboração. Análise comparativa: modelo de escalonamento, conteúdo e interacção.

| | Modelo de escalonamento | Conteúdo | Interacção |
|------------------------------|---|--|---|
| Notification Collage | Determinado pelas interacções dos utilizadores | E-mail, SMS, www, ... (Vídeo, imagens, slides, notas de texto, páginas Web, ...) | Explícito (Menu) |
| Dynamo | Aleatório ou determinado pelas interacções dos utilizadores | USB, teclado, www, ... (Imagens, pdf, vídeo, HTML, documentos Office, ...) | Explícito (USB, teclado, www, ...) |
| BlueBoard | Cíclico ou determinado pelas interacções dos utilizadores | Predefinido (páginas Web, ...) | Explícito (sensível ao toque) Implícito (cartão) |
| Plasma Poster Network | Cíclico ou determinado pelas interacções dos utilizadores | E-mail, www, ... (Notas de texto, calendário, imagens, vídeos, mensagens electrónicas, ...) | Explícito (sensível ao toque) |

Tabela 2: Ecrãs públicos para aumentar o sentido de comunidade. Análise comparativa: modelo de escalonamento, conteúdo e interacção.

| | Modelo de escalonamento | Conteúdo | Interacção |
|---------------------------|---|---|--|
| Proactive displays | Cíclico ou determinado pelas interacções dos utilizadores | Predefinido associado ao perfil do utilizador (fotografias, nome, afiliação, página pessoal, interesses, etc.) | Implícito (cartão RFID) |
| GroupCast | Cíclico ou determinado pelas interacções dos utilizadores | Predefinido, associado ao perfil (notícias, anúncios, imagens, lembretes, ...) | Explícito (Botões de navegação) Implícito (IV)) |
| OutCast | Aleatório ou determinado pelas interacções dos utilizadores | Predefinido, associado ao perfil (notícias, anúncios, imagens, lembretes, ...) | Explícito (sensível ao toque, teclado) |
| Community Wall | Regras e prioridades | E-mail, MMS, ... (Texto, páginas Web,...) | Explícito (sensível ao toque) |
| Joe Blogg | Cíclico e prioridades | MMS, SMS (Texto, imagens, ...) | Explícito (MMS/SMS) |

Tabela 3: Ecrãs públicos informativos e sinalização digital. Análise comparativa: modelo de escalonamento, conteúdo e interação.

| | Modelo de escalonamento | Conteúdo | Interação |
|--|---|---|--|
| e-Campus | Restrições (Regras e prioridades) | Predefinido (Imagens, páginas Web, RSS Feeds, vídeos, ...) | Explícito (superfície interactiva) |
| UniCast | Aleatório com prioridades | Predefinido (Texto, HTML, biografia, projectos, ...) | Explícito (sensível ao toque, teclado, rato) |
| BlueScreen | Baseado no histórico de exposições de dispositivos e no conjunto de dispositivos actualmente detectados | Predefinido (Anúncios) | Implícito (dispositivo com Bluetooth) |
| Muller | Baseado no histórico dos utilizadores, palavras-chave dos anúncios e feedback obtido | Predefinido (Anúncios) | Explícito (tirar fotografias e feedback) |
| Proactive Community Displays | Baseado no perfil de utilizador descrito num dispositivo (palavras-chave e URL) | Obtido a partir de um motor de busca (Páginas Web, PDF, slides, vídeo, ...) | Explícito (gestos com o pêndulo) Implícito (transporte do pêndulo) |
| CAID | Baseado no perfil pré-definido de utilizador e informação de contexto, como: identificação do utilizador, tempo, meteorologia, iluminação, nível de áudio | Páginas Web: notícias, informação dos mercados, e informação do utilizador: e-mails, agenda, etc. | Implícito (RFID) |
| Context-Aware Content Filtering | Técnicas OLAP para análise de ocorrências (perfil de utilizador, hora/data, dispositivos e localização) | Páginas Web (e.g. notícias, informação dos mercados, agenda pessoal, etc.) | Implícito e explícito (acções de navegação nos conteúdos) |

Adicionalmente à análise comparativa segundo os quatro critérios principais previamente definidos, a tabela 4 apresenta uma comparação do trabalho relacionado considerando três novos critérios (adaptados de [37, 38]):

- Cenário de utilização: representa a natureza do ecrã na perspectiva do espaço a que se destina: pessoal, semi-público ou público.
- Contexto temporal: se o ecrã é sensível às acções do passado, nomeadamente histórico de conteúdo apresentado e interações dos utilizadores e se esta informação é utilizada para influenciar os próximos escalonamentos.
- Nível de intrusividade: em que medida as acções realizadas pelos utilizadores para influenciar o comportamento do ecrã são intrusivas nas acções do seu dia-a-dia. A intrusividade é analisada a quatro níveis: configuração e definição de interesses;

definição e especificação de conteúdo; interacção com o sistema e feedback relativo ao conteúdo apresentado.

Tabela 4: Escalonamento em ecrãs públicos. Análise comparativa: contexto temporal, nível de intrusividade e cenário de utilização.

| | Contexto temporal | Nível de intrusividade³ | Cenário de utilização |
|--|--------------------------|--|------------------------------|
| Notification Collage | Não | Algo intrusivo (interacção e conteúdo) | Público |
| Dynamo | Não | Algo intrusivo (interacção e conteúdo) | Público |
| BlueBoard | Não | Pouco intrusivo | Pessoal Semi-Público |
| Plasma Poster Network | Não | Pouco intrusivo | Público |
| Proactive displays | Não | Pouco intrusivo | Público |
| GroupCast | Não | Algo intrusivo (interacção) | Público Semi-Público |
| OutCast | Não | Algo intrusivo (interacção) | Público Semi-Público |
| UniCast | Não | Algo intrusivo (interacção) | Pessoal Semi-Público |
| Community Wall | Não | Pouco intrusivo | Público |
| Joe Blogg | Não | Pouco intrusivo | Público |
| E-Campus | Algum | Pouco intrusivo | Público |
| BlueScreen | Bom | Não intrusivo | Público |
| Muller | Bom | Algo intrusivo (feedback) | Público |
| Proactive Community Displays | Bom | Algo intrusivo (interacção) | Público |
| CAID | Não | Algo intrusivo (especificação de interesses) | Pessoal Semi-Público |
| Context-Aware Content Filtering | Bom | Pouco intrusivo | Pessoal Semi-Público |

A análise destes trabalhos permitiu extrair o seguinte conjunto de observações:

- Uma parte significativa do trabalho analisado lida com conteúdo pré-definido ou com tipos específicos de conteúdo.

³ Dentro de parênteses a área de acção considerada mais intrusiva.

- Uma parte do trabalho em ecrãs públicos permite que os utilizadores se apropriem do ecrã e interajam de forma a controlar a apresentação do conteúdo (e.g. navegar entre conteúdo, ver mais detalhes, etc).
- Relativamente aos trabalhos que utilizam informação de contexto, alguns usam regras que definem como o sistema deve reagir a mudanças no contexto, outros usam o histórico de contexto e técnicas de aprendizagem computacional para aprender com o passado. No entanto, apesar de bastante usado e do sucesso obtido, estas abordagens estão normalmente confinadas a ambientes onde a diversidade de tarefas e de utilizadores é menor. Em ambientes públicos o elevado número de utilizadores e a diversidade de interesses e expectativas é bastante elevada, tornando difícil encontrar padrões e regras com um suporte suficientemente forte para que possam ser usadas como conhecimento de domínio.
- Relativamente ao processo de escalonamento em ecrãs públicos, o conteúdo é em algum trabalho analisado, seleccionado sequencialmente, aleatoriamente ou de forma interactiva, i.e. directamente determinada pelas interacções dos utilizadores.

2.2 Sistemas de Recomendação

Os sistemas de recomendação são utilizados para recomendação de produtos e/ou serviços aos utilizadores. Os primeiros artigos em filtragem colaborativa [39] surgiram nos meados dos anos 90 e desde então muito trabalho tem sido realizado, quer seja na indústria quer seja na academia, no sentido de desenvolver novas abordagens aos sistemas de recomendação. São exemplo disso várias aplicações bem conhecidas como a recomendação de filmes (e.g. Hollywood Vídeo⁴, movielens⁵), livros (e.g. Amazon⁶, LibraryThing⁷) ou música (e.g. Last.fm⁸).

⁴ <http://www.hollywoodvideo.com>

⁵ <http://movielens.umn.edu>

⁶ <http://www.amazon.com>

⁷ <http://www.librarything.com/>

⁸ <http://www.Lastfm.com>

2.2.1 Trabalho Relacionado

Nesta subsecção são analisados sistemas de recomendação vocacionados para a recomendação de conteúdo frequentemente actualizado (e.g. feeds) e conteúdo multimédia como vídeo, imagens e outros. Cada trabalho é analisado na perspectiva de quatro critérios principais: cenário de utilização; tipo de conteúdo recomendado; informação necessária dos utilizadores e o algoritmo de recomendação.

2.2.1.1 Feeds That Matter

Java et al. [40] desenvolveram o Feeds That Matter (FTM) para ajudar os utilizadores a navegar e a subscrever feeds de uma lista com diferentes tópicos. Usando dados de subscrições de um conjunto de utilizadores do Bloglines estudaram os directórios de nomes que foram abordados como uma aproximação a cada tópico. Esta informação foi usada para induzir um conjunto de tópicos que representam categorias de feeds que são de interesse para os utilizadores. A partir de uma agregação das directorias entre utilizadores construíram uma tag cloud onde surge cada tópico e a respectiva popularidade. Para um determinado tópico o processo é iniciado com um pequeno conjunto de blogs, a partir dos quais é induzido um novo conjunto de blogs influenciado pelo conjunto inicial. O objectivo é obter outros blogs relacionados que sejam representativos desse tópico. Iterando através de um limiar de influência num modelo propagação no conjunto de blogs são encontrados outros blogs similares aos blogs semente originais.

2.2.1.2 FeedRetrieval Using Query Expansion

Arguello et al. [41] exploram diferentes modelos de representação de documentos e dois modelos de expansão de queries para recomendação de conteúdo aos utilizadores com base em queries. Eles comparam modelos de selecção de informação segundo duas perspectivas diferentes: o blog ou as suas entradas como unidade de análise. Para a expansão da query do utilizador recorrem ao Wikipedia. No modelo de documento inteiro como unidade atómica, todas as entradas são concatenadas num único documento. Esta abordagem é semelhante à representação global usada em [42] e é também uma versão simplificada da versão de documento usada em [43]. O modelo de documento que usa cada entrada como unidade atómica é semelhante à abordagem utilizada em ReDDE [44] para ordenação de recursos, na qual recursos externos são ordenados de acordo com o número de documentos relevantes que este contém. Nesta abordagem a avaliação da relevância de um feed é

composta por dois factores: a semelhança em relação à `query` do utilizador e a normalização das entradas do `feed`, de forma a permitir uma normalização entre `feeds` com diferente número de entradas.

2.2.1.3 PCBR

Em `Presence Based Collaborative Recommender (PBCR)` [45] é descrito um sistema de recomendação colaborativo. O sistema destina-se a fazer recomendações de conteúdo de TV (e.g. programas de TV, vídeos `on-demand`) para uma rede de ecrãs. O sistema faz as suas recomendações com base nas presenças detectadas na sua proximidade e nas avaliações dos utilizadores da mesma comunidade, usando um algoritmo colaborativo. Permite a cooperação entre utilizadores e comunidades e a partilha de preferências e de recomendações. Cada utilizador pode consultar listas dos programas mais e menos populares e também quem está a visualizar um desses programas. Existe, no entanto, a possibilidade de um utilizador desabilitar a opção de visualização das suas preferências e histórico de visualização. Esta tarefa é realizada através da configuração de filtros e pode ser personalizada de acordo com o tipo de conteúdo ou com o tipo de ambiente (e.g. hora/data, localização, dispositivo de visualização).

2.2.1.4 Adaptive News Access

`Billsus e Pazzani` [46] descrevem um sistema que permite o acesso adaptativo a notícias baseado em técnicas de aprendizagem computacional. Eles descrevem a interface e o projecto de dois agentes. O primeiro agente permite o acesso a notícias personalizadas através de uma interface Web. O segundo agente foi projectado para o fornecimento de notícias personalizadas através de redes sem fio para dispositivos como PDA, telemóveis, etc. Baseado em feedback explícito e implícito, os agentes recorrem a algoritmos de aprendizagem computacional para induzir os modelos dos utilizadores. A modelação das preferências dos utilizadores segue uma abordagem híbrida que consiste na manutenção separada de modelos de interesses de curto prazo e de longo prazo. O sistema permite a selecção entre 9 categorias (histórias interessantes, política, internacional, negócios, tecnologia, ciência, saúde, entretenimento e desporto). Logo que um utilizador solicite um conteúdo, este é transmitido do servidor para o cliente e apresentado na parte central do ecrã. Após a leitura do conteúdo os utilizadores podem avaliar a utilidade do conteúdo através da sua avaliação como interessante ou não interessante, solicitar mais informação sobre o conteúdo ou informar o sistema de que o utilizador já teve conhecimento desse conteúdo.

2.2.1.5 NewsMe

NewsMe [47] é um sistema para acesso a notícias personalizadas através da Internet. NewsMe retorna conteúdo de um conjunto de 82 feeds de 21 fontes. Periodicamente o sistema faz a actualização do conteúdo das várias fontes. Os feeds estão organizados em 8 categorias diferentes e o sistema permite que os utilizadores avaliem os conteúdos de acordo com a sua categoria. O sistema mantém modelos dos utilizadores separados para cada categoria, para evitar a manipulação dos interesses em diferentes áreas. O sistema faz a extracção dos tokens (palavras e fragmentos de palavras) de cada conteúdo. Cada conteúdo é convertido para vectores termo-frequência e é utilizada a similaridade de cosseno para determinar a similaridade entre dois vectores. São usados dois valores de limiar para classificar cada novo conteúdo. Um representa o número mínimo usado para identificar que um novo conteúdo é muito diferente do conteúdo no qual o utilizador costuma estar interessado. Outro representa o número máximo usado para determinar quando um novo conteúdo é muito semelhante a conteúdo que o utilizador já identificou como sendo interessante, o que significa que esse conteúdo será provavelmente sobre um tópico já do conhecimento do utilizador. Após consultar cada conteúdo, o utilizador pode optar por adicionar esse conteúdo a uma de duas listas: lista interessante ou lista negra. O algoritmo `nearest neighbor` é utilizado para armazenar todos os exemplos em memória. Este algoritmo compara cada novo conteúdo com todos os exemplos armazenados, fornecendo uma medida de similaridade e determinando o `nearest neighbor`.

2.2.1.6 Google News Personalization

Das et al. [48] descrevem uma abordagem de filtragem colaborativa para geração de recomendações personalizadas para utilizadores do Google News. O sistema gera as recomendações usando três abordagens: filtragem colaborativa através de técnicas de `clustering` `MinHash`, `Probabilistic Latent Semantic Indexing (PLSI)` e contagem de `co-visitantes`. Depois o sistema combina as recomendações dos diferentes algoritmos usando um modelo linear. As recomendações são baseadas no histórico de cliques dos utilizadores. Cada clique num documento é tratado como um voto positivo nesse documento. A abordagem é uma abordagem mista `memory-based` e `model-based`. Como parte da abordagem `model-based` são usadas duas técnicas de `clustering`, `PLSI` e `MinHash`, e como parte da abordagem `memory-based` é usada a contagem de `co-visitantes`. `MinHash` é um método de `clustering` probabilístico que permite a associação

de utilizadores a um determinado cluster, considerando a probabilidade de sobreposição entre os documentos que foram votados pelos utilizadores. Cada utilizador é representado pelo seu histórico de cliques e a similaridade entre dois utilizadores é definida considerando a medida de sobreposição entre o conteúdo visitado. PLSI faz a modelação dos utilizadores e conteúdo, considerando valores do espaço de todos os utilizadores e conteúdo possíveis. A relação entre utilizadores e conteúdo é modelada a partir da distribuição conjunta de ambos. O algoritmo de co-visitação é utilizado para inferir relações como “utilizadores que visualizaram este conteúdo também visitaram o conteúdo seguinte”.

2.2.1.7 Intelligent Learning Guide

O *intelligent learning guide* [49] é um sistema de recomendação para comércio electrónico que faz as suas recomendações considerando informação emocional dos utilizadores. As suas decisões são suportadas, não apenas na combinação das preferências dos utilizadores e do feedback, obtido a partir dos cliques e da avaliação dos utilizadores sobre a qualidade das recomendações, mas também na sensibilidade dos utilizadores a alguns atributos específicos. O sistema analisa dez atributos emocionais: entusiástico, motivado, empático, esperançado, animado, estimulado, impaciente, assustado, envergonhado, apático. Estes atributos emocionais são obtidos através de comunicações *newsletters*. Enquanto os utilizadores respondem a questões do seu dia-a-dia (opiniões, imagens, gostos, etc.) o impacto dos atributos emocionais nessas questões é recolhido. Esta informação vai permitir ao sistema de recomendação conhecer as características dos utilizadores, mas também algumas questões subjectivas que podem ser utilizadas pelos sistemas de comércio electrónico para persuadir os utilizadores através das suas sensibilidades.

2.2.1.8 More Like This

More Like This [50] é uma abordagem à expansão de classes, baseada em conjuntos de textos, que usa um conjunto reduzido de elementos semente definido pelo utilizador para obtenção de entidades similares, permitindo assim a extensão do conjunto. Partindo de um determinado conjunto de entidades semente são usadas estatísticas de co-ocorrência, obtidas de uma colecção de textos, para definir uma função que é usada para ordenar novas entidades que são candidatas à inclusão no conjunto. O conjunto de sementes pode incluir palavras simples ou combinadas. É assumido que se dois elementos co-ocorrerem de forma consistente em várias listas, então devem pertencer a uma classe semântica similar. Baseado nesta assumption é proposta uma aproximação que tenta identificar pares de elementos que

pertencem a listas de textos. Assume-se que as listas são compostas por sequências de pares de elementos coordenados, os quais estão relacionados por elementos de coordenação ou por vírgula. Quando são encontradas instâncias que respeitam estas regras no `corpus`, conclui-se que esse par co-ocorre em coordenação. Extraindo essa informação de co-ocorrência de todas as entidades do `corpus` são representadas as entidades e os conjuntos entidade de acordo com a sua frequência de co-ocorrência.

2.2.1.9 User-Centered Push

User-centered Push (UCP) [51] é um sistema que permite a distribuição de informação oportuna e relevante aos utilizadores. O sistema faz a monitorização das actividades dos utilizadores para determinar quando é que os seus interesses se alteram. Para criar um perfil do utilizador o UCP utiliza os recursos de informação disponíveis no computador do utilizador, como: histórico de navegação, aplicações usadas, e-mail, teclado e rato. Este perfil de utilizador é usado para pesquisa de informação relevante em fontes locais, base de dados e `www`. O UCP contém vários agentes que monitorizam a actividade do utilizador, identificam os seus interesses, procuram informação relevante e entregam essa informação aos utilizadores. Quando um agente descobre informação relevante origina um `facto`. Estes `factos` podem originar novos `factos`. Determinados `factos` lançam agentes que entregam essa informação ao utilizador. Cada `facto`, além de informação sobre as actividades e interesses dos utilizadores, também contém informação sobre o agente que o originou, sobre a data em que foi criado e o período de tempo em que é considerado válido. Sendo um dos objectivos do UCP entregar aos utilizadores informação relevante e temporalmente oportuna, o período de validade de cada `facto` é central. Por exemplo, quando o utilizador clica numa hiperligação e visualiza uma nova página Web no browser, a informação que o UCP recolhe sobre essa página pode apenas ter interesse enquanto o utilizador a está a visualizar ou talvez durante mais um ou dois minutos. Os agentes que procuram a informação relevante são desencadeados pelos interesses dos utilizadores e pelos novos `factos`. Em muitos casos a procura de informação é realizada através de pesquisas num motor de busca ou numa base de dados. Por exemplo, um agente que responde a um `facto` sobre uma determinada empresa pode consultar o valor das suas acções.

2.2.1.10 Flickr e Youtube

Muitas aplicações da Web de hospedagem e partilha de conteúdo multimédia têm as suas próprias definições de relevância, as quais são usadas para apresentar aos utilizadores os resultados mais relevantes. Flickr [52] usa o conceito de `interestingness` que tem em

consideração vários parâmetros, como: visualizações, comentários, palavras-chave, marcações como favorito e muitos outros parâmetros. O Youtube permite a pesquisa de vídeos usando palavras-chave e permite organizar os resultados por: mais visualizados, favoritos, ou os que obtiveram melhores votações por parte dos utilizadores.

2.2.1.11 BlogSearch

O BlogSearch [53] permite determinar a ordenação de um grupo de blogs em resposta a uma pesquisa com palavras-chave. A ordenação é baseada na relevância do grupo de blogs para as palavras utilizadas na pesquisa e na qualidade dos blogs. Para determinar a relevância de cada blog são utilizados vários indicadores, nomeadamente: popularidade, presença em listas de outros blogs, palavras-chave associadas, referências em outros documentos e o pagerank da página do blog.

2.2.1.12 Proactive Intelligent Behavior

Byun e Cheverst [54] exploraram o potencial do histórico de contexto associado a informação dos utilizadores e técnicas de aprendizagem computacional para avaliação de risco em ambientes de trabalho. O objectivo do trabalho era examinar duas questões: 1) Padrões de comportamento dos trabalhadores podem ser obtidos a partir do histórico de contexto? 2) Podem esses padrões ser usados para tomada de decisão? Para avaliar as potencialidades do contexto no suporte a adaptações proactivas num ambiente de trabalho implementaram um sistema que: *i)* utiliza o histórico de contexto de forma a aprender os padrões de comportamento dos trabalhadores e *ii)* suporta adaptações proactivas (abrir/fechar janelas, ligar/desligar ventilação, etc.) baseadas nos padrões de comportamento (na forma de regras) e no estado actual do ambiente (obtido através de sensores). A informação de contexto considerada inclui: temperatura, humidade, nível de ruído, nível de iluminação, tarefas dos trabalhadores (e.g. se está a teclar ou não), estado das janelas, estado da ventilação e dos estores. O sistema faz a aquisição do contexto e armazena-o no histórico. Posteriormente o histórico de contexto é utilizado para induzir um conjunto de regras sobre as preferências dos utilizadores. Com base nestas regras o sistema faz recomendações aos trabalhadores quando são detectadas alterações no ambiente físico (e.g. se a temperatura sobe acima de um determinado limiar a sugestão pode ser “abrir a janela”). As sugestões do sistema podem ser aceites, ou não, pelos trabalhadores.

2.2.1.13 Contextual Recommender System for Ads

Madani e DeCoste descrevem um sistema de recomendação contextual [55] para apresentar anúncios em sítios Web que tem por objectivo maximizar o número de cliques por parte dos utilizadores. As recomendações são baseadas em: *i)* atributos de contexto, como informação sobre o utilizador e sobre o sítio Web e *ii)* informação sobre os anúncios como os tópicos e o valor de leilão. Utilizam uma matriz onde as linhas são os utilizadores e as colunas os tópicos dos anúncios. Quando um utilizador visita um sítio Web é também apresentado um anúncio e o feedback (existência ou não de clique) do utilizador é armazenado. Após um número elevado de utilizadores e feedback sobre cada tópico, é possível que alguns utilizadores se comportem de forma semelhante, podendo ser agrupados em *clusters*. Estes *clusters* são também utilizados para definir *clusters* em relação aos tópicos de conteúdo. Assim as taxas de cliques de uns utilizadores são usadas para inferir taxas de cliques de utilizadores com preferências similares. A similaridade entre utilizadores é definida em termos de taxa de cliques e/ou inferida parcialmente baseada em outros atributos do utilizador, como as suas características demográficas e o seu comportamento passado e recente. No mesmo sentido, a similaridade entre conteúdo (colunas da matriz) é obtida através dos atributos de cada conteúdo (e.g. similaridade dos tópicos) e também do número de cliques que cada tópico obteve.

2.2.1.14 FXPAL Bar

O *FXPAL Bar* [56] é um sistema de informação proactivo projectado para fornecer um acesso contextualizado a recursos. *FXPAL Bar* é uma Framework cliente-servidor. O servidor expõe um conjunto de serviços Web que suportam a gestão de conteúdo e das funções de recomendação, permitindo assim que qualquer componente de software possa interagir com o serviço. Informação sobre os clientes e sobre o conteúdo visitado é armazenada numa base de dados. Quando um utilizador navega na Internet, o *FXPAL Bar* faz a extracção de texto das páginas e envia-o para o servidor. O servidor identifica os recursos que condizem com o texto e envia informação sobre esses recursos de volta ao cliente. O *FXPAL Bar* suporta dois tipos de recomendação: 1) recomendação de contactos, que é baseada em contactos encontrados nas páginas que o cliente visita, que é conhecidos do sistema e 2) recomendações de conteúdo, que são baseadas na similaridade textual entre as páginas que o utilizador visita e os documentos na base de dados do sistema. O processo de recomendação inclui os seguintes passos: primeiro, a página que está a ser visitada pelo cliente é convertida para um

conjunto de *queries* ponderadas e as *queries* mais relevantes são usadas para construir os vectores *tf-idf*; segundo, o servidor determina o nível de similaridade entre a página que o cliente está a visualizar e cada um dos documentos do sistema, usando a similaridade do cosseno. Documentos que excedem um limiar máximo de similaridade são adicionados à lista de recomendações.

2.2.1.15 CASUP

CASUP [57] é um sistema sensível ao contexto que utiliza informação do histórico de contexto para recomendação de serviços personalizados aos utilizadores. O sistema é composto por quatro níveis. O nível de aquisição de contexto, responsável pela aquisição de contexto (hora e data, localização, temperatura e os serviços seleccionados pelos utilizadores), pela obtenção dos dados dos utilizadores (idade, profissão, sexo, passatempos) e pela obtenção de dados sobre os serviços. O nível de gestão de contexto, que é responsável por inferir contexto de alto nível a partir do contexto obtido de sensores, armazena a informação num histórico de contexto e faz a classificação dos perfis dos utilizadores e dos serviços seleccionados. Para inferir contexto de alto nível utilizam motores de regras e algoritmos de aprendizagem computacional como *Bayesian network* e *K-nearest neighborhood*. O nível de gestão de preferências obtém as preferências dos utilizadores a partir do histórico de contexto e faz a sua gestão de forma a inferir as recomendações dos próximos serviços. O nível da aplicação envia os serviços personalizados para os PDA ou telemóveis. O feedback dos utilizadores é continuamente monitorizado de forma a manter actualizadas as preferências dos utilizadores e assim fornecer serviços personalizados de acordo com os dispositivos e as preferências recentes dos utilizadores. Por exemplo, se um utilizador pretende recomendações de locais para jantar e faz o pedido utilizando o seu PDA, as recomendações serão feitas baseadas nas suas preferências nesse dispositivo.

2.2.2 Análise

As técnicas de recomendação mais usadas são: recomendações baseadas em conteúdo, recomendações colaborativas e recomendações híbridas. Nas recomendações baseadas em conteúdo, o sistema recomenda aos utilizadores os itens que melhor satisfaçam um conjunto de atributos do seu perfil. O conjunto de atributos que caracteriza cada item é usado para determinar o nível de adequação do item e são recomendados ao utilizador itens similares aqueles que ele preferiu no passado. Nos sistemas de recomendação colaborativos as

recomendações são baseadas em informação de utilizadores com preferências semelhantes. Os sistemas híbridos combinam as técnicas colaborativa e baseada no conteúdo.

A tabela 5 apresenta um resumo do trabalho analisado segundo quatro perspectivas que são centrais para a adaptabilidade dos sistemas de recomendação a cenários de ecrãs públicos:

1. Cenário de utilização: representa a natureza da população a que se destina. Também se relaciona com as questões de “quem insere a informação requerida pelo sistema” e a “quem se destinam as recomendações”. A natureza da recomendação pode ser: pessoal, semi-pública ou pública.
2. Tipo de conteúdo: o tipo de conteúdo recomendado.
3. Informação requerida: a informação que os utilizadores necessitam de inserir ou acções que têm de realizar.
4. Algoritmo de recomendação: o tipo de algoritmo usado para suporte das recomendações.

Tabela 5: Análise de sistemas de recomendação. Perspectivas: cenário de utilização; tipo de conteúdo; informação inserida pelo utilizador e o algoritmo de recomendação.

| | Cenário de utilização | Tipo de conteúdo recomendado | Informação requerida aos utilizadores | Algoritmo de recomendação |
|---|------------------------------|---|--|--|
| Feeds That Matter | Pessoal | Feeds | Informação sobre subscrições | Análise das directorias de nomes |
| Feed Retrieval Using Query Expansion | Pessoal | Feeds | Frase de pesquisa | Expansão da query de pesquisa Normalização do número de entradas e likelihood |
| PCBR | Pessoal | Audiovisual | Subscrição e critérios de filtragem pré-definidos. | Colaborativo |
| Adaptive News Access | Pessoal | Conjunto pré-definido de categorias de notícias | Feedback dos utilizadores e frase de pesquisa | Aprendizagem computacional Baseada no conteúdo |
| NewsMe | Pessoal | Conjunto de conteúdo pré-definido | Feedback dos utilizadores | Nearest Neighbor tf-idf |
| Google News Personalization | Pessoal | Notícias | Feedback dos utilizadores e da comunidade | MinHash, Probabilistic Latent Semantic Indexing, e co-visitation counts |

| | | | | |
|--|--------------|---|---|--|
| Contextual Recommender System for Ads | Pessoal | Anúncios | Feedback dos utilizadores Informação sobre navegação Web | Colaborativo com informação contextual |
| FXPAL Bar | Pessoal | Conteúdo institucional e pessoal | Informação sobre navegação Web Frase de pesquisa e menu | Colaborativo e Baseada no conteúdo |
| Intelligent Learning Guide | Pessoal | Newsletters | Preferências dos utilizadores, atributos emocionais e feedback | Aprendizagem computacional |
| More Like This | Pessoal | | Entidades iniciais | Corpus-based co-occurrence |
| Proactive Intelligent Behavior | Semi-público | Ações sobre dispositivos (janelas, ventilação, etc.) | Informação de contexto (temperatura, humidade, nível de ruído, nível de luminosidade, etc.) | Regras e aprendizagem computacional |
| CASUP | Pessoal | Serviços personalizados (e.g. restaurantes) | Informação de contexto (data, localização, temperatura, etc.), serviços do utilizador | Regras e aprendizagem computacional |
| User-Centered Push | Pessoal | Conteúdo de fontes pré-definidas (e.g. motor de busca www, mercado de acções) | Informação sobre navegação Web e aplicações usadas pelo utilizador | Regras |
| BlogSearch | Pessoal | Blogs | Query de pesquisa | Pagerank, popularidade, referências em outros documentos, etc. |

Além das desvantagens normalmente associadas a cada uma das técnicas, por exemplo: super-especialização no caso das técnicas baseadas no conteúdo e problema do novo item no caso das técnicas colaborativas, os sistemas de ecrãs públicos interactivos apresentam algumas características específicas que os tornam únicos e não adequados para aplicação das técnicas comuns de recomendação. Primeiro, novos itens podem surgir frequentemente devido à natureza dinâmica das fontes de conteúdo. Segundo, o ambiente social envolvente do ecrã é bastante heterogéneo e fluído e os interesses variam ao longo do tempo. Terceiro, a relevância de um conteúdo altera-se ao longo do tempo, não apenas devido à constante alteração de interesses dos utilizadores mas também devido à natureza dinâmica do conteúdo em si. Quarto, o feedback por parte dos utilizadores sobre a utilidade do conteúdo apresentado ou não existe ou é extremamente limitado.

Outra característica comum à generalidade destes sistemas de recomendação é que estes suportam as suas recomendações apenas na informação sobre os utilizadores e na informação sobre os itens, não tendo em consideração informação de contexto que pode ser central. Em muitas situações, a utilidade de um determinado item para um utilizador pode depender significativamente da data (e.g. hora do dia) ou do ambiente envolvente (e.g. local de negócios ou local de lazer, etc.). Nestas situações a qualidade das recomendações pode ser melhorada se o sistema tiver em consideração informação contextual quando faz a recomendação. Esta abordagem é defendida por vários autores [55, 58-60] que tentaram estender os sistemas de recomendação tradicionais, incorporando informação contextual no processo de recomendação. Todavia, e apesar de a informação de contexto ter sido utilizada com algum sucesso em vários trabalhos [46, 54], a sua utilização em espaços com ecrãs públicos como suporte principal às recomendações não é adequada. Em ambientes mais controlados, como ambientes de trabalho ou ambientes familiares, os mesmos utilizadores frequentemente realizam as mesmas tarefas e o conjunto de tarefas é relativamente estável e, assim, rotinas e padrões de comportamento são facilmente identificados. Em espaços públicos com ecrãs, o ambiente é muito dinâmico. O número de utilizadores pode ser elevado e muitos deles provavelmente são novos utilizadores do espaço. Por isso, as suas actividades, os seus interesses e as suas expectativas podem variar ao longo do tempo e tornam mais difícil a aprendizagem a partir do histórico de contexto.

Embora técnicas de recomendação tradicionais (colaborativas, baseadas em conteúdo e híbridas) tenham sido utilizadas para recomendação de conteúdo dinâmico (e.g. *Feeds*), elas não são adequadas para o cenário colocado neste trabalho. Tal deve-se ao facto de todos os sistemas de recomendação analisados pressuporem a existência de algum tipo de feedback por parte dos utilizadores, sendo esta informação central nas decisões de recomendação. No entanto, no sistema de ecrãs públicos descrito neste trabalho não existem mecanismos que permitam aos utilizadores expressar a sua opinião sobre a relevância de cada recomendação.

Uma outra questão importante diz respeito à informação requerida aos utilizadores. Uma parte significativa dos sistemas de recomendação exige dos utilizadores um envolvimento significativo, no sentido em que requer feedback explícito e em muitas das vezes parte do perfil do utilizador tem de ser inserido manualmente, o que permite que estes sistemas aprendam com base no feedback e nas interacções passadas.

2.3 Resumo do Capítulo

Este capítulo pretendeu dar uma visão do carácter multi-disciplinar deste trabalho, cobrindo trabalho que vai desde as infra-estruturas de ecrãs públicos até aos sistemas de recomendação. Cada trabalho foi analisado segundo um conjunto de perspectivas de forma a demonstrar como se relacionam com esta tese e também o porquê de não serem adequados para o escalonamento dinâmico em ecrãs públicos.

Apesar de algum do trabalho analisado apresentar, em alguns aspectos, semelhanças com a abordagem proposta nesta tese, nenhum deles aborda o problema descrito no capítulo 1, de forma tão abrangente e inclusiva do ponto de vista dos visitantes do espaço e também do dono do espaço, como influenciadores do comportamento do ecrã. E nenhum deles analisa a utilidade do conteúdo sob várias perspectivas como a relevância da fonte, a adequação ao ambiente social do espaço ou a pertinência temporal do conteúdo.

3 Adaptação Dinâmica em Ecrãs Públicos

Tendo em consideração os objectivos de investigação estabelecidos no capítulo 1 e a análise de trabalho relacionado realizada no capítulo 2, neste capítulo é feita uma análise das exigências da adaptação dinâmica em ecrãs públicos e são analisadas possíveis abordagens e as suas implicações em relação ao objectivo principal da investigação.

3.1 Recomendação Autónoma de Conteúdo em Ecrãs Públicos

De forma a clarificar o âmbito desta investigação, facilitando assim o entendimento dos seus objectivos e dos desafios que têm de ser superados para a sua persecução, nesta secção é apresentada uma caracterização do problema da recomendação autónoma de conteúdo em ecrãs públicos e são identificadas as principais características que o diferenciam em relação ao trabalho relacionado analisado no capítulo anterior.

Seis particularidades principais caracterizam o problema:

1. Limitações de interacção.
2. Ambiente partilhado e público.
3. Combinação dos interesses dos visitantes com os interesses do dono do espaço.
4. Interacções situadas.
5. Selecção de conteúdo com base num universo aberto de fontes.
6. Escalonamento com ciclos de apresentação.

Nas secções seguintes são discutidos cada um destes aspectos e são explicadas as suas particularidades.

3.1.1 Limitações de Interação

Os ecrãs públicos têm limitações de interação que se reflectem a dois níveis particularmente relevantes para o problema do escalonamento: a selecção autónoma de conteúdo e as limitações de feedback ou de correcção.

A maioria dos sistemas de recomendação são de facto de recomendação, no sentido em que sugerem os conteúdos mas não os seleccionam. A tarefa de selecção, embora seja facilitada pelas recomendações e pela informação adicional sobre os possíveis conteúdos que é fornecida, é realizada pelos utilizadores. Estes podem assim facilmente avaliar qual o conteúdo que é mais interessante e fazer a selecção mais apropriada de acordo com os seus interesses podendo mesmo ignorar as recomendações. Em sistemas de ecrãs públicos a selecção do conteúdo deve ser realizada de forma autónoma pelo ecrã pois não existe a possibilidade de os utilizadores poderem escolher o conteúdo que pretendem, aumentando assim a responsabilidade do ecrã na selecção do conteúdo mais adequado a cada situação.

Em sistemas de ecrãs públicos os utilizadores estão muito limitados nas formas como podem influenciar o comportamento do ecrã, não apenas devido às considerações técnicas resultantes da inexistência de teclado ou rato, mas também porque o ecrã é público e partilhado. Estas limitações de interação impossibilitam a existência de feedback directo sobre o conteúdo apresentado e inviabilizam a utilização das técnicas de aprendizagem que são normalmente utilizadas em sistemas de recomendação. Nos sistemas de recomendação é comum a existência de algum tipo de feedback dos utilizadores sobre o conteúdo apresentado. Por exemplo, em sistemas Web para recomendação de músicas, os sistemas, de forma autónoma, seleccionam a próxima música, mas o utilizador tem a possibilidade de dar a sua opinião e avaliar se gostou ou não da música. Nestes sistemas, esta informação, juntamente com as características do conteúdo a recomendar e com informação do perfil dos utilizadores, representa o suporte das decisões de recomendação e permite que o sistema vá aperfeiçoando as suas recomendações tendo em consideração as avaliações anteriores dos utilizadores. Em sistemas de ecrãs públicos nenhuma destas opções está disponível. O ecrã deve apresentar um comportamento autónomo, sem qualquer tipo de controlo directo por parte dos utilizadores e sem qualquer tipo de personalização ou subscrição na procura e na selecção do conteúdo mais relevante para apresentar aos seus potenciais destinatários.

Acresce ainda que as limitações de interacção impossibilitam que os utilizadores possam avaliar a adequação das decisões tomadas pelo escalonador ou mesmo que estes possam exercer qualquer tipo de correcção das decisões de escalonamento que não sejam adequadas. Este tipo de abordagem faz com que é semelhante às abordagens *Push Model* em que a complexidade e a responsabilidade das decisões sobre qual o conteúdo a apresentar e quando o apresentar é do ecrã.

3.1.2 Ambiente Partilhado e Público

Tipicamente os sistemas de recomendação suportam as suas decisões em perfis dos utilizadores ou, em vez de um perfil de utilizador, apresentam um conjunto de canais temáticos e o utilizador pode alternar entre esses canais de acordo com os seus interesses e expectativas. Ambas as abordagens requerem o envolvimento explícito dos utilizadores que, de alguma forma, têm de realizar acções específicas para configuração ou definição dos seus interesses.

Em cenários de ecrãs públicos, os utilizadores normalmente não têm associado um perfil pré-definido, principalmente porque o espaço é público e por isso é partilhado por várias pessoas que podem ter diferentes interesses e expectativas em relação ao mesmo. O ecrã, instalado num espaço público, mais do que responder individualmente a cada uma das pessoas que frequenta esse espaço, deve apresentar conteúdo que seja relevante para a sua envolvente social e para os interesses das pessoas que o frequentam, contribuindo assim para o enriquecimento do espaço, promovendo a socialização e o sentimento de comunidade.

O conceito de perfil de espaço partilhado, que represente a envolvente social do ecrã, assume uma importância central. Ao invés de muitos sistemas, em que existe o conceito de perfil de utilizador e o objectivo é responder aos interesses desse utilizador em particular, em cenários de ecrãs públicos o ecrã deve adaptar o seu comportamento a um perfil de espaço partilhado que represente os interesses dos seus múltiplos visitantes. Embora individualmente cada contribuição não seja significativa para a caracterização social desse espaço, as múltiplas contribuições dos múltiplos visitantes que o frequentam ao longo do tempo fomentam um contínuo e fluido fluxo de pequenas contribuições sociais, contribuindo para o seu enriquecimento, tornando-o cada vez mais completo e abrangente.

Devido à diversidade de pessoas, das suas motivações e dos seus interesses quando visitam um determinado espaço, a caracterização da sua envolvente social é muito dinâmica e heterogénea e vai exigir do ecrã uma adaptação contínua às suas alterações, não se podendo

inferir um perfil único e estável, pois os interesses e as preferências das pessoas que num momento estão em frente do ecrã podem variar.

É importante ter em mente que o sucesso de um ecrã público depende da satisfação das expectativas dos potenciais destinatários e, por isso, a integração dos interesses dos vários intervenientes num modelo único é uma questão central para que o ecrã possa responder, não a cada um dos interesses individualmente mas aos interesses do espaço como um todo, aproveitando as sinergias entre eles.

3.1.3 Combinação dos Interesses dos Visitantes com os Interesses do Dono do Espaço

Os destinatários principais do conteúdo apresentado pelo ecrã são os visitantes desse espaço e, por essa mesma razão, devem ter um papel activo na orientação do comportamento do ecrã. Por outro lado, o dono do espaço tem as suas próprias expectativas em relação ao comportamento do ecrã do qual é proprietário, devendo também, por isso, poder exercer algum tipo de controlo sobre o seu comportamento. Estas duas perspectivas são centrais na definição do comportamento do ecrã e devem ser correctamente geridas, de forma a manter um equilíbrio entre os interesses dos visitantes do espaço, como influenciadores principais do ecrã, e o controlo que pode ser exercido pelo dono do espaço, no sentido de condicionar o seu comportamento.

Embora não se pretenda um controlo demasiado restritivo por parte do gestor do ecrã, o que pode resultar na apresentação de conteúdo institucional e na falta de sensibilidade do sistema aos interesses e preferências dos visitantes do espaço, este deve estar habilitado a contribuir para a especificação dos interesses do espaço e, de alguma forma, enquadrar as contribuições dos seus visitantes, dando-lhe uma conotação mais enquadrada com a natureza do espaço.

3.1.4 Interações Situadas

Os interesses dos utilizadores são frequentemente descritos através de modelos complexos e, muitas das vezes, exigentes em termos de esforço de modelação (e.g. ontologias). Embora muitos destes modelos possibilitem uma boa representação de conhecimento, estes são, muitas vezes, complexos de desenvolver e de configurar. É, por isso, necessário ponderar as vantagens em termos de representação de conhecimento que se obtêm aumentando a complexidade destes modelos e a quantidade de trabalho e a complexidade necessários para o conseguir. Por outro lado, os mecanismos disponibilizados aos visitantes do espaço para

interacção com o ecrã também condicionam a forma como os seus múltiplos interesses podem ser representados num único modelo. Mecanismos simples e intuitivos facilitam as interacções e as acções dos utilizadores para as realizar, mas por outro lado impossibilitam a construção de estruturas mais complexas e com nível de detalhe mais elevado.

Sendo o envolvimento dos utilizadores um elemento fundamental para o sucesso dos sistemas de ecrãs públicos, é indispensável que os mecanismos de interacção sejam utilizados de forma intuitiva e sem causar interrupção nas actividades do dia-a-dia. Por isso, a especificação de interesses por cada visitante deve ser realizada através de conceitos simples, que possam ser interpretados pelo ecrã como forma de demonstração de interesse num determinado tópico e que permitam a sua integração num perfil de espaço partilhado, representando as sinergias entre si e a sua evolução temporal.

3.1.5 Selecção de Conteúdo com base num Universo Aberto de Fontes

Uma parte significativa do trabalho analisado, quer seja na área dos ecrãs públicos quer seja na área dos sistemas de recomendação, assume que existe uma lista predefinida de conteúdo ou uma lista predefinida de categorias de conteúdo [4, 14, 18, 20, 22-29]. Embora, por um lado, este tipo de estratégia tenha a vantagem de permitir um controlo rigoroso sobre o tipo de conteúdo que se pode apresentar, por outro lado, também impõe sérias limitações na flexibilidade do ecrã em procurar novo conteúdo que seja relevante para as solicitações dos visitantes. Estas abordagens não são compatíveis com o facto dos visitantes do espaço poderem livremente expor os seus interesses de forma a influenciar o comportamento do ecrã, pois limitam a apresentação no ecrã a uma lista de conteúdo, ignorando assim uma parte dos interesses dos visitantes do espaço. Aceitar que os visitantes do espaço tenham a possibilidade de expor os seus interesses e expectativas ao ecrã, significa aceitar uma gama alargada de tópicos de interesse que dificilmente poderá ser coberta pela utilização de conteúdo predefinido. Para ultrapassar esta limitação, esta abordagem procura e selecciona na Web fontes dinâmicas de conteúdo que sejam relevantes e adequadas aos interesses do espaço partilhado.

3.1.6 Escalonamento com Ciclos de Apresentação

O processo de escalonamento do conteúdo a apresentar assume uma importância central na optimização da aceitação e da utilidade global do ecrã. O escalonador deve apresentar um comportamento adequado de forma a satisfazer as expectativas das pessoas que frequentam

o espaço. Uma parte significativa do trabalho relacionado selecciona o conteúdo em reacção às interacções dos utilizadores [14], de forma aleatória a partir de uma lista predefinida de conteúdo [20, 29] ou ciclicamente, também a partir de uma lista predefinida de conteúdo [4, 18, 23, 31]. Outros sistemas recorrem a regras e prioridades para definirem como o ecrã deve reagir a alterações no contexto ou suportam as suas decisões de escalonamento na observação do histórico do sistema [33, 35]. Estas formas de selecção de conteúdo apresentam algumas limitações na sua capacidade para se adaptarem a mudanças de comportamento do ecrã e às constantes mudanças na sua envolvente social. Se por um lado, os algoritmos de selecção cíclica e aleatória não permitem qualquer tipo de adaptação, por outro lado, as abordagens baseadas em regras e observação do passado também são bastante limitadas na adaptação a novas situações, pois tendem a reagir sempre de forma idêntica.

Para tirar vantagem das elevadas potencialidades dos ecrãs públicos, a selecção do conteúdo deve ser feita de forma autónoma pelo ecrã sem a necessidade de definição de um escalonamento detalhado, deve adaptar-se à natureza dinâmica da sua envolvente social, deve ser flexível o suficiente para reagir às novas situações que surgem constantemente em espaços públicos e partilhados e deve ser baseada em critérios de relevância, de forma a otimizar a utilidade do sistema como um todo. Além disso, é ainda necessário considerar que devido a alterações no contexto de apresentação ou a actualizações do conteúdo, os mesmos conteúdos podem voltar a ter valores de utilidade elevados e por isso, ao contrário do que normalmente sucede nos sistemas de recomendação, podem ser escalonados mais de uma vez dentro de períodos de tempo potencialmente curtos.

3.2 Adaptação ao Contexto em Ecrãs Públicos

Independentemente da natureza do espaço e do tipo de utilização dos ecrãs, parece ser consensual a ideia de que a utilidade de um conteúdo depende do contexto onde este vai ser consumido e, por isso, que a informação de contexto deve ser tida em consideração para determinar a utilidade do conteúdo a apresentar. Esta importância, atribuída à informação de contexto, pode constatar-se na análise do trabalho relacionado, onde pode verificar-se que são várias as abordagens que recorrem a esta informação para determinar a utilidade do conteúdo. No entanto, uma análise mais detalhada mostra que a generalidade das abordagens de adaptação que recorre a informação de contexto aborda cenários de utilização em ambientes pessoais e semi-públicos, onde as tarefas são algo repetitivas e o número de utilizadores não é elevado (e.g. ambientes familiares e de trabalho [36, 54]) e normalmente

destinadas a providenciar serviços personalizados aos utilizadores (e.g. CASUP [57] e [59]). Embora informação de contexto tenha também sido usada para suporte ao escalonamento em espaços públicos, essa informação é geralmente confinada à identificação de utilizadores e dispositivos (e.g. BlueScreen [33]) e, em alguns casos, informação relativa ao contexto físico envolvente do ecrã (e.g. [36]).

Embora se reconheça a importância da contextualização do conteúdo apresentado, em espaços públicos, onde a diversidade de pessoas, actividades e interesses é mais elevada, não é claro qual a informação de contexto que deve ser considerada, como é que o contexto deve influenciar o comportamento do ecrã e como é que o contexto deve influenciar a utilidade do conteúdo a apresentar.

Nesta secção descrevem-se mais em detalhe as questões associadas à adaptação ao contexto em ecrãs públicos.

3.2.1 Desafios Associados ao Escalonamento Sensível ao Contexto

Existem duas questões incontornáveis numa abordagem de escalonamento sensível ao contexto: a modelação do ambiente ao qual o sistema se deve adaptar, nomeadamente qual a informação de contexto que deve ser considerada, e a adaptabilidade ou inteligência do sistema, i.e. como usar a informação de contexto para tornar o processo de escalonamento mais eficiente e como desenvolver um processo de escalonamento que adapte as suas decisões de acordo com o contexto de apresentação.

Tabela 6: Informação do ambiente em ecrãs públicos situados.

| Dimensão | Descrição |
|--------------------------------|---|
| Ambiente | Refere-se ao estado do ambiente onde o ecrã está integrado. Inclui tempo, pessoas na proximidade, meteorologia, características físicas do espaço, etc. As mudanças no contexto devem ser transmitidas entre os componentes do sistema e devem ser reflectidas na utilidade do conteúdo e nas regras de contexto. |
| Identificação | Corresponde à capacidade de identificar a presença de entidades únicas, e.g. a presença de uma pessoa ou um dispositivo específico, o reconhecimento de uma determinada palavra-chave ou a recepção de um SMS de um determinado dispositivo. As entidades podem, ou não, estar associadas a um perfil. |
| Utilidade do conteúdo | É uma medida dependente do conteúdo. O seu cálculo deve reflectir a natureza do conteúdo e a informação que lhe está associada. Por exemplo, a relevância de um feed RSS pode aumentar quando este é actualizado e depois disso pode diminuir até atingir um determinado limiar de tempo. |
| Acções dos utilizadores | São interacções dos utilizadores que podem ser interpretadas como demonstração de interesse num determinado tópico como solicitações de conteúdo específico. Exemplos incluem pedido de um conteúdo específico, submissão de um conteúdo para ser apresentado, etc. |

A primeira questão diz respeito à modelação do ambiente, ou seja que propriedades dinâmicas ou estáticas do ambiente devem afectar o processo de escalonamento. Este processo pode incluir elementos estáticos e elementos dinâmicos. Elementos estáticos são parte da informação de escalonamento predefinida como prioridades e tempos de apresentação. Elementos dinâmicos correspondem às características do ambiente onde o ecrã está situado e não podem ser determinados antes de o sistema estar em execução, i.e. estes elementos são dinâmicos e não são conhecidos durante a configuração do sistema. Uma análise aos vários estímulos que podem ser usados para influenciar o processo de escalonamento permite identificar as seguintes dimensões.

A segunda questão consiste na utilização da informação de contexto para tornar o processo de escalonamento mais eficiente, i.e. com um comportamento que reflecta escolhas racionais em termos do que é mais apropriado para cada contexto em particular. Para tal é necessário incorporar no sistema conhecimento que permita criar associações entre a informação de contexto e comportamentos específicos. Este tipo de informação pode ser obtido através de mecanismos de feedback que permitam que os utilizadores expressem a sua opinião sobre a qualidade das decisões de escalonamento, i.e. sobre a utilidade do conteúdo apresentado para um contexto em particular. Isto irá permitir recorrer a processos de aprendizagem computacional, no qual o escalonador pode utilizar informação dos escalonamentos realizados no passado para melhorar o seu desempenho nas decisões futuras. Este processo de aprendizagem poderá originar dois tipos de resultados. O primeiro mais centrado na popularidade individual de cada item. O segundo mais focado no efeito da informação de contexto no processo de escalonamento e na avaliação dos utilizadores. A relevância destas duas linhas de aprendizagem depende da natureza dos itens que são apresentados e da frequência com que estes são alterados. Em qualquer dos casos, considerando que cada situação representa uma combinação específica de ambientes social e físico, o processo de aprendizagem será específico para cada ecrã. A parte final do problema consiste no desenvolvimento de um processo de escalonamento que adapte as suas decisões de acordo com o contexto de apresentação. O processo de escalonamento deve ainda ter em consideração que os itens disponíveis para serem escalonados podem ser adicionados, removidos ou tornar-se temporariamente indisponíveis devido a perda de relevância, ou a restrições temporais ou de contexto. Além disso, uma vez que as condições de contexto são dinâmicas e podem alterar-se, tal significa que o escalonador tem de realizar os escalonamentos sem conhecer as condições de contexto sob as quais a apresentação futura do

conteúdo vai decorrer, estando assim impossibilitado de garantir escalonamentos óptimos [61].

A definição de critérios de desempenho é também uma questão importante do problema de escalonamento. As medidas de desempenho mais comuns como o número de tarefas concluídas (itens apresentados) por unidade de tempo ou a minimização do tempo de espera para apresentação não são apropriadas, uma vez que o conceito de conclusão de um item não existe e é necessário considerar a relevância de cada item para o contexto actual do ecrã, o que faz com que o mesmo item possa ser apresentado várias vezes. Em cenários de ecrãs públicos, as medidas de desempenho não são óbvias e são mais complexas de definir, mas pode assumir-se, com um certo nível de abstracção, que o objectivo global é otimizar a utilidade do ecrã, considerando o seu contexto de operação. Para a avaliação do desempenho pode recolher-se feedback sobre a qualidade dos escalonamentos e aprender com essa experiência. Neste caso, o sistema deve estar habilitado para recolher informação que, directa ou indirectamente, possa ser usada como medida de desempenho dos escalonamentos anteriores e utilizá-la para melhorar as decisões futuras do escalonador. Este feedback pode ser obtido de várias formas: através da recolha de informação sobre a audiência, como por exemplo o número de pessoas que está a olhar para o ecrã num determinado momento e no seu mapeamento em medidas que avaliem o sucesso das decisões do escalonador; através de situações em que os itens em apresentação levam os utilizadores a realizar algumas acções, nomeadamente o envio de uma SMS em resposta a uma solicitação específica, a recolha de um recibo que está a ser apresentado, o download de um ficheiro através de Bluetooth ou através de acções explícitas para avaliação da relevância do item que está a ser apresentado. Se o sistema permitir associar cada uma destas acções a um item específico, essa informação pode ser usada como feedback e pode ser utilizada para medir o desempenho do sistema. Outra forma de obtenção de feedback consiste na realização de entrevistas e questionários aos utilizadores ou na observação directa da utilização do sistema, para recolha de informação qualitativa sobre a sua utilização e sobre as reacções dos utilizadores às várias estratégias utilizadas pelo escalonador. No entanto, esta informação pode ser usada para avaliar o desempenho do sistema como um todo, mas não pode ser associada a uma decisão de escalonamento em particular.

3.2.2 Estudo Sobre o Efeito de Variáveis de Contexto na Utilidade dos Conteúdos

Em termos gerais, um escalonador que opera de forma autónoma, sem assistência, e que adapta o seu comportamento de acordo com a informação de contexto é o que normalmente se designa por escalonador sensível ao contexto. Este tipo de sistema deve ter conhecimento de informação relativa ao contexto de apresentação, de forma a suportar nessa informação as suas decisões de escalonamento e assim fazer a selecção do conteúdo mais adequado a cada momento.

Para avaliar as possibilidades de utilização de informação de contexto no processo de escalonamento foi realizado um estudo inicial. Neste estudo foi utilizada uma lista predefinida de fontes de conteúdo e foi utilizado um ecrã sensível ao toque para a obtenção de feedback acerca da utilidade do conteúdo apresentado (Figura 1). O objectivo principal era obter um conjunto de dados que permitisse estudar as associações entre informação de contexto e as características de determinado conteúdo, nomeadamente a forma como os utilizadores reagem a conteúdos diferentes em horários distintos e a partir daí extrapolar algumas directivas que pudessem ser adoptadas no desenho das programações. Eram objectivos estudar questões como: que conteúdos são mais relevantes; que conteúdos são mais indiferentes aos utilizadores; em que horas do dia os utilizadores estão mais disponíveis a utilizar estas soluções; que horas do dia são mais indicadas para determinados conteúdos, etc.

3.2.2.1 Descrição do Estudo

As fontes de conteúdo utilizadas incluíam: meteorologia, informação sobre docentes da Universidade, slide show com fotos do DSI, sítio Web da Universidade do Minho, sítio Web do Departamento de Sistemas de Informação, notícias (informação nacional, informação internacional, tecnologia e cultura), relógio e avisos. O escalonador recebia como entrada um ficheiro XML que continha as especificações do comportamento a apresentar e a identificação dos fornecedores de conteúdo dos itens que estavam associados ao ecrã. A cada item estava associado um conjunto de atributos estáticos, nomeadamente, o valor mínimo, máximo e base do tempo esperado de apresentação. Quando em operação, o escalonador recebia informação de contexto do ambiente onde operava. Esta informação incluía informação sobre hora/data e sobre a presença de dispositivos Bluetooth. Para a obtenção de feedback dos utilizadores sobre a utilidade do conteúdo apresentado o sistema incorporava mecanismos para suporte a feedback explícito dos utilizadores e armazenava informação sobre os escalonamentos

realizados, nomeadamente: hora/data, item, feedback, dispositivos Bluetooth presentes e várias características do conteúdo apresentado. Este feedback era realizado num segundo ecrã, sensível ao toque, situado próximo do ecrã principal, que permitia aos utilizadores avaliar positiva ou negativamente a utilidade dos itens que eram apresentados. A experiência foi realizada durante cinco dias e apenas foi considerado para análise o período compreendido entre as 9 e as 19 horas.



Figura 1: Protótipo (Esquerda: ecrã principal; Direita: ecrã para obtenção de feedback).

Durante o período de realização desta experiência foram realizados 6742 escalonamentos, foram realizadas 180 detecções de dispositivos Bluetooth e foram obtidas 191 opiniões dos utilizadores. 47% das opiniões avaliaram como interessante o conteúdo apresentado e 53% das opiniões avaliaram de forma negativa o interesse do conteúdo apresentado. Os conteúdos avaliados de forma mais positiva foram as notícias de media e tecnologia do jornal Público (categoria notícias) e avisos. Com avaliações mais negativas destacam-se o slide show com fotos do DSI (embora tenham tido avaliações positivas em alguns períodos do dia, conforme referido na regra 8 da tabela 7) os feeds de cultura e as notícias internacionais.

3.2.2.2 Escalonamento Adaptativo de Conteúdo

Com base na informação obtida durante o período da experiência (e.g. características do conteúdo, hora de escalonamento, informação dos dispositivos Bluetooth presentes, feedback dos utilizadores) foram exploradas diferentes abordagens para tornar a selecção de conteúdo adaptativa.

Uma das abordagens consistiu na inclusão de conhecimento que representava como se esperava que o ecrã fosse afectado pelas alterações de contexto, directamente na definição do comportamento do ecrã ou no algoritmo de escalonamento. Por exemplo, especificando-se que um determinado conteúdo apenas deveria ser apresentado quando fossem detectados dispositivos Bluetooth na proximidade do ecrã, ou que outro conteúdo não deveria ser apresentado mais de uma vez na presença de um determinado dispositivo Bluetooth, ou ainda

que um item apenas deveria ser apresentado durante um determinado período do dia. Para especificar que um determinado conteúdo apenas deveria ser apresentado quando forem detectados dispositivos Bluetooth e quando o nível de ruído é reduzido poder-se-ia especificar:

```
Context: Bluetooth("Place", ">", 1)AND noiseLevel("Place", "<", 40)
```

Uma vez que estas regras se referiam a variáveis de contexto, elas podiam, de facto, possibilitar o escalonamento dinâmico no qual o ecrã se adapta continuamente às alterações de contexto. No entanto, estas regras mostraram-se difíceis de definir e de representar, principalmente porque “inteligência” é um conceito vago que em muitos casos não pode ser mapeado directamente num tipo de reacção específico. Apesar de parecer intuitivo pensar que certa informação de contexto afecte a relevância de um determinado conteúdo a ser apresentado, é bastante difícil especificar a influência destes factores de forma suficientemente formal para que possa ser processada computacionalmente. A definição, baseada em conhecimento empírico, de regras de alto nível que representem as reacções mais eficientes que o sistema deve ter em múltiplos contextos não é uma tarefa óbvia. Por essa razão esta abordagem é apenas eficiente quando o objectivo é criar uma associação muito directa entre um estado em particular e um comportamento específico.

Uma abordagem alternativa consistiu na tentativa de criar conhecimento de domínio treinando o sistema de acordo com alguma noção de comportamento inteligente. Esta tarefa incluiu um estágio de treino, no qual um conjunto de casos foi usado num processo de aprendizagem supervisionada, através do qual novas regras foram inferidas, e um estágio de disseminação, no qual estas regras se tornariam conhecimento de domínio para ser incorporado no processo de escalonamento. Para isso, com base na informação obtida durante o estudo os dados foram preparados (e.g. os períodos de escalonamento foram organizados por períodos do dia e foram adaptados os valores da classe a prever entre -1 e +1) e foram particionados em dois conjuntos (treino e teste) sobre os quais foram executados algoritmos de aprendizagem. O objectivo era obter um conjunto de regras com precisão e suporte suficientes para que pudessem ser usadas como conhecimento de domínio para prever a variação do nível de interesse dos conteúdos em função de variáveis de contexto. Para indução da árvore de decisão e do conjunto de regras de contexto foi usado o algoritmo C5.0 [62]. Algumas das regras obtidas são apresentadas na tabela 7.

Tabela 7: Regras de contexto.

| | |
|---------------------------|---|
| Rule 1: (17/4, lift 1.3) | Period = Lunch -> class Negativo [0.737] |
| Rule 2: (36/13, lift 1.2) | Type = News -> class Negativo [0.632] |
| Rule 3: (1, lift 1.5) | Period = Morning -> class Positivo [0.667] |
| Rule 4: (15/5, lift 1.4) | Period = AfterLunch Type = Info -> class Positivo [0.647] |
| Rule 5: (13/5, lift 1.3) | Period = EndAfternoon -> class Positivo [0.600] |
| Rule 6: (3, lift 1.5) | Period = EndAfternoon Item = NoticiasNacionaisRTP -> class Negativo [0.800] |
| Rule 7: (18/5, lift 1.3) | Period = Lunch -> class Negativo [0.700] |
| Rule 8: (2, lift 1.7) | Period = EndAfternoon Item = FotosDSI -> class Positivo [0.750] |
| Rule 9: (5/1, lift 1.6) | Item = InfoDocentes -> class Positivo [0.714] |

Cada regra é caracterizada por $(n, \text{lift } x)$ ou $(n/m, \text{lift } x)$ em que n é o número de casos cobertos pela regra e o m , quando aparece, representa quantos desses casos não pertencem à classe prevista na regra. lift é o resultado da divisão da precisão da regra pela frequência relativa da classe prevista. Dentro de parênteses rectos um valor entre 0 e 1 que representa o nível de confiança da regra. A precisão verificada (número de positivos dividido pelo total de verdadeiros positivos e de falsos positivos) foi de 67% para o conjunto de treino e 53% para o conjunto de teste. Além dos valores de precisão baixos as regras não permitiram obter conclusões significativas pois apenas fazem a associação de períodos do dia e itens específicos ou determinados tipos de conteúdo o que não permitiu generalizar para conteúdos diferentes. Embora tivessem sido obtidas outras regras que associavam outros atributos à previsão (e.g. Bluetooth ou tipo de conteúdo) estas não apresentavam valores de suporte e precisão suficientes para permitir obter conclusões principalmente por não existir uma relação clara entre o tipo de conteúdo e a avaliação de utilidade mesmo quando se consideram períodos específicos do dia. Embora os resultados possam diferir mediante os conteúdos disponíveis, o tipo de ambiente e as características dos utilizadores, este estudo mostrou que a obtenção de regras com suporte suficiente para que pudessem ser utilizadas como conhecimento de domínio é uma tarefa complexa pois não é claro que parte deste conhecimento é suficientemente genérica para que possa ser aplicada como conhecimento de domínio, uma vez que o contexto e o conteúdo disponível para apresentação são variados e podem ser completamente distintos.

3.2.2.3 Porque o Contexto Não é Suficiente

A análise dos resultados da experiência permitiu clarificar alguns aspectos importantes:

- Em espaços públicos a situação física, social ou virtual é muito dinâmica e fluida. O contexto físico, social e virtual do espaço público é muito dinâmico e heterogéneo. A

elevada diversidade de pessoas, expectativas e actividades que caracterizam estes espaços tornam cada situação muito específica. Padrões e hábitos comportamentais são difíceis de encontrar e, por isso, é difícil obter regras com nível de confiança suficientemente forte para que possam ser utilizadas para influenciar o comportamento do ecrã. Mesmo admitindo que seja possível encontrar algumas regras com um nível de confiança suficiente para que possam ser utilizadas como conhecimento de domínio, elas são difíceis de especificar de modo a que se possam adaptar a novos contextos e situações.

Estas conclusões são importantes para orientar a abordagem ao escalonamento adaptativo em ecrãs públicos e permitem definir algumas orientações para a abordagem a seguir, nomeadamente:

- O contexto é importante, no entanto, as características dos espaços públicos tornam difícil a modelação do contexto de forma que se traduza em regras e difícil a utilização de técnicas de aprendizagem computacional, de forma a obter conhecimento válido e com suporte forte para ser usado no modelo.
- A apresentação de conteúdo situado, representando os interesses e expectativas dos frequentadores do espaço, sugere um maior enfoque nas pessoas, nas suas interações situadas [63, 64] e na informação dinâmica associada ao conteúdo, como principais orientadores da adaptabilidade do sistema.

3.3 Adaptação às Expressões de Interesse

O conceito de ecrã situado como dispositivo integrado no ambiente que o rodeia, apresentando conteúdo relevante para a sua envolvente física e social, introduz características específicas no processo de escalonamento, nomeadamente a capacidade de tomar decisões dinâmicas de escalonamento baseadas no seu estado recente e presente e no seu ambiente social.

Esta adequação, do conteúdo apresentado às características do espaço, confere ao ecrã um cariz situado, reflectindo os interesses e as expectativas dos seus frequentadores, e público, no sentido em que expõe aos visitantes desse espaço conteúdo relacionado com os interesses das pessoas que o frequentam. Nesta perspectiva, deve também haver uma especificação inicial associada ao ecrã que possa ser interpretada como algum tipo de código genético e que determine o comportamento situado do ecrã, mas não exactamente o que ele deve

apresentar. No final, o comportamento exibido pelo ecrã resultará da combinação entre este código genético e os estímulos recebidos do ambiente no qual o ecrã está instalado (e.g. contribuições dos visitantes do espaço).

As limitações associadas às abordagens analisadas em “3.2.2.2 Escalonamento Adaptativo de Conteúdo” e em “3.2.2.3 Porque o Contexto Não é Suficiente” sugerem uma abordagem com menos enfoque na informação de contexto obtida a partir de sensores e maior enfoque nas pessoas, nas suas interacções e na informação dinâmica sobre o conteúdo como principais influenciadores da adaptabilidade do ecrã. Esta abordagem permitirá dar maior poder aos utilizadores do espaço para influenciar o comportamento do ecrã, dando-lhe um comportamento mais social, reflectindo as preferências dos utilizadores que partilham o espaço. Esta abordagem pressupõe que os frequentadores do espaço possam influenciar o seu comportamento expondo os seus interesses em relação a conteúdo que gostariam de ver apresentado no ecrã. Com base nesta especificação de interesses, o sistema deve ser responsável pela procura de fontes de conteúdo adequadas e pela selecção do item mais adequado ao contexto de apresentação a cada momento.

3.3.1 Sensibilidade aos Interesses dos Frequentadores do Espaço

De forma a ser sensível às expectativas e preferências dos frequentadores do espaço o ecrã deve fornecer meios apropriados para que eles possam realizar as suas interacções. Estas interacções representam um canal de comunicação, através do qual os utilizadores podem expor ao ecrã, de forma activa e de forma passiva, as suas expectativas e consequentemente a sua influência sobre o comportamento do ecrã. Para que as interacções sejam bem sucedidas é necessário que o sistema não restrinja o tipo ou os tópicos de conteúdo, que não esteja limitado à utilização de fontes de conteúdo predefinidas e que tenha a capacidade de autonomamente procurar e seleccionar na Web as fontes de conteúdo adequadas às necessidades dos utilizadores. Neste âmbito, a quantidade de informação acessível através de fornecedores de conteúdo na Web apresenta um elevado potencial como fornecedores de conteúdo situado para os ecrãs públicos. Estes fornecedores de conteúdo representam uma fonte de conteúdo situado potencialmente ilimitada e permitem superar as limitações impostas pela utilização de listas de conteúdo predefinidas usadas em algum do trabalho relacionado. O conteúdo destas fontes de informação, aqui designadas de fontes dinâmicas, é dinâmico no sentido de que se espera que este seja regularmente actualizado e regularmente consumido, através de métodos como API ou XML feeds. Estes recursos podem representar um papel importante no fornecimento de conteúdo actualizado para ser usado por outras

aplicações e podem influenciar a geração de conteúdo para ecrãs públicos, tornando-os dispositivos altamente personalizados ao espaço onde estão situados e apresentando o conteúdo mais apropriado a cada situação. Todavia, a utilização de fontes dinâmicas como fornecedores de conteúdo para ecrãs públicos origina desafios adicionais precisamente devido à sua natureza dinâmica. No capítulo 4 será analisado em detalhe um conjunto representativo de fontes dinâmicas, as suas características e são propostos modelos de relevância que representam a natureza específica de cada tipo de fonte.

Embora várias técnicas para suporte de interações espontâneas entre utilizadores e ecrãs públicos tenham sido utilizadas, parece ser consensual que uma das mais promissoras é a utilização dos dispositivos móveis dos utilizadores. As suas capacidades de comunicação, como o Bluetooth, fornecem um meio apropriado para exposição dos seus interesses através de configurações simples e intuitivas, evitando configurações com estruturas mais complexas e consequentemente mais trabalhosas e mais demoradas. Neste cenário, a utilização de palavras-chave simples pode representar um meio poderoso e adequado para a especificação dos interesses de cada utilizador e é facilmente representada através de simples configurações Bluetooth, tal como já foi usado com sucesso no projecto *Instant Places* [15]. Assim, as contribuições dos múltiplos utilizadores que frequentam o espaço podem ser integradas num perfil de espaço que caracterize o seu ambiente social ao longo do tempo, integrando as contribuições dos vários intervenientes: gestor do ecrã e múltiplos visitantes do espaço. Este perfil do espaço deve representar o conhecimento base para a procura de fontes de conteúdo que sejam relevantes e apropriadas, evitando assim a utilização de fontes de conteúdo predefinidas. Com base no conteúdo disponibilizado por essas fontes, o escalonador deve seleccionar o conteúdo mais apropriado considerando várias dimensões de relevância, nomeadamente: a sua pertinência temporal; o seu ajustamento ao perfil do espaço; o comportamento desejado para o ecrã e o estado recente e actual do ecrã.

3.3.2 Pressupostos da Abordagem

A abordagem anteriormente referida assenta num conjunto de pressupostos que são necessários para o correcto funcionamento do ecrã:

- O conteúdo apresentado no ecrã deve estar relacionado com a natureza do espaço onde este está instalado. Este facto tem implicações na determinação da utilidade do conteúdo, uma vez que esta depende das características do espaço onde vai ser apresentado.

- O gestor do ecrã deve especificar um conjunto inicial de interesses e de palavras de contexto. Estes actuam como uma especificação inicial dos interesses do espaço e representam os seus interesses gerais. As palavras de contexto são importantes para contextualizar as contribuições dos visitantes do espaço, lidando com a sua ambiguidade e conferindo-lhe um carácter situado e mais alinhado com a natureza do espaço.
- O gestor do ecrã pode configurar o comportamento do ecrã através de regras simples que servem de orientação para o seu comportamento. Permitem, por exemplo, especificar se o ecrã deve ter um comportamento mais ou menos reactivo ou se deve dar preferência a conteúdo escrito num determinado idioma.
- Os frequentadores do espaço podem utilizar os seus dispositivos com Bluetooth para interagir com o ecrã. Através da configuração das características do dispositivo, estes podem expor ao ecrã os seus interesses e expectativas sobre o espaço e sobre o que esperam do ecrã. É esta informação que vai conferir ao ecrã um comportamento dinâmico que evolui de acordo com os interesses e as expectativas dos utilizadores que vão frequentando o espaço.

3.4 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foi apresentada uma análise das exigências da adaptação dinâmica em ecrãs públicos, foram expostas as razões principais que justificam a não adequação das abordagens existentes para a sua resolução e foram enunciadas as ideias gerais da abordagem seguida neste trabalho para a recomendação de conteúdo dinâmico em ecrãs públicos.

Nos próximos dois capítulos são analisados com maior detalhe 2 pilares base da abordagem: o que torna uma fonte de conteúdo mais relevante do que outra (capítulo 4) e o problema da recomendação de conteúdo dinâmico em ecrãs públicos (capítulo 5).

4 Relevância de Fontes Dinâmicas de Conteúdo

Neste capítulo é descrito e validado um conjunto de métodos para avaliação da relevância não contextual das fontes dinâmicas de conteúdo. Esta relevância é avaliada exclusivamente sob a perspectiva da especificação da fonte, é independente do contexto onde o recurso é consumido e pode ser aplicada a vários tipos de fontes dinâmicas.

4.1 Fontes Dinâmicas

Uma fonte dinâmica é especificada pela indicação do seu endereço e por um conjunto de parâmetros de utilização, tais como palavras-chave ou o número de itens pretendidos. Como resultado de um acesso à fonte é produzido um conjunto de dados que é composto por múltiplos itens, os quais podem ter associados vários atributos. Devido à natureza dinâmica destas fontes o conjunto de dados produzido pela mesma fonte pode variar entre pedidos consecutivos, o mesmo acontecendo a cada item individual que pode ser actualizado. O conteúdo fornecido depende do tipo de fonte e pode incluir texto, imagens, vídeo, ou outro tipo de multimédia.

As fontes dinâmicas de conteúdo vão ser a base para a selecção autónoma e universal de conteúdo. A enorme quantidade de dados disponibilizada por estas fontes (e.g. notícias, anúncios, blogs, eventos, imagens e vídeos) torna-as um recurso importante para o fornecimento de conteúdo rico e sempre actualizado. A sua utilização em ecrãs públicos permite ultrapassar dois importantes obstáculos normalmente encontrados nas abordagens que utilizam conteúdo predefinido. Primeiro, eliminam a necessidade de antecipadamente procurar e especificar um conjunto de fontes relevantes para fornecer conteúdo situado.

Segundo, permitem superar as limitações da utilização de um reduzido número de categorias e tópicos de conteúdo que é naturalmente imposta quando se utiliza conteúdo predefinido, abrindo caminho para a diversidade de conteúdos. Actualmente, o conteúdo já não é um recurso escasso mas a selecção do conteúdo mais relevante para cada situação é um enorme desafio.

4.2 Relevância não Contextual de Fontes Dinâmicas

Embora o objectivo final seja apresentar o conteúdo mais relevante para a envolvente social do ecrã, é importante que previamente sejam seleccionadas apenas as fontes mais relevantes, i.e. as fontes que são mais visitadas e cujo conteúdo é consultado por um número elevado de utilizadores, o que demonstra níveis elevados de credibilidade, actualidade e interesse no seu conteúdo.

Assim, para beneficiar do elevado potencial destas fontes, há dois aspectos que são fundamentais: procurar as fontes mais relevantes e avaliar a pertinência temporal do seu conteúdo. Apenas a optimização de ambos permitirá obter o conteúdo que é mais relevante.

No entanto, a natureza dinâmica destas fontes levanta algumas dificuldades adicionais. Estas fontes são bastante heterogéneas e dinâmicas, principalmente devido à frequência com que são actualizadas e à diversidade de conteúdo que fornecem. Estas características fazem com que seja difícil determinar a utilidade do conteúdo que cada fonte tem para oferecer a cada momento.

A relevância da fonte, tal como é vista neste capítulo, avalia a relevância não contextual de um conjunto de itens associados a uma determinada fonte dinâmica e que é independente do contexto onde esses itens vão ser consumidos. Tal significa que o mesmo conjunto de itens produzido pela mesma fonte, quando avaliado em cenários de utilização distintos, exhibe o mesmo valor de relevância. Devido à natureza dinâmica das fontes, várias dimensões devem ser consideradas na definição da sua relevância:

- 1) O número de itens que constituem o `dataset` produzido pela fonte.
- 2) A pertinência temporal do conteúdo disponibilizado pela fonte.
- 3) O nível de interesse da fonte i.e. o interesse que utilizadores de outras aplicações demonstram no consumo do seu conteúdo.

4.2.1 Dimensões de Relevância

Para suportar a avaliação de cada dimensão de relevância da fonte foi realizada uma análise aos atributos temporais e à sua semântica para vários tipos de fonte. Durante um período de 3 semanas, foram analisadas 116 fontes de várias categorias. Esta análise permitiu clarificar cada uma das dimensões identificadas, os seus atributos, o seu comportamento ao longo do tempo e a sua influência na relevância da fonte.

4.2.1.1 Número de Itens

Esta dimensão está estritamente ligada à relação entre o número de itens requerido e o número de itens retornado pela fonte. A especificação da fonte dinâmica pode incluir o número de itens que o `dataset` deve conter. Itens adicionais, quando disponíveis, podem ser ignorados ou contribuir de forma pouco significativa para a relevância da fonte, mas se a fonte produzir um `dataset` com um número de itens inferior ao esperado tal deve repercutir-se numa diminuição da relevância dessa fonte.

4.2.1.2 Pertinência Temporal

A segunda dimensão está relacionada com o tempo e com a pertinência temporal dos itens fornecidos pela fonte. Esta dimensão é importante para evitar a apresentação de conteúdo desactualizado e sem qualquer relevância para a situação actual. Porém, é necessário considerar que fontes de natureza diferente podem apresentar comportamentos diferentes em relação à sensibilidade temporal do seu conteúdo. Enquanto que para muitas fontes esta medida de relevância deve garantir que o conteúdo fornecido não perdeu a sua validade desde a sua data de publicação, em outros casos valores mais elevados de relevância podem estar associados a um determinado horário, e.g. o dia de início de um determinado evento. Adicionalmente, além de representar as especificidades temporais dos vários tipos de conteúdo, esta dimensão deve também permitir a comparação entre diferente conteúdo de múltiplos tipos de fonte.

A análise de um conjunto representativo de fontes permitiu identificar os principais atributos de cada tipo de fonte associados a questões temporais e analisar a sua semântica, permitindo assim identificar os critérios principais para a definição e cálculo da pertinência temporal de um determinado conteúdo. Com base nesta análise identificam-se três tipos de conteúdo: itens com data de publicação (e.g. notícias, blogs, anúncios); itens relacionados com publicação de eventos associados a uma determinada data (e.g. serviços de eventos) e itens

disponibilizados por sítios Web de software social (e.g. wikis, mensagens instantâneas, sítios Web de relacionamento social, partilha de conteúdo multimédia, etc.). Os primeiros dois são claramente distintos na semântica dos seus atributos temporais. O terceiro grupo devido ao facto de cada sítio apresentar a sua própria semântica, é mais difícil de agregar no sentido de obter modelos comuns para representação da dimensão tempo.

4.2.1.3 Nível de Interesse da Fonte

Esta dimensão está associada à utilização de metadados (não relacionados com a perspectiva temporal) associados à fonte e a cada item, os quais permitem inferir a sua relevância. Isto é possível quando a fonte inclui informação relacionada com a sua própria relevância ou com a relevância de cada item. Em muitas fontes esta dimensão pode ser totalmente inexistente, uma vez que não suportam diferenciação de relevância entre itens. Por exemplo, todos os itens de um `feed` RSS estão tipicamente ao mesmo nível e, com excepção dos atributos relativos ao tempo, não existem outros atributos que indiquem que um item em particular possa ser mais relevante do que outro. Contudo, existem situações em que esta dimensão deve ser considerada. Um exemplo é quando a correspondência entre a especificação da fonte e os itens retornados no `dataset` não é exacta. Neste caso, apesar de a fonte produzir um número suficiente de itens, a sua relevância é variável e pode ser analisada em função de atributos associados a cada um. Por exemplo, no caso dos vídeos obtidos através do Youtube, o número de utilizadores que já visionaram um determinado vídeo pode ser usado como um indicador da sua relevância. Também no caso de imagens obtidas através de `queries` ao Flickr, cada imagem inclui a indicação do seu nível de interesse. Embora os resultados satisfaçam a especificação das fontes, no sentido em que os itens disponibilizados pela fonte satisfazem os critérios especificados, os itens podem apresentar diferentes níveis de interesse, dependendo das acções anteriores dos utilizadores que recorreram a essa fonte, nomeadamente o número de visionamentos ou os comentários. Não obstante, e apesar das especificidades de cada tipo de fonte, estas podem ser agrupadas de acordo com as suas características em dois grandes grupos. Por um lado as que disponibilizam atributos sobre a sua relevância ou sobre a relevância de cada um dos seus itens (e.g. Youtube, Flickr), sendo que neste caso a sua relevância está implícita nos seus atributos. Por outro lado as fontes que não disponibilizam qualquer informação sobre a sua relevância (e.g. RSS feeds), podendo, nestes casos, usar-se indicadores de relevância externos para aferir da sua relevância.

A análise do conjunto de fontes referido demonstrou que nem todas fornecem informação que permita obter o seu nível de interesse e, além disso, verificou-se também que, mesmo nas situações em que essa informação é disponibilizada, ela pode diferir quando disponibilizada por fontes diferentes. Por esta razão, a utilização de atributos próprios de cada fonte para determinar a dimensão de relevância “nível de interesse “ não pode ser generalizada para todas as fontes de determinada categoria. Assim, esta dimensão será incluída apenas nas situações em que esta informação é disponibilizada.

4.2.2 Proposta de Modelos de Relevância

Como as fontes dinâmicas são cada vez mais usadas como fornecedores de conteúdo para muitas aplicações, a avaliação da sua relevância pode ter um papel central na selecção da fonte a apresentar. Esta relevância deve ser suportada por critérios específicos de cada tipo de fonte de forma a representar adequadamente a sua natureza. Para analisar o comportamento de cada tipo de fonte foi identificado um conjunto de fontes dinâmicas de diferentes categorias, nomeadamente: notícias, blogs, anúncios, vídeos, imagens e eventos. Foram analisados os metadados associados, o seu comportamento dinâmico e foram propostos modelos de relevância adaptados à natureza de cada tipo de fonte. O comportamento dos modelos propostos foi analisado durante um período de 4 semanas.

4.2.2.1 Notícias, Blogs, Anúncios

Os feeds RSS têm vindo a tornar-se um meio preferencial para promoção e divulgação de informação de jornais, revistas, televisões, sítios de empresas, etc. Estes representam um meio muito útil e eficaz para aceder a informação, reduzindo o tempo e o esforço necessários para regularmente verificar se existem actualizações. Além disso, fornecem um conjunto de metadados associados à fonte e a cada item que permitem ajudar a definir a sua relevância.

Proposta de Modelo de Relevância para Fontes de Notícias, Blogs, Anúncios

Para definir a função de relevância para este conteúdo foram analisados atributos relativos às 3 dimensões. Relativamente ao “número de itens” foi considerada a relação entre o número de itens pretendidos e o número de itens disponibilizados. Esta relação é importante uma vez que algumas fontes fornecem um número de itens que não é antecipadamente conhecido. Se a fonte fornece menos itens que o requerido a sua relevância deve ser penalizada, por outro lado, se a fonte fornece mais itens do que o requerido então apenas os mais relevantes devem ser considerados.

A segunda dimensão, pertinência temporal, é central, pois uma das principais características deste tipo de conteúdo diz respeito à sua actualidade temporal. A data de publicação de cada item assume um papel central nesta dimensão, uma vez que a sua actualidade temporal diminui a partir da data da sua publicação.

Para este tipo de conteúdo, a terceira dimensão, nível de interesse, não está disponível, pois não é disponibilizada pela fonte qualquer informação que permita identificar o seu nível de interesse.

Assim, a relevância não contextual de fontes de notícias depende apenas das duas primeiras dimensões e pode ser representada pela equação 1.

$$R_i = \frac{1}{M_i} \cdot \sum_{n=1}^{N_i} e^{-\frac{EU_n}{K_i}}$$

Equação 1: Equação de relevância não contextual de fontes de notícias (feeds RSS).

Onde:

- R_i representa a relevância não contextual da fonte i .
- EU_{in} representa o tempo decorrido desde a data de publicação (ou última data de actualização) do item n da fonte i .
- M_i é o número de itens pretendido e N_i o número de itens fornecido pela fonte i . Se a fonte retornar mais itens do que o pretendido ($N_i > M_i$) então apenas são considerados os M_i itens mais relevantes.
- K_i representa o declínio do efeito do atributo EU . Representa o tempo decorrido até a dimensão atingir 36,8% ($1/e$) do seu valor máximo (1).

A figura 2 ilustra o comportamento da função de relevância não contextual para 3 valores distintos de K na situação em que não existem actualizações. Valores diferentes de K podem ser usados para aproximar a função ao comportamento específico de cada fonte. Por exemplo, a pertinência temporal da notícia de um jornal, que tem um maior impacto no período temporal após a sua publicação, diminui de forma mais acentuada do que a pertinência temporal do conteúdo de um blog, que tipicamente representa conteúdo de opinião.

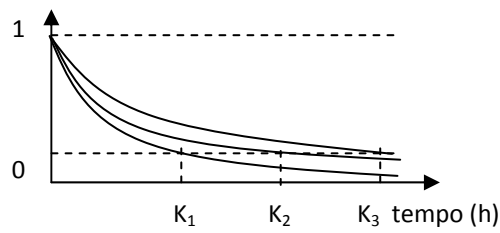


Figura 2: Comportamento da função de relevância não contextual.

Comportamento do Modelo Proposto

Foram analisadas 116 fontes do tipo notícias, blogs, revistas e anúncios. A figura 3 representa a aplicação do modelo de relevância da equação 1 sobreposta no tempo para 3 fontes de 10 itens cada.

Todas as fontes apresentam um comportamento semelhante apenas com uma deslocação temporal que está relacionada com a natureza e métodos de trabalho de cada fornecedor. Este comportamento pode ser observado na maioria dos fornecedores de notícias e tende a ser padronizado nos vários dias da semana.

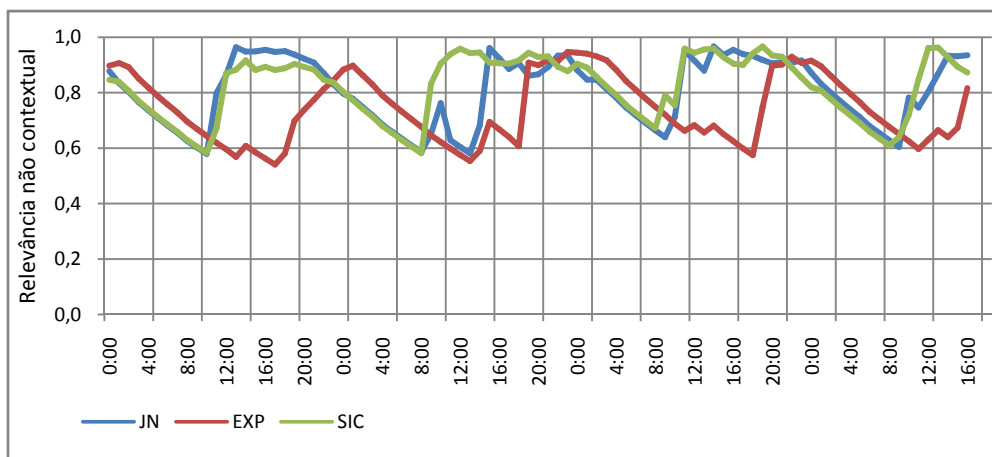


Figura 3: Relevância não contextual: sobreposição no tempo – 3 fontes/4 dias.

A figura 4 apresenta uma comparação da relevância não contextual da mesma fonte (RTP Desporto) em dois períodos distintos de 4 dias sobrepostos no tempo.

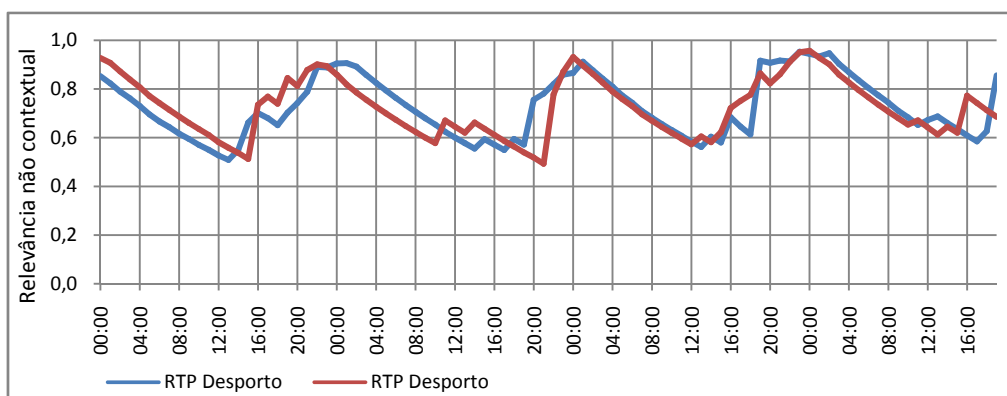


Figura 4: Relevância não contextual: sobreposição da mesma fonte por períodos de 4 dias.

Uma vez que a pertinência temporal das notícias está estritamente associada à sua data de publicação, decaindo fortemente após esta, o estudo mostra que para este tipo de conteúdo, os valores da constante κ devem aproximar-se de 24 horas. Este valor relaciona-se com a natureza muito dinâmica deste tipo de conteúdo no sentido de que a sua frequência de actualização é muito elevada, geralmente diária ou várias vezes ao dia.

Para conteúdo proveniente de blogs, a frequência de actualização é menor (ver figura 5) e não apresenta um comportamento tão marcadamente padronizado. Este comportamento, associado à natureza do conteúdo normalmente fornecido por este tipo de fontes (e.g. artigos de opinião, comentários, experiências, etc.), exige valores de κ mais elevados, uma vez que o conteúdo tende a ser relevante durante um período de tempo mais alargado.

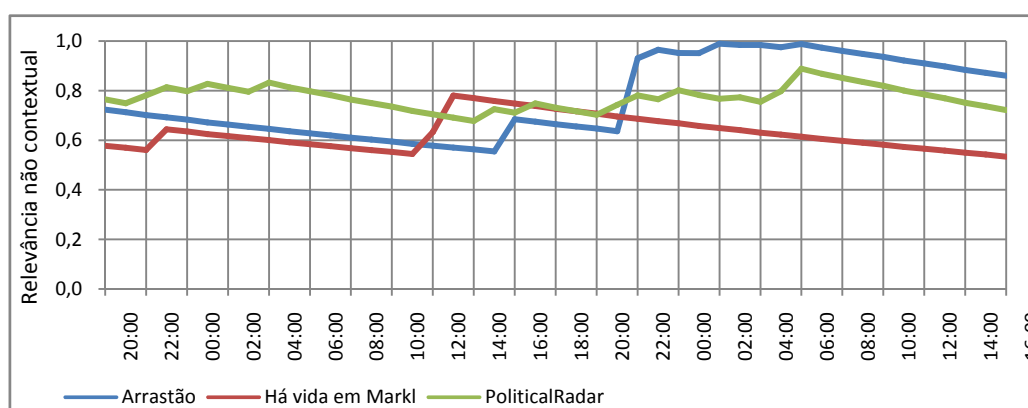


Figura 5: Relevância não contextualizada: blogs – sobreposição de 3 fontes no tempo

A análise do comportamento e do dinamismo destas fontes permite identificar como razoável um declínio entre 2-6 dias (48h-144h), embora este valor possa depender do comportamento desejado para o ecrã. Valores mais baixos de κ fazem com que os blogs actualizados de forma menos frequente vejam a sua relevância não contextual demasiado reduzida, o mesmo acontecendo quando são especificadas fontes com vários itens, uma vez que os itens menos

recentes apresentarão um valor muito baixo. Por outro lado, valores mais elevados de K fazem com que a distinção entre valores de relevância não contextual de diferentes blogs não seja significativa.

4.2.2.2 Vídeos

Os sítios Web de partilha de vídeos são muito comuns. Um dos mais populares é o Youtube [65], mas existem muitos outros com serviços similares, Yahoo video search [66], AOL video [67], etc. A quantidade de vídeos disponibilizada por estes serviços é enorme e estes podem facilmente ser acedidos através de feeds RSS ou API específicas. Estas fontes incluem milhões de vídeos, aos quais estão associados vários atributos que permitem a sua caracterização e a caracterização da sua utilização pelos utilizadores. Entre outros, estes atributos incluem: título, descrição, palavras-chave, comentários e vários dados estatísticos sobre a sua utilização por outros utilizadores.

Proposta de Modelo de Relevância não Contextual para fontes de Vídeos

Uma análise a várias fontes de serviços de partilha de vídeos, disponibilizados através de API específicas, permitiu identificar os atributos que aparecem normalmente associados a cada um deles. Além dos atributos que caracterizam o conteúdo do vídeo (e.g. título, descrição, palavras-chave, data de realização, data de colocação no serviço, etc.) são também disponibilizados dados sobre a sua utilização, nomeadamente: número de visionamentos, número de utilizadores que o definiram como favorito e em alguns casos avaliações realizadas pelos utilizadores e um valor de relevância definido pelo próprio serviço.

Considerando as 3 dimensões, a relevância não contextual de fontes de vídeo pode ser baseada na teoria da utilidade multi-atributo. Esta metodologia permite que uma diminuição de relevância, devida a um determinado atributo, possa ser aceitável se for compensada por um aumento em algum dos outros atributos (e.g. o aumento do período de tempo decorrido desde a publicação do vídeo pode ser compensado pelo aumento de visionamentos ou pelo aumento na avaliação do vídeo pelos utilizadores). Permite ainda que sejam atribuídas ponderações distintas a diferentes atributos. Além da relação entre o número de itens pretendidos/fornecidos, apenas são considerados os atributos não contextuais associados à dimensão temporal [data de publicação (PD), data de actualização (UD) e data de realização (TD)] e os atributos relacionados com o nível de interesse [avaliação dos utilizadores (R), número de visualizações (V), número de comentários (C) e número de vezes que definido

como favorito (F) de cada fonte]. Cada um dos atributos considerado é normalizado de acordo com os seus limites. Na equação 2 pode-se observar a aplicação da teoria da utilidade multi-atributo para definição da relevância não contextual de fontes de vídeos fornecidos através de API.

$$R = \frac{1}{M} \left(w_1 \cdot \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T w_{1t} e^{-\frac{E_{1t}}{K_{1t}}} + w_2 \cdot \sum_{n=1}^N \sum_{r=1}^R w_{2r} \left(1 - e^{-\frac{S_r}{K_{2r}}} \right) \right)$$

Equação 2: Equação de relevância não contextual de fontes de vídeos (API do Youtube).

Onde:

- w_1 e w_2 representam respectivamente a ponderação da dimensão temporal e a ponderação da dimensão nível de interesse ($w_1 + w_2 = 1$).
- w_{1t} e w_{2r} representa a ponderação atribuída a cada atributo t em cada dimensão, sendo: $\sum_{t=1}^T w_{1t} = 1$ e $\sum_{r=1}^R w_{2r} = 1$.
- t e r representam o número de critérios relevantes considerados em cada dimensão.
- $E = \{PD, UD, TD\}$ e $S = \{R, V, C, F\}$ representam os conjuntos de atributos relevantes em cada dimensão.
- N é o número de itens fornecido pela fonte e M o número de itens requerido.

A inexistência de algum dos atributos implica a adaptação das ponderações e a correspondente compensação dos atributos disponibilizados, i.e. as ponderações correspondentes são colocadas a zero e as ponderações redistribuídas de forma a manter

$$\sum_{t=1}^T w_{1t} = 1 \text{ e } \sum_{r=1}^R w_{2r} = 1.$$

A figura 6 exemplifica o efeito individual de cada atributo na relevância não contextual de fontes de vídeo através de API.

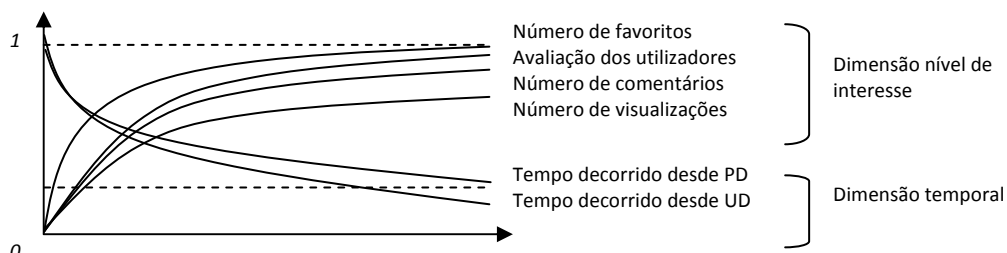


Figura 6: Efeito individual dos atributos na dimensão de relevância correspondente.

Comportamento do Modelo Proposto – O caso do Youtube

De forma a estudar o comportamento do modelo proposto foram especificadas 3 fontes de 10 itens cada: os 10 vídeos mais recentes; os 10 vídeos mais populares; os 10 vídeos de uma determinada palavra-chave. Estas fontes foram observadas durante 4 semanas e os dados obtidos foram recolhidos com o intuito de compreender, ajustar e avaliar o efeito de cada dimensão e de cada atributo na dimensão correspondente.

A figura 7 apresenta as dimensões de relevância e a relevância não contextual para uma fonte do Youtube correspondente aos 10 itens mais interessantes de uma determinada palavra-chave. Para esta fonte, considerando o período de análise, o número de itens fornecido nunca foi inferior ao número de itens requerido, por isso esta dimensão tem sempre o valor 1. Dado que se pretendeu na especificação da fonte dar ênfase ao interesse do conteúdo em vez da sua actualidade temporal, as ponderações utilizadas para a dimensão nível de interesse foi 4 vezes superior à ponderação utilizada na dimensão pertinência temporal.

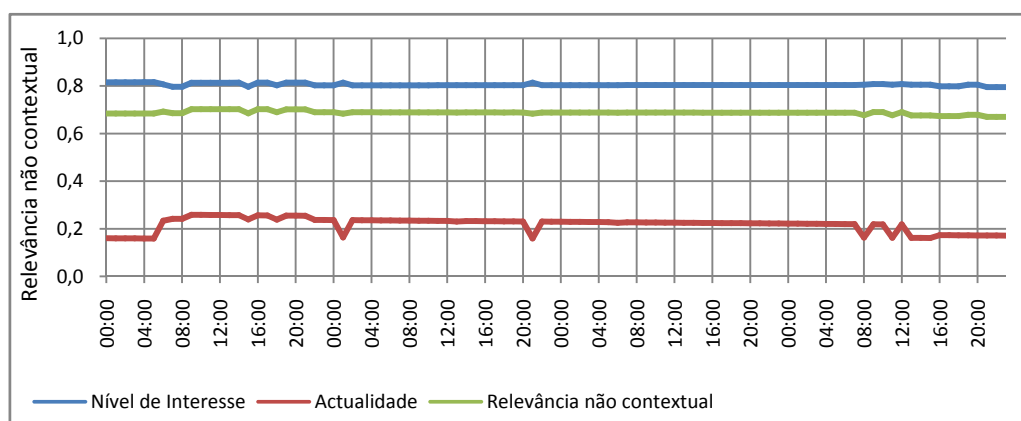


Figura 7: Comportamento da relevância não contextual de uma fonte de vídeo do Youtube.

A relevância não contextual desta fonte é relativamente estável. Tal acontece devido ao facto de os itens com maior nível de interesse corresponderem a itens que foram publicados há mais tempo. Para uma especificação de fonte correspondente aos 10 itens mais recentes, a dimensão temporal apresenta valores muito próximos de 1 devido à elevada quantidade de vídeos que são disponibilizados a cada momento no Youtube. Para esta fonte seria mais adequado utilizar uma ponderação que beneficiasse a dimensão temporal de forma a ajustar o resultado à especificação da fonte.

4.2.2.3 Imagens

Os serviços Web de partilha de imagens disponibilizam milhões de imagens através de feeds RSS ou API específicas. Embora os formatos e os atributos associados a cada imagem possam variar entre serviços, é vulgar encontrar um conjunto de atributos que são comuns a vários serviços. Uma parte significativa destes atributos é semelhante aos que se encontram associados a vídeos em serviços de partilha de vídeo, nomeadamente relativos à dimensão temporal e à informação estatística sobre a sua utilização. Tal como os serviços de partilha de vídeo, estes serviços permitem a especificação de diferentes tipos de fonte, inclusive através de palavras-chave, e representam um recurso importante que pode ser usado como fornecedor de conteúdo situado para ser apresentado em ecrãs públicos. Alguns dos mais populares serviços de partilha de imagens são: Flickr [68], webshot [69], 23 [70] ou o Google Picasa [71], mas existem muitos outros.

Proposta de Modelo de Relevância não Contextual para Imagens

As semelhanças entre as metodologias de acesso à fonte e entre os atributos associados a cada item para o serviço de partilha de imagens e para o serviço de partilha de vídeo são evidentes. Embora, em alguns casos, os limites de alguns atributos possam ser diferentes, o que implica normalizações adequadas, as associações entre o seu significado são claras e a influência de cada atributo na dimensão de relevância correspondente apresenta o mesmo comportamento. Por conseguinte, a relevância não contextual de imagens obtidas através de API é igualmente representada pela equação 2.

Comportamento do Modelo Proposto – O caso do Flickr

A relevância não contextual para fontes de serviços de partilha de imagens, como o Flickr, inclui informação das três dimensões e é representada pela equação 2. De forma semelhante à análise efectuada a fontes do Youtube, foram também analisadas 3 fontes para conteúdo do Flickr: as 10 imagens mais populares; as 10 imagens mais recentes e 10 imagens de uma determinada palavra-chave. A figura 8 ilustra o comportamento da relevância não contextual de uma fonte Flickr para os 10 itens mais recentes de uma determinada palavra-chave.

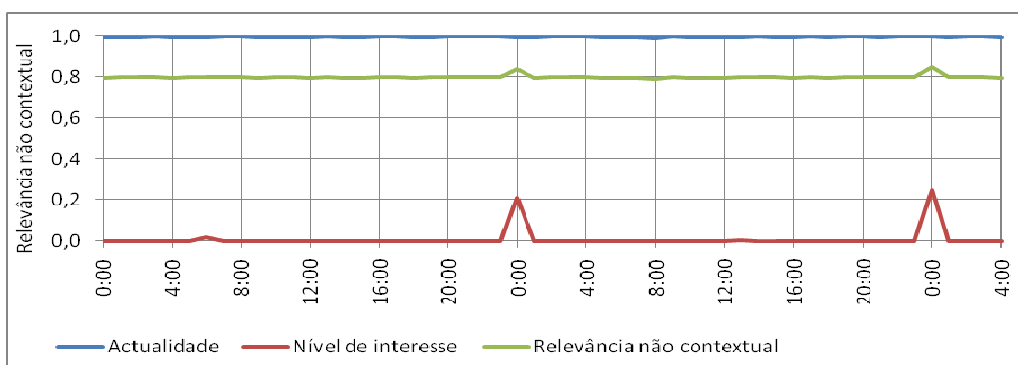


Figura 8: Comportamento da relevância não contextual de uma fonte do Flickr (API).

As ponderações utilizadas na equação 2 encontram-se na tabela 8.

Tabela 8: Especificação das ponderações utilizadas.

| Dimensão temporal = 4 | | | Dimensão nível de interesse = 1 | | |
|------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------|
| Disponibilizada = 0 | Actualizada = 1 | Realização = 0 | Comentários = 1 | Favorita = 1 | Visualizações = 1 |

Devido ao elevado número de imagens disponibilizadas a cada momento, o Flickr apresenta excelentes valores na dimensão temporal para especificações de fontes de conteúdo recente. Contudo, por serem muito recentes, os itens apresentam valores muito baixos da dimensão de nível de interesse. Pelo contrário, quando se pretendem fontes de conteúdo popular é a dimensão nível de interesse que assume valores mais elevados sendo, no entanto, equilibrada pela dimensão temporal que apresenta valores muito baixos.

Tal como acontece nas fontes de serviços de partilha de vídeo, também neste serviço as ponderações w_1 e w_2 da equação de relevância (Equação 2) podem ser ajustadas de modo a obter os resultados mais adequados.

4.2.2.4 Eventos

Os serviços de eventos disponibilizam informação sobre conferências, concertos, espectáculos, chamadas de trabalhos, etc., e são cada vez mais populares na Web. Muitos destes serviços disponibilizam informação através de feeds RSS ou através de API específicas. Existem serviços que permitem descobrir, promover, criar e partilhar eventos (e.g. Eventful⁹,

⁹ www.eventful.com

Eventseer¹⁰, allconferences¹¹, upcoming¹²), serviços específicos de algumas organizações (e.g. Universidade do Minho [72]), entre muitos outros.

Proposta de Modelo de Relevância não Contextual para Fontes de Eventos

Além da informação relativa ao evento, como título, descrição, etc., estes serviços disponibilizam também informação relacionada com a dimensão temporal como a data de publicação do evento, a data da sua última actualização e a data de início do evento. Este tipo de conteúdo tem a particularidade de estar associado à data de início do evento, a qual assume um papel central na definição da sua relevância não contextual. Antes desta data, a relevância do evento tende a aumentar à medida que a data do seu início se aproxima. Após a data de início do evento, a divulgação deste conteúdo deixa de ser relevante sendo por isso a sua pertinência temporal igual a zero.

Com base no tempo em falta até à data de início de cada evento são definidos dois períodos. Um período inicial ($[l_1, h_1]$) onde a relevância não contextual inicia o seu crescimento até atingir um determinado valor, mantendo-se depois estável e o período final ($[l_2, h_2]$) que decorre até ao início do evento, no qual a relevância não contextual crescerá até ao seu valor máximo. Após o início do evento, a relevância não contextual será zero. Cada um destes períodos é representado por uma função sigmoideal. Quanto ao número de itens, é considerada a relação solicitados/fornecidos. Relativamente ao nível de interesse, este tipo de fontes geralmente não disponibiliza informação que permita calcular esta dimensão. A equação 3 representa a relevância não contextual para uma fonte de eventos. O seu comportamento está ilustrado na figura 9.

$$R = \frac{1}{M} \cdot \left[\sum_{n=1}^N \left(\frac{1}{1 + e^{\frac{l_1 + h_1 - 2t}{h_1 - l_1}}} + \frac{1}{1 + e^{\frac{l_2 + h_2 - 2t}{h_2 - l_2}}} \right) \right] \cdot h(t)$$

Equação 3: Equação de relevância não contextual de fontes de eventos.

¹⁰ www.eventseer.net

¹¹ <http://www.allconferences.com/>

¹² <http://upcoming.yahoo.com/>

Onde:

- l_1, h_1, l_2 e h_2 representam os limites temporais de cada período. Esses valores são definidos em relação ao tempo em falta até ao início de cada evento.
- M representa o número de eventos requeridos pela fonte, N o número de eventos fornecidos. Se $N > M$ apenas os M eventos mais relevantes são tidos em consideração.
- t representa o tempo desde o instante actual até à data de início do evento.
- $h(t)$ é a função degrau de Heaviside.

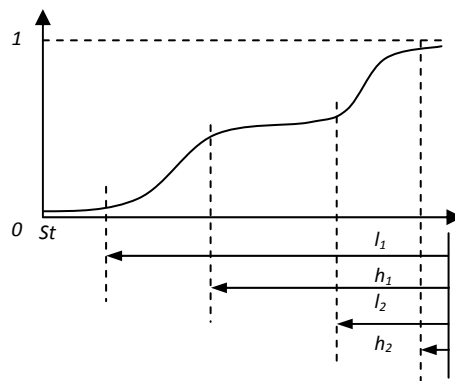


Figura 9: Comportamento da relevância não contextual de fontes de eventos.

Comportamento do Modelo Proposto – Eventos

Upcoming.org é um serviço de eventos (desporto, música, festivais, política, etc.) que disponibiliza uma API para acesso aos dados. Suporta várias possibilidades para submeter pedidos, nomeadamente através de localização, datas ou utilizando palavras-chave para representar categorias. Este serviço foi utilizado para fornecer eventos relativos a duas fontes: uma com os 10 próximos eventos musicais a realizar em Portugal e outra com os 10 próximos eventos musicais a realizar no mundo. A figura 10 mostra o comportamento da relevância não contextual de cada uma das fontes durante 60 horas. A configuração dos parâmetros da equação 3 depende do comportamento que se pretende dar a essas fontes. Para as fontes apresentadas na figura 10 os parâmetros usados foram: $l_1 = 60$ dias; $h_1 = 30$ dias; $l_2 = 15$ dias; $h_2 = 7$ dias.

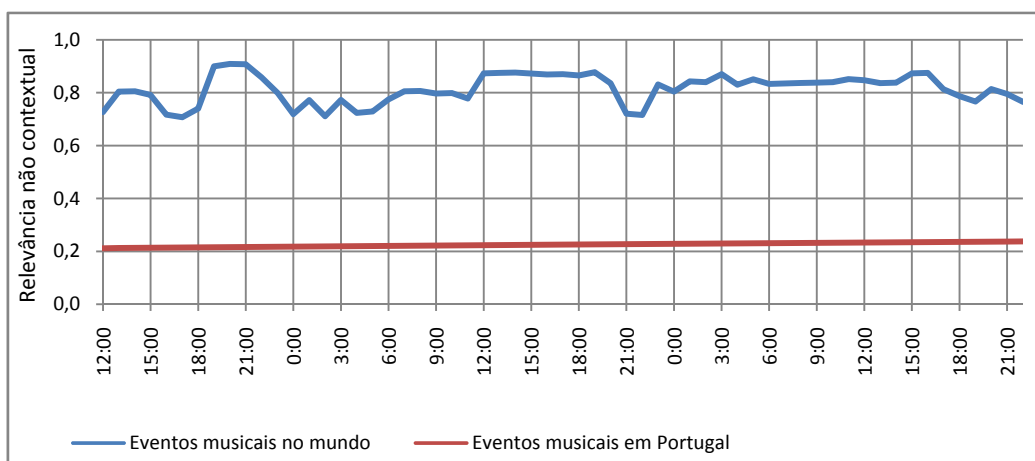


Figura 10: Relevância não contextual de fontes de eventos.

A fonte “eventos musicais no mundo” fornece aproximadamente 40 eventos, enquanto que a fonte para “eventos musicais em Portugal” disponibiliza apenas 14 eventos. Como $N > M$ apenas os 10 mais relevantes são considerados. A disparidade entre a relevância das duas fontes é explicada pelo dinamismo relativo à ocorrência e surgimento de novos eventos. A fonte de “eventos musicais no mundo” fornece um número mais elevado de eventos e, durante o período de análise, alguns deles tiveram início, levando assim à substituição por novos eventos na fonte. A fonte de “eventos musicais em Portugal” fornece menos eventos embora em número superior ao requerido. No entanto, as suas datas de realização são mais dispersas, o que se traduz em eventos menos relevantes e consequentemente numa diminuição da relevância da fonte. Este comportamento está de acordo com o esperado, pois a fonte que disponibiliza menos eventos e apresenta um menor dinamismo, no que respeita ao número de novos eventos, deve ser penalizada na sua relevância não contextual.

4.2.2.5 Análise Comparativa de Vários Tipos de Fonte

A relevância não contextual é uma das medidas utilizadas para suportar a selecção da fonte mais relevante. Por isso, é importante que esta permita a comparação entre diferentes tipos de fonte e que apresente um comportamento equilibrado quando vários tipos de fonte são comparados. A figura 11 apresenta a variação da relevância não contextual de 3 tipos de fonte sobrepostos no tempo durante um período de 48 horas.

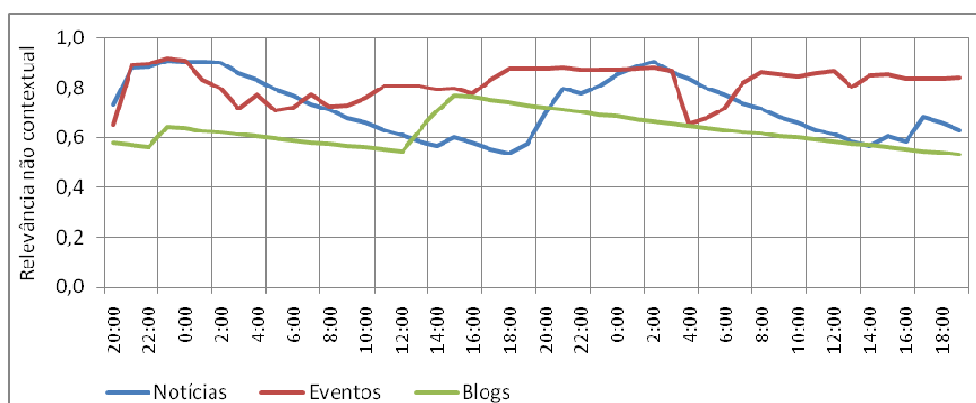


Figura 11: Relevância não contextual: comparação do comportamento de 3 tipos de fonte.

4.2.3 Análise do Comportamento dos Modelos de Relevância Propostos

Esta análise foi suportada por conteúdo de 116 fontes, pertencentes a 6 tipos de fonte, que foi recolhido durante um período de 4 semanas. Durante este período foram realizadas 500000 leituras de fontes que corresponderam a aproximadamente 6000000 de itens.

A análise do comportamento das funções de relevância não contextual durante o período do estudo demonstrou que os modelos propostos revelaram ser adequados a cada caso, exibiram um comportamento adequado quando submetidos a vários tipos de variação na fonte, nomeadamente surgimento de novos itens, actualização de itens, ausência de atributos, etc.

A próxima fase consistiu em avaliar como a noção de relevância não contextual é compreendida pelos utilizadores e usar essa avaliação para realizar alguns ajustamentos nos parâmetros das fórmulas de relevância, de forma a aumentar a semelhança entre o comportamento exibido pelas fórmulas propostas e o seu entendimento pelos utilizadores.

4.3 Avaliação da Pertinência Temporal do Conteúdo (Avaliação E1)

Entre as 3 dimensões de relevância da fonte referidas (número de itens, pertinência temporal e nível de interesse), a dimensão nível de interesse é a mais dependente das características de cada fonte e a menos transferível para outros tipos de fontes e outros tipos de utilização de conteúdo. A dimensão de pertinência temporal é transversal a todos os tipos de fonte e é a mais transferível e aplicável a diferentes tipos de utilização. No entanto, é também a mais subjectiva sendo, por isso, necessário avaliar se os modelos propostos se adequam à percepção das pessoas sobre a pertinência temporal de cada tipo de conteúdo e proceder ao afinamento das constantes utilizadas nas fórmulas propostas.

Nas secções seguintes é apresentado um estudo mais aprofundado, de forma a validar a correspondência das fórmulas propostas com a percepção dos utilizadores.

4.3.1 Ecrã para Apresentação de Conteúdo Temporalmente Oportuno

Como parte desta avaliação foi desenvolvido um protótipo de um ecrã baseado nos modelos de relevância não contextual propostos. O protótipo era constituído por dois ecrãs: o ecrã público e o ecrã de avaliação. O ecrã público era responsável pela leitura do conteúdo das fontes, pelo cálculo da sua relevância e pela selecção e apresentação do conteúdo. O ecrã de avaliação era um ecrã sensível ao toque, de dimensões mais reduzidas, que era responsável pelo suporte ao feedback dos utilizadores e pelo armazenamento da informação da avaliação e dos itens avaliados. Ambos foram executados em computadores pessoais com Windows XP.

A figura 12 mostra ambos os ecrãs que compunham o sistema.



Figura 12: Protótipo para avaliação da pertinência temporal.

O sistema recolhe informação de uma lista de fontes dinâmicas predefinidas e selecciona os itens que são considerados temporalmente mais oportunos para serem apresentados. As fontes dinâmicas estão agregadas em grupos que partilham a mesma fórmula de relevância não contextual e parâmetros de configuração, permitindo assim que a selecção seja realizada entre fontes com critérios semelhantes. A figura 13 apresenta o diagrama do sistema implementado.

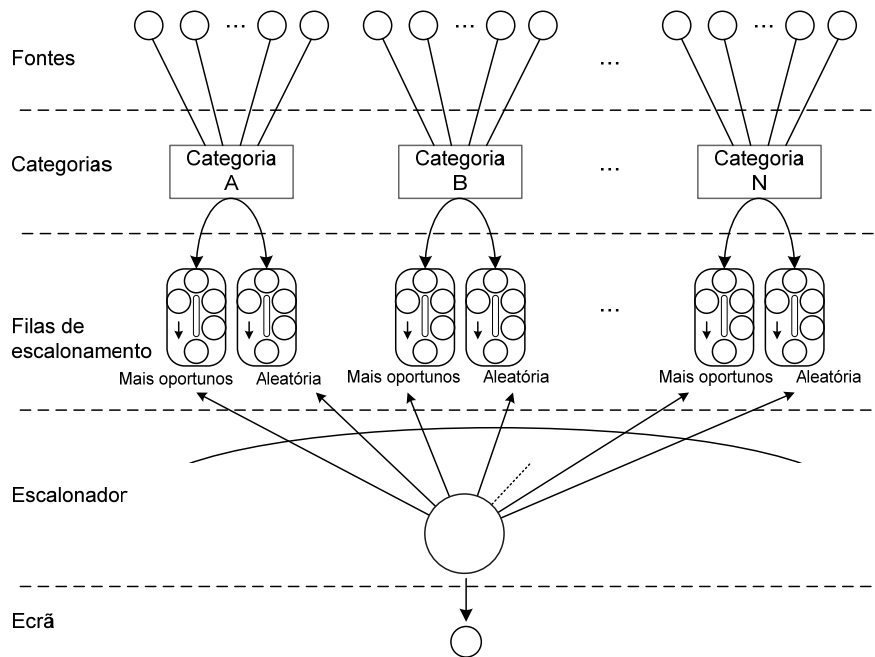


Figura 13: Diagrama do protótipo.

O sistema contém os seguintes elementos:

- Fontes: representam a lista de fornecedores de conteúdo. Inclui fontes de vários tipos, organizadas segundo as categorias definidas anteriormente. As categorias representam as agregações de fontes dinâmicas que partilham características similares na perspectiva da sua sensibilidade a questões temporais.
- Filas de escalonamento: para cada categoria são definidas duas filas. Uma fila com os 15 itens de uma determinada categoria que são temporalmente mais oportunos de acordo com a aplicação dos modelos propostos. Outra fila com 15 itens aleatoriamente seleccionados entre todos os itens da mesma categoria. O conjunto dos itens de todas as filas (2 por categoria) representa o conjunto de itens disponíveis para escalonamento a cada momento. As filas apresentam um comportamento circular.
- Escalonador: selecciona a fila que fornecerá o próximo item a ser apresentado. O escalonador selecciona aleatoriamente a fila, mantendo a proporcionalidade entre o número de selecções entre filas. O algoritmo de escalonamento selecciona da fila pré-seleccionada o item a apresentar.
- Ecrã: é responsável pela apresentação dos itens. Possui uma fila do tipo FIFO com os itens para apresentação.

Quando inserido na fila do ecrã cada item é modelado como uma tarefa para apresentação. Isto significa que é realizada uma alteração de formato e são realizadas transformações em alguns atributos, de forma a adaptar o conteúdo ao formato de apresentação no ecrã.

A interface de apresentação do ecrã (figura 14) foi desenvolvida em Windows Programming Foundation (WPF). O ecrã era constituído por duas partes principais. Uma onde era apresentado o conteúdo, que incluía: o título, a descrição e a fonte que o forneceu. Outra onde eram apresentados, de forma resumida, apenas o título e a fonte dos próximos itens a ser apresentados. Esta era representada lateralmente no ecrã e permitia obter uma perspectiva de dinamismo, na medida em que o conteúdo a ser apresentado ia fluindo através desta lista até atingir o topo, após o qual era apresentado com mais detalhe na parte principal. As iterações entre itens ocorriam a cada 25 segundos.



Figura 14: Imagem do ecrã responsável pela apresentação do conteúdo.

4.3.2 Experiência

Para avaliar os modelos propostos e também alcançar os objectivos adicionais de descobrir possíveis factores que possam influenciar a percepção dos utilizadores relativamente à pertinência temporal do conteúdo, foram usados diferentes algoritmos de escalonamento para seleccionar o próximo conteúdo a apresentar. Durante a apresentação do conteúdo os utilizadores eram incentivados a dar a sua opinião sobre a sua pertinência temporal.

A avaliação foi realizada sob os seguintes pressupostos:

- O tempo de apresentação de cada conteúdo era de 25 segundos.
- As fontes eram actualizadas a cada 60 minutos.

- Após receber um feedback dos utilizadores sobre o conteúdo apresentado existia um período de 5 segundos durante o qual não era possível realizar feedback. Isto foi importante para evitar que o mesmo utilizador tentasse consecutivamente fazer várias avaliações.
- As avaliações dos utilizadores que ocorreram muito próximas do tempo de transição entre itens (menos de 2 segundos após o início de apresentação) não foram consideradas, de forma a evitar possíveis afectações erróneas das avaliações aos itens.
- A avaliação apenas considerou as avaliações dos utilizadores que ocorreram entre o período compreendido entre as 8 e as 20 horas e foram excluídos os dias feriados e fins-de-semana.
- Não era apresentada no ecrã informação sobre atributos temporais de cada item.

4.3.2.1 Fontes de Conteúdo

Para este estudo foram consideradas 117 fontes dinâmicas de conteúdo de interesse geral para a população da Universidade. Este conjunto de fontes incluía conteúdo relacionado com a vida do dia-a-dia do campus (e.g. jornais académicos), conteúdo relacionado com tecnologia, anúncios relacionados com as áreas de interesse do departamento (e.g. empregos em áreas tecnológicas, conferências) e blogs sobre assuntos relacionados com a Universidade e com o meio envolvente. Outro recurso importante foi o serviço de eventos da Universidade do Minho, que é disponibilizado através de um serviço Web e que facultava informação sobre eventos que decorrem na Universidade. Adicionalmente foram incluídas fontes de conteúdo mais genéricas e menos relacionadas com a Universidade, como: notícias regionais, notícias nacionais e notícias gerais sobre desporto.

Estas fontes foram agrupadas de acordo com a sua natureza nas categorias: notícias, blogs, revistas e sítios Web, eventos e anúncios. A tabela 9 contém uma pequena caracterização das fontes utilizadas.

A coluna “itens” indica o valor total de itens disponibilizado em cada categoria. Este valor é meramente indicativo, pois não é constante ao longo do tempo uma vez que o número de itens disponibilizado por cada fonte pode variar.

Tabela 9: Descrição das fontes utilizadas.

| Categoria | Descrição | Fontes | Itens |
|------------------------------|--|---------------|--------------|
| Notícias | A pertinência temporal das notícias está estritamente ligada ao impacto inicial, ao facto de ser novidade. Por isso, a pertinência temporal deste tipo de conteúdo diminui acentuadamente após a sua data de publicação. | 38 | ≅900 |
| Blogs | Uma das diferenças principais entre este conteúdo e as notícias é o período de tempo durante o qual o conteúdo tende a manter-se relevante. A natureza específica do conteúdo disponibilizado por blogs (opiniões, comentários, etc.) faz com que este seja relevante durante um período mais longo. | 22 | ≅400 |
| Revistas e sítios Web | Representa conteúdo fornecido por fontes associadas a revistas e sítios Web. Tipicamente este tipo de conteúdo é actualizado menos frequentemente quando comparado com notícias de jornais ou televisão. | 46 | ≅900 |
| Eventos | A pertinência temporal deste tipo de conteúdo está associada à data de início de cada evento. Esta aumenta na medida em que o tempo em falta até à data de início do evento vai diminuindo. | 1 | ≅10 |
| Anúncios | A pertinência temporal deste tipo de conteúdo está relacionada com a sua data de publicação. O seu comportamento é semelhante ao comportamento do conteúdo proveniente de revistas e sítios Web. | 10 | ≅250 |

4.3.2.2 Escalonamento

O conjunto de itens disponibilizado por todas as fontes de cada categoria permite obter uma lista de itens, a partir da qual o processo de escalonamento selecciona os mais relevantes. Para o propósito desta experiência foram criadas duas filas de escalonamento para cada categoria, cada uma com 15 itens. A fila aleatória contém 15 elementos seleccionados aleatoriamente entre todos os elementos disponíveis dessa categoria. A outra fila contém os 15 itens, da respectiva categoria, que apresentam o valor mais elevado de pertinência temporal, obtido por aplicação da fórmula correspondente.

A tabela 10 apresenta a fórmula usada em cada categoria e os parâmetros de configuração utilizados em cada tipo de conteúdo.

Tabela 10: Fórmula e parâmetros associados a cada fila de conteúdo.

| Categoria | Fontes | Equação | Parâmetros | Itens |
|------------------------------|---------------|----------------|------------------------------|--------------|
| Notícias | 38 | Eq. 1 | K=24 | ≅900 |
| Revistas e sítios Web | 46 | Eq. 1 | K=48 | ≅900 |
| Blogs | 22 | Eq. 1 | K=48 | ≅400 |
| Anúncios | 10 | Eq. 1 | K=48 | ≅250 |
| Eventos | 1 | Eq. 3 | l1=120; h1=96; l2=36; h2=24; | ≅10 |
| | | | | 2460 |

Os valores de K , l e h foram definidos de acordo com a natureza de cada tipo de conteúdo e tendo em conta o comportamento observado durante a análise de 4 semanas.

Cada vez que o escalonador seleccionava um novo item, primeiro seleccionava aleatoriamente a fila correspondente. A selecção dentro de cada fila tinha em consideração o comportamento circular de cada fila.

4.3.2.3 Caracterização do Ambiente de Avaliação

A experiência foi realizada no hall de entrada da secretaria do Departamento de Sistemas de Informação (DSI) da UMinho. Este espaço é frequentado essencialmente por estudantes, investigadores e professores de áreas tecnológicas que se dirigem aos serviços para tratar dos seus assuntos ou que cruzam esse espaço para se dirigirem ao seu local de trabalho. Não é um espaço onde seja expectável um elevado número de pessoas. Existem alguns períodos em que o número de pessoas é mais elevado do que o normal (e.g. durante o período inicial da manhã e antes e depois da hora de almoço), mas durante o restante período o número de pessoas esperado é relativamente reduzido, poucas dezenas por hora.

4.3.2.4 Obtenção de Feedback

Um ecrã sensível ao toque para recolha das opiniões dos utilizadores foi instalado na base do ecrã situado (figura 15). Este ecrã apresentava aos utilizadores a questão “Qual é a sua opinião sobre a actualidade do conteúdo apresentado?” e os utilizadores podiam dar a sua opinião, seleccionando uma de quatro possíveis respostas: muito actual, actual, pouco actual ou não consigo avaliar.

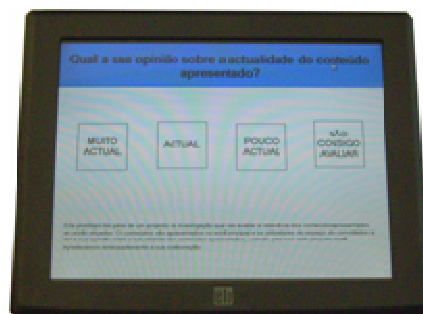


Figura 15: Ecrã de feedback.

Cada resposta foi associada ao conteúdo que estava em apresentação no ecrã principal e a informação sobre o conteúdo e a resposta do utilizador era armazenada numa base de dados.

A forma mais comum de interacção com o sistema era um utilizador que pára para visualizar o ecrã quando vislumbra algum conteúdo que atrai a sua atenção, realizando depois a sua avaliação sobre o conteúdo que lhe foi apresentado. Este possivelmente aguarda pelo próximo conteúdo, mas não era comum um utilizador manter-se em frente do ecrã durante a apresentação de muitos itens.

4.3.2.5 Dados Recolhidos

Durante a avaliação do sistema foi armazenada informação sobre as avaliações realizadas pelos utilizadores e também sobre os escalonamentos efectuados. Cada vez que era realizado um novo escalonamento era armazenada informação sobre o item e a respectiva fonte. Quando era realizada uma avaliação pelos utilizadores era ainda adicionada informação sobre a avaliação, designadamente, a data da avaliação e o valor da avaliação (2 se muito actual, 1 se actual, 0 se pouco actual ou -1 se não consigo avaliar).

A tabela 11 fornece um exemplo da informação armazenada.

Tabela 11: Informação relativa a cada escalonamento que é armazenada na base de dados.

| | |
|--------------------------------|---|
| Início do escalonamento | 26-06-2008 10:15:57 |
| Fim do escalonamento | 26-06-2008 10:16:30 |
| Fila do escalonador | bestVMMagazines |
| ID da Fonte | 56 |
| Fonte | eWeek - RSS Feeds |
| Título do item | KEYNOTE: FLYING KITE IN THE CLOUD |
| URL do item | http://feeds.ziffdavisenterprise.com/~r/RSS/tech/~3/320309660/ |
| Data de publicação | 26-06-2008 7:57:04 |
| Pertinência temporal | 0,96 |
| Data de Feedback | 26-06-2008 10:16:10 |
| Valor de Feedback | 2 |

4.3.3 Análise

Durante as 3 semanas da experiência o sistema realizou 33823 escalonamentos, correspondentes a 8577 itens distintos, pertencentes a 102 fontes. Não foram seleccionados itens de 15 fontes. Durante este período foram realizadas 669 avaliações pelos utilizadores.

Para melhorar a qualidade dos dados obtidos das classificações dos utilizadores, evitando possíveis conflitualidades nas atribuições de algumas avaliações devido à ambiguidade relativa ao item avaliado, as classificações realizadas nos instantes muito próximos do início de cada nova apresentação não foram consideradas no estudo. Também não foram consideradas as

avaliações realizadas durante o período nocturno (20h-8h) e durante os dias de fim-de-semana e feriados. Após esta filtragem foram validadas 320 classificações correspondentes a avaliações de 239 itens distintos fornecidos por 67 fontes distintas.

4.3.3.1 Perspectiva Temporal

O objectivo primordial da análise de dados era compreender como a pertinência temporal de cada tipo de conteúdo, definida através dos modelos propostos, era entendida pelos utilizadores. Ao mesmo tempo pretendia-se avaliar o desempenho dos algoritmos propostos quando comparados com a utilização de algoritmos aleatórios para a selecção de conteúdo.

A tabela 12 resume os resultados das avaliações dos utilizadores.

Tabela 12: Resultados estatísticos sobre os escalonamentos organizados por filas de escalonamento (EP: Erro Padrão; DP: Desvio Padrão).

| Fila | Mínimo | Média | 1º Quartil | Mediana | 3º Quartil | Máximo | EP | DP |
|--|---------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------|-----------|-----------|
| Blogs aleatória | 0 | 0,8 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0,26 | 0,93 |
| Blogs actual | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0,26 | 0,82 |
| Notícias regionais aleatória | 0 | 0,8 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0,22 | 0,67 |
| Notícias regionais actual | 0 | 0,9 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0,19 | 0,8 |
| Revistas e sítios Web aleatória | 0 | 0,8 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0,19 | 0,7 |
| Revistas e sítios Web actual | 0 | 1,1 | 0,9 | 1 | 2 | 2 | 0,2 | 0,73 |
| Anúncios aleatória | 0 | 0,8 | 0 | 1 | 1,1 | 2 | 0,15 | 0,78 |
| Anúncios actual | 0 | 1,1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,16 | 0,54 |
| Eventos aleatória | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,14 | 0,6 |
| Eventos actual | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0,23 | 1,03 |
| Notícias aleatória | 0 | 0,6 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,18 | 0,53 |
| Notícias actual | 0 | 1,1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,16 | 0,54 |

A figura 16 apresenta graficamente uma comparação dos valores médios das avaliações dos utilizadores obtidos entre a fila aleatória e a fila de conteúdo temporalmente oportuno de cada categoria.

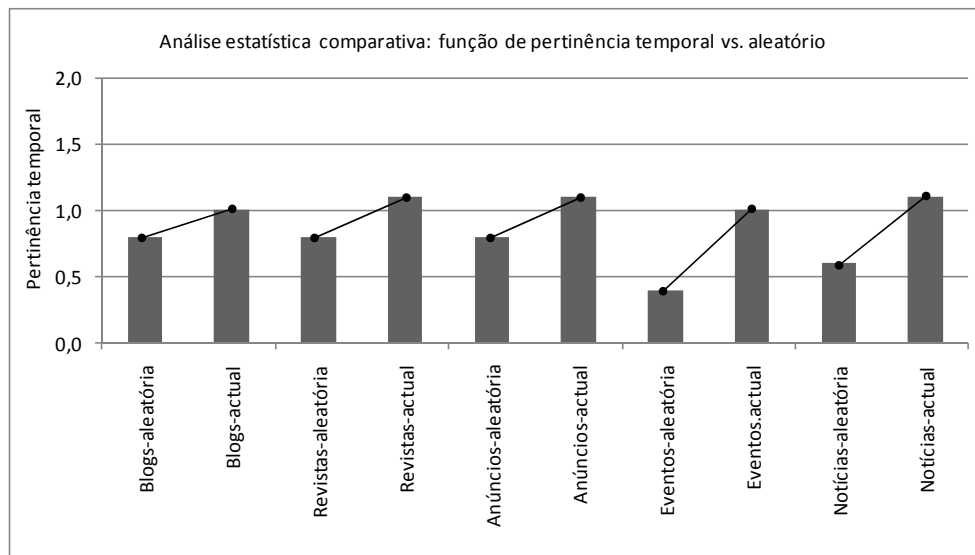


Figura 16: Análise estatística comparativa: valores médios da avaliação da pertinência temporal por categoria.

A comparação entre duas filas de cada categoria (ver tabela 12 e figura 16) mostra um aumento considerável da opinião dos utilizadores relativa à pertinência do conteúdo apresentado, quando este é seleccionado usando as fórmulas propostas (fila "actual"). A situação menos favorável corresponde à categoria de blogs que apresenta uma melhoria de 25%.

Os gráficos das figuras 17-21 apresentam, para cada categoria, a sobreposição do comportamento esperado de acordo com as fórmulas de pertinência temporal propostas e a avaliação realizada pelos utilizadores. O eixo horizontal representa o tempo decorrido desde a data de publicação do conteúdo (ou tempo em falta até ao início do evento no caso da categoria eventos). A existência de filas de conteúdo seleccionado aleatoriamente permitiu obter uma dispersão dos itens pela dimensão temporal.

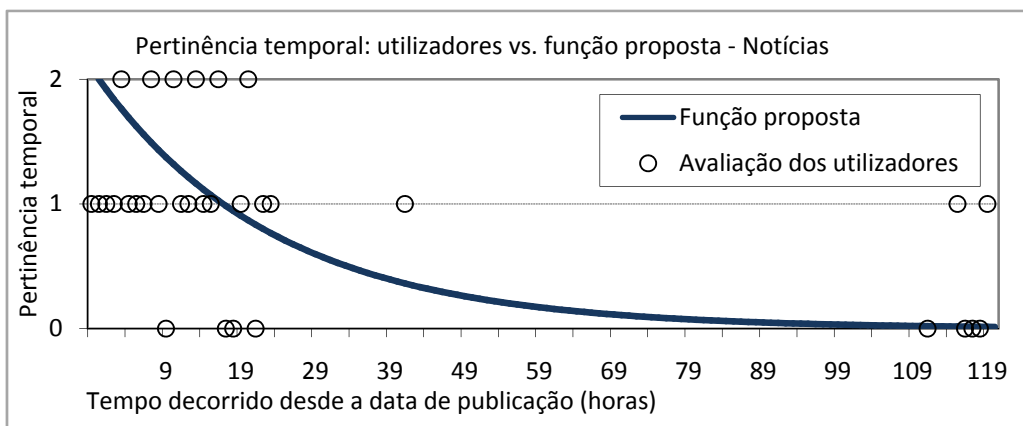


Figura 17: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Notícias.

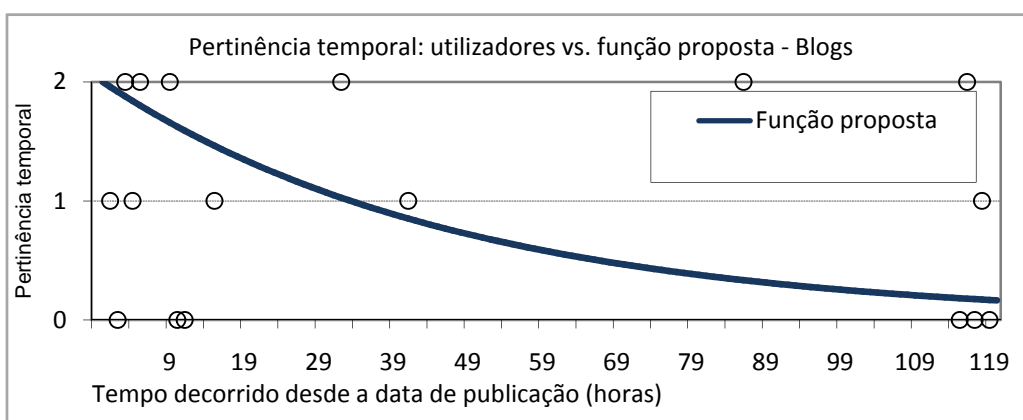


Figura 18: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Blogs.

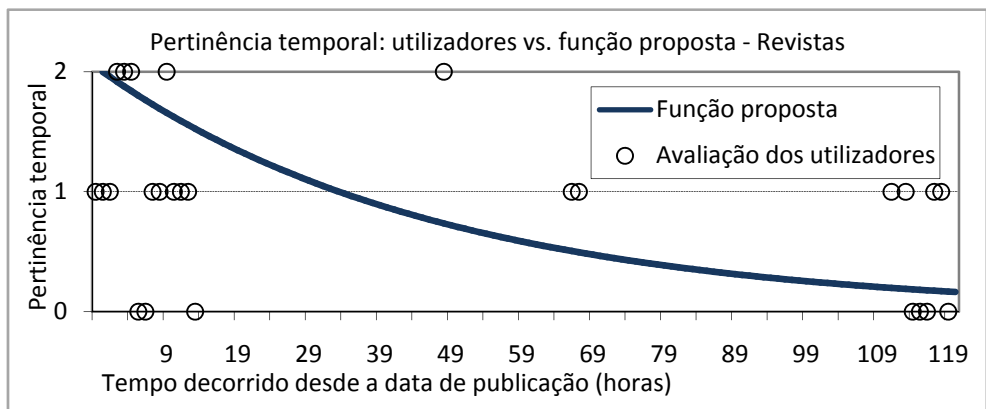


Figura 19: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Revistas.

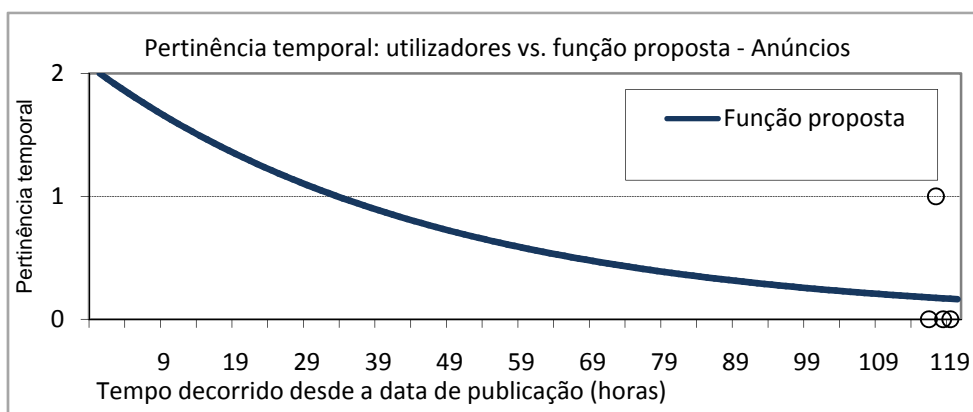


Figura 20: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Anúncios.

Relativamente ao conteúdo da categoria “anúncios” apenas foram realizadas 4 avaliações da sua pertinência temporal. Além disso, os valores da pertinência temporal destes conteúdos, obtidos pela função proposta, são muito baixos devido ao facto de o tempo decorrido desde a sua data de publicação ser elevado. Embora os valores das avaliações realizadas pelos utilizadores indiquem que estes foram avaliados como pouco actualis, o que está de acordo com os valores resultantes da aplicação das funções propostas, o reduzido número de avaliações não permite tirar conclusões fundamentadas acerca desta categoria.

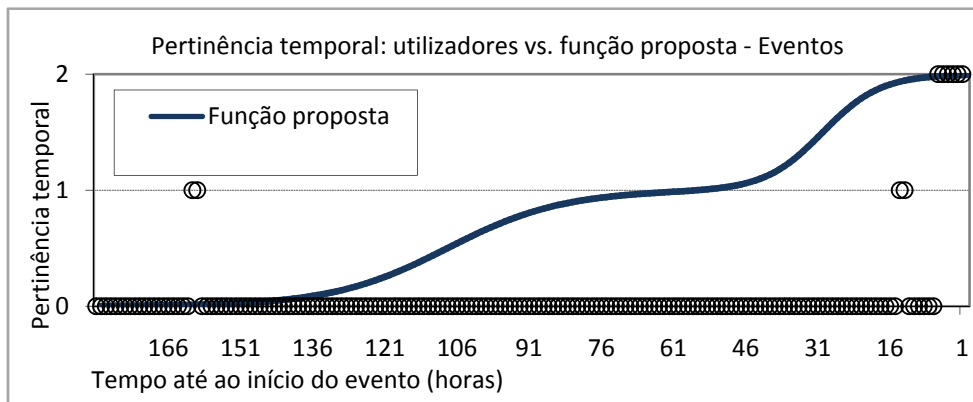


Figura 21: Pertinência temporal avaliada pelos utilizadores vs função proposta - Eventos.

Apesar de uma relativa dispersão das avaliações dos utilizadores, a sobreposição das suas avaliações e da função de pertinência temporal proposta para cada tipo de conteúdo mostra que as avaliações dos utilizadores se aproximam do comportamento apresentado pelas funções. Nas categorias “blogs” e “revistas” as avaliações indicam que os utilizadores tendem a não acentuar de forma tão marcada a diminuição da pertinência temporal ao longo do tempo, sugerindo que a pertinência temporal deste tipo de conteúdo se mantém durante períodos mais longos. Devido ao reduzido número de avaliações obtidas na categoria “anúncios” os resultados obtidos não permitem conclusões fundamentadas.

4.3.3.2 Equidade Entre Categorias

Para avaliar o comportamento dos modelos propostos, quando múltiplos itens de múltiplas categorias competem entre si para obter tempo de apresentação, foi realizada uma experiência complementar.

Nesta experiência, os itens fornecidos pelas 117 fontes de conteúdo (o mesmo conjunto de fontes que foi usado na experiência anterior) eram colocados em iguais circunstâncias para serem seleccionados. A leitura das fontes era realizada em intervalos regulares de forma a manter o conjunto de itens actual e o escalonamento do conteúdo a apresentar foi feito a partir de uma única fila de escalonamento. As fórmulas de pertinência temporal foram aplicadas a cada item de acordo com a sua categoria e a fila de escalonamento era periodicamente actualizada com os 30 itens mais actuais, independentemente da categoria a que estes pertenciam. A selecção dos itens a apresentar foi realizada com base na actualidade de cada item. No entanto, de forma a evitar a apresentação consecutiva dos mesmos itens, eram seleccionados ciclicamente os 30 itens mais actuais.

Nestas condições pretendia-se avaliar o comportamento das fórmulas de pertinência temporal quando itens de várias categorias, configurados com diferentes parâmetros de pertinência temporal, eram colocados em igualdade de circunstâncias para serem escalonados. Mais especificamente pretendia-se analisar se as fórmulas permitiam um comportamento equilibrado entre categorias e se os seus parâmetros de configuração podiam ser afinados no sentido de ajustar a adequação das fórmulas ao comportamento desejado para o ecrã.

A experiência foi realizada por um período de 6 dias durante o qual foram registados os escalonamentos efectuados e os itens disponibilizados em cada categoria. Os resultados desta experiência estão apresentados nas tabelas 13 e 14, agrupando-se em dois períodos temporais: um período que apenas considera os escalonamentos realizados entre as 8h e as 20h (tabela 13) e outro período que considera todos os escalonamentos (tabela 14).

A coluna “itens disponíveis” apresenta o número de itens disponíveis no início da experiência e número de novos itens que foram publicados durante o período em que esta decorreu. A coluna “total de escalonamentos” inclui o número total de escalonamentos em cada categoria, a percentagem de itens de cada categoria e a percentagem de itens dessa categoria que foram escalonados.

Tabela 13: Análise comparativa: equidade entre categorias (período 8h-20h).

| | Itens Disponíveis | | | Ecrã | |
|-----------------------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | Início | Δ Novos | Total escalonamentos | % de tempo de apresentação | % itens distintos apresentados |
| Notícias | 703 | 3166 | 4541 | 53,8% | 21,7% |
| Blogs | 290 | 112 | 1099 | 13,0% | 22,1% |
| Anúncios | 98 | 13 | 8 | 0,1% | 1,8% |
| Revistas & sítios Web | 766 | 427 | 2659 | 31,5% | 21,7% |
| Eventos | 10 | 7 | 132 | 1,6% | 17,7% |

Tabela 14: Análise comparativa: equidade entre categorias (período 0h-24h).

| | Itens Disponíveis | | | Ecrã | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | Início | Δ Novos | Total escalonamentos | % de tempo de apresentação | % itens distintos apresentados |
| Notícias | 703 | 3428 | 9705 | 48,4% | 26,8% |
| Blogs | 290 | 112 | 3221 | 16,1% | 23,1% |
| Anúncios | 98 | 13 | 40 | 0,2% | 2,7% |
| Revistas & W | 766 | 451 | 6752 | 33,7% | 29,3% |
| Eventos | 10 | 7 | 320 | 1,6% | 35,3% |

A comparação dos valores obtidos entre categorias permite observar que algumas delas obtiveram um número de escalonamentos significativamente mais elevado do que outras. Tal é, em parte, devido ao número de fontes utilizado e devido à natureza mais dinâmica de algumas fontes, mas é também um indicador de que alguns parâmetros das fórmulas podem ter de ser ajustados para melhorar a equidade entre diferentes tipos de fontes. Um outro efeito interessante é a existência de diferenças entre o período 8h-20h e o período alargado 0h-24h. Estas diferenças devem-se à natureza de algumas fontes (e.g. geralmente os blogs são actualizados ao fim do dia), mas também devido à localização de origem da fonte. Algumas fontes são actualizadas em outros países que não Portugal e devido às diferenças horárias têm períodos de actualização diferentes. O número relativamente elevado de escalonamentos de eventos, quando comparado com o número de itens disponibilizados, deve-se ao facto de durante o período da experiência terem ocorrido 4 eventos, o que se traduziu em valores elevados da sua relevância não contextual devido à proximidade da sua data de início. Também pode observar-se que apenas uma parte dos itens disponibilizados foi apresentada (21,7% no caso da categoria notícias durante o período 8h-20h). Este facto é uma consequência natural da existência de um número de itens potenciais para apresentação mais elevado do que aqueles que seria possível apresentar nesse período de tempo.

4.3.4 Discussão

Os resultados da avaliação da pertinência temporal do conteúdo mostram que as fórmulas propostas se adequam à natureza de cada tipo de fonte. Os resultados mostram também que a avaliação dos utilizadores relativa à pertinência temporal do conteúdo é melhor quando este é seleccionado usando as fórmulas propostas, denotando uma adequação das fórmulas à percepção dos utilizadores. Adicionalmente, a utilização de parâmetros de configuração das fórmulas propostas permite que estas possam ser ajustadas de acordo com o comportamento desejado para o ecrã.

Quanto ao comportamento de equidade do algoritmo, quando submetido à selecção de vários tipos de conteúdo, os resultados mostram que existem vários factores que devem ser considerados para assegurar um processo de selecção equilibrado. Um ajuste dos parâmetros das fórmulas de pertinência temporal, mediante o comportamento desejado para o sistema, permitirá obter um melhor equilíbrio entre categorias e um melhor ajustamento entre o modelo proposto e a percepção dos utilizadores.

4.4 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram propostos modelos de relevância não contextual para vários tipos de fonte. Estes modelos incorporam as dimensões de relevância relativas ao nível de interesse da fonte e à pertinência temporal do seu conteúdo, são específicos de cada tipo de fonte e apresentam um comportamento adequado à natureza do seu conteúdo.

Na segunda parte do capítulo foi dedicada especial atenção à avaliação dos modelos propostos para representação da pertinência temporal do conteúdo e à sua avaliação por parte dos utilizadores. Os resultados indicaram que os modelos propostos estão de acordo com o conceito de pertinência temporal tal como é entendido pelos utilizadores e demonstraram que a relevância não contextual pode ter um impacto significativo na utilidade do conteúdo apresentado em ecrãs públicos.

5 Sistema de Recomendação de Conteúdo para Ecrãs Públicos

Neste capítulo é descrito o sistema de recomendação de conteúdo dinâmico para ecrãs públicos. São também apresentados os seus componentes principais: o perfil de espaço partilhado, o selector de fontes e o escalonador. Para cada um dos componentes são apresentadas as suas funcionalidades e é descrita a forma como estes interagem entre si. Na parte final do capítulo é descrita a infra-estrutura de software que integra os diversos componentes do sistema de recomendação e que fornece suporte à apresentação do conteúdo.

5.1 Desafios da Recomendação de Conteúdo Dinâmico para Ecrãs Públicos

Tal como referido anteriormente (cf. capítulo “3 Adaptação Dinâmica em Ecrãs Públicos”), os sistemas de recomendação de conteúdo para ecrãs públicos interactivos apresentam várias particularidades que tornam inadequada a utilização das abordagens mais comuns aos sistemas de recomendação (e.g. baseadas em conteúdo, colaborativas e híbridas). Estas particularidades exigem que o sistema suporte as suas decisões num perfil de espaço partilhado que deve integrar as preferências dos múltiplos frequentadores desse espaço e do gestor do ecrã e exige do ecrã um comportamento de compromisso entre estes dois princípios orientadores. Ao mesmo tempo exigem também que o ecrã lide adequadamente com a inexistência de acções explícitas de feedback e que este apresente um comportamento

autónomo no sentido em que é responsável pela procura de fontes adequadas às necessidades dos frequentadores do espaço e pela selecção das que são mais relevantes. A isto deve ainda adicionar-se o facto de os frequentadores do espaço estarem bastante limitados nas formas de influenciarem o conteúdo apresentado no ecrã aumentando, ainda mais, a responsabilidade de selecção e apresentação dos conteúdos mais adequados para cada momento.

Nas secções seguintes é apresentada uma visão geral da arquitectura do sistema de recomendação e de cada um dos seus componentes, sendo para cada um deles explicada a sua função e a forma como contribui para a satisfação dos requisitos impostos pelas características específicas dos espaços com ecrãs públicos interactivos.

5.2 Visão Geral da Arquitectura do Sistema de Recomendação

Para responder de forma apropriada ao conjunto de interesses e expectativas dos múltiplos frequentadores do espaço o ecrã deve ser adaptativo e apresentar duas características essenciais: a capacidade de procurar e seleccionar fontes de conteúdo relevantes com base em simples palavras-chave que actuam como “sementes” para a busca de conteúdo, mantendo um comportamento alinhado com as expectativas do gestor do ecrã, e a capacidade de responder de forma apropriada aos interesses do espaço que continuamente vão evoluindo devido à sua natureza pública e às acções dos utilizadores sobre o ecrã. Esta abordagem pressupõe uma organização do sistema de recomendação em 3 subsistemas: o perfil do espaço, o seleccionador e o escalonador. A figura 22 apresenta a arquitectura do sistema e as interligações entre os seus diferentes módulos.

O perfil do espaço partilhado deve representar as palavras-chave resultantes das interacções dos seus visitantes e da especificação de interesses do gestor do ecrã, considerando a sua perspectiva temporal. Isto significa que as palavras-chave resultantes das interacções devem incorporar nas suas características atributos que permitam representar a importância de cada contribuição no espaço.

O selector, com base na informação do perfil do espaço, deve ter a capacidade de procurar na Web fontes de conteúdo que sejam apropriadas como fornecedores de conteúdo situado para apresentação no ecrã e deve seleccionar para apresentação apenas aquelas que são mais relevantes. Como resultado desta selecção de fontes de conteúdo é obtido um conjunto de

fontes que são organizadas de acordo com o tópic de interesse (palavra-chave) que lhe deu origem.

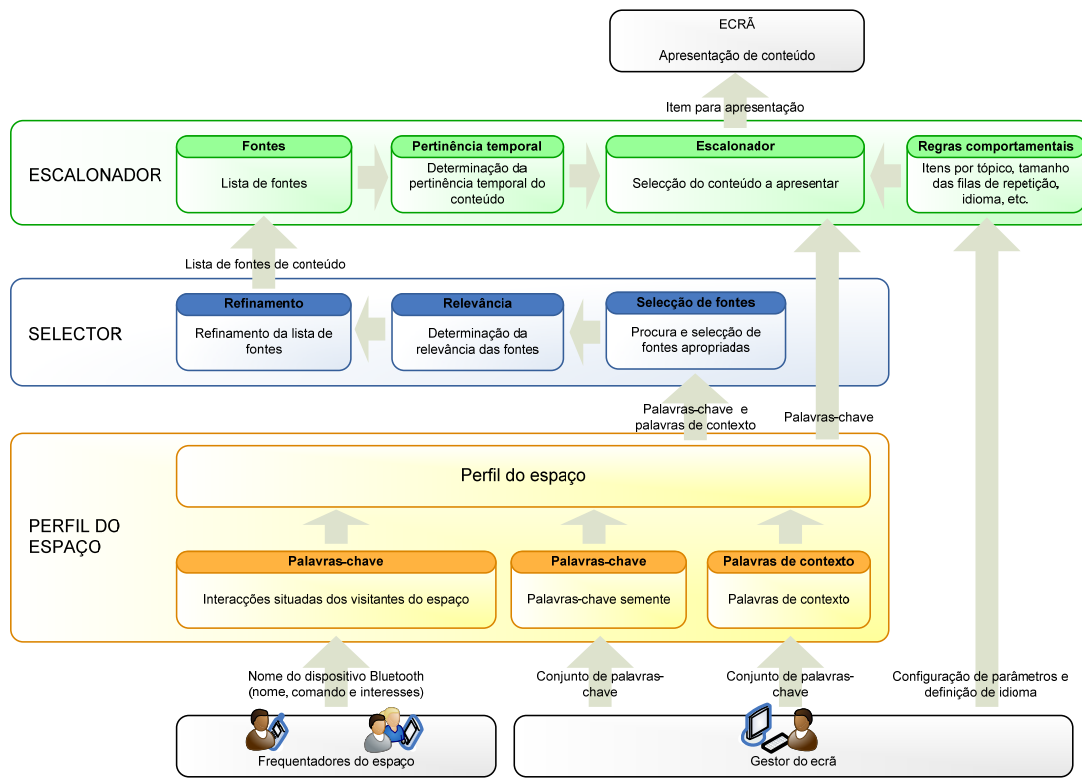


Figura 22: Arquitectura do sistema de recomendação.

Durante a fase de procura e selecção de fontes, a unidade manipulada é a fonte. Este facto é importante uma vez que:

- Permite uma maior abrangência em termos de conteúdo relacionado. Por exemplo, uma fonte obtida para a palavra-chave *informática* fornece conteúdo relativo a essa palavra mas pode também fornecer conteúdo de tópicos relacionados, e.g. *internet, computadores*.
- Permite a utilização de indicadores de relevância externos para conhecer a relevância externa da fonte, i.e. qual a relevância da fonte do ponto de vista de outros utilizadores. Esta funcionalidade permite a exclusão de fontes que são consideradas pouco relevantes e a inclusão apenas das fontes mais relevantes como fornecedores de conteúdo.

O escalonador é responsável pelo escalonamento do conteúdo para apresentação. Para isso deve determinar qual o tópico de interesse mais adequado a cada momento e deve determinar a utilidade de cada item disponível para apresentação. A utilidade do item é

calculada tendo em consideração várias dimensões de utilidade e é seleccionado para apresentação o conteúdo que permite obter um valor de utilidade mais elevado.

Na fase de escalonamento a unidade manipulada é o item. Tal permite a utilização de mecanismos de selecção mais exactos e um maior ajustamento às necessidades do espaço, principalmente porque:

- Permite um melhor ajustamento ao perfil do espaço.
- Permite a utilização de dimensões de utilidade individuais representativas das especificidades de cada item. Nem todos os itens da mesma fonte apresentam o mesmo valor de relevância. Estes podem apresentar diferentes valores de pertinência temporal, em alguns casos podem estar totalmente desactualizados ou podem apresentar descrições sem conteúdo.

5.3 Sistema de Recomendação: Perfil do Espaço Público

Esta secção descreve como o gestor do ecrã e os frequentadores do espaço realizam as suas interacções de forma a influenciar o comportamento do ecrã. Descreve também como estas são representadas num único perfil de espaço partilhado que caracteriza a envolvente social do ecrã.

5.3.1 Tag clouds para Representação do Perfil do espaço

Em cenários de ecrãs públicos, onde os utilizadores estão bastante limitados nas formas de interacção, a utilização de palavras-chave para especificação de preferências apresenta algumas vantagens. Elas são simples de gerar, mesmo com mecanismos de interacção limitados, podem ser descritas através de tarefas simples, são facilmente integradas e combinadas de formas diversas e são facilmente consumidas e utilizadas por outras aplicações.

Todavia é necessário avaliar se os utilizadores conseguem descrever os seus interesses usando palavras simples e se estas permitem obter fontes de conteúdo apropriadas e de acordo com as expectativas dos utilizadores que as sugerem. Para isso, a decisão de suportar a especificação de preferências em palavras-chave foi precedida de um estudo (cf. “6.4.2 Experiência I – Obtenção de fontes com base em palavras-chave simples” e Experiência E2 “6.4.3 Experiência II – Avaliação do Ecrã num Ambiente Público”) onde foi validada a sua adequabilidade para descrição de preferências. Os resultados mostraram que a utilização de palavras-chave para descrição de preferências é um método simples e adequado.

Para representar de forma conjunta os interesses dos múltiplos frequentadores do espaço e do gestor do ecrã, as palavras-chave são representadas numa estrutura do tipo `tag cloud`. Esta estrutura de dados é muito utilizada para caracterizar textos e interesses de grupos de utilizadores e pode ser facilmente utilizada pelo subsistema selector, permitindo assim a procura e selecção de fontes de conteúdo adequadas às necessidades correntes do espaço.

De forma a representarem adequadamente a natureza dinâmica dos espaços públicos cada palavra-chave é caracterizada por um nível de popularidade e por um nível de presença. O nível de popularidade caracteriza a popularidade da palavra-chave no espaço e está associado ao número de visualizações e ao tempo de exposição dessa palavra. O nível de presença permite identificar se uma determinada palavra-chave está presente ou não no espaço e em caso afirmativo qual a sua intensidade, i.e. por quantos utilizadores está a ser usada. Isto é importante pois as pessoas que ao longo do tempo frequentam um espaço têm interesses e expectativas próprios que, em alguns casos, podem apresentar similaridades com os interesses de outros visitantes mas, em outros casos, podem até ser antagónicos. Além disso, os seus comportamentos também podem ser distintos. Alguns podem simplesmente cruzar o espaço, enquanto outros podem permanecer nesse espaço e até participar em actividades que aí se realizem. É, por isso, necessário diferenciar as contribuições dos frequentadores do espaço de acordo com o seu tempo de exposição e de acordo com a actualidade da exposição, incluindo se a contribuição ainda está presente no espaço ou não. Adicionalmente, também o dono do espaço, como responsável pela gestão do ecrã, tem as suas expectativas relativamente ao conteúdo a apresentar e, por isso, deverá estar habilitado a exercer algum tipo de controlo sobre o seu comportamento. Estas características devem reflectir-se no perfil do espaço, que evolui ao longo do tempo numa constante adaptação à sua envolvente social, tornando-o único e representativo dos interesses do espaço a cada momento.

5.3.2 Contribuições para a Construção do Perfil de Espaço

O perfil do espaço vai ser construído com base em contributos de um gestor do ecrã e contributos das várias pessoas que frequentam o espaço.

A figura 23 ilustra as contribuições dos frequentadores do espaço e do gestor do ecrã para a construção do perfil partilhado do espaço.



Figura 23: Perfil do espaço partilhado.

5.3.2.1 Contribuições do Gestor do Ecrã

O gestor do ecrã deve estar habilitado a exercer algum tipo de controlo sobre o seu comportamento. Este controlo não deve ser feito com base numa especificação de um programa detalhado de conteúdo a apresentar no ecrã, mas sim com base em especificações de alto nível que sirvam de orientação ao seu comportamento. Esta especificação deve incluir orientações sobre o tipo de conteúdo que pretende ver apresentado no ecrã, mas também orientações sobre o seu comportamento em relação às contribuições dos frequentadores do espaço, nomeadamente informação que permita contextualizar as palavras-chave resultantes das interações dos frequentadores do espaço, dando-lhe um sentido mais alinhado com a natureza do espaço.

Palavras-chave Semente

As palavras-chave semente definidas pelo gestor do ecrã são especificadas na fase de configuração do ecrã, podendo, no entanto, ser alteradas de acordo com as suas preferências. Elas representam um conjunto base de tópicos de interesse que suportam o comportamento do ecrã mesmo em situações de reduzida actividade por parte dos frequentadores do espaço. Estudos realizados (cf. secção “6.4.2 Experiência I – Obtenção de fontes com base em palavras-chave simples”) demonstraram que os utilizadores, quando actuam como gestores do ecrã, preferem conjuntos reduzidos de palavras-chave para especificação dos seus interesses. Assim, por exemplo, a especificação dos interesses do gestor do ecrã para um ecrã situado no Departamento de Sistemas de Informação da UMinho, poderia ser, por exemplo {engenharia, informática, tecnologia, internet, ...}. Para um espaço

num centro de desporto poderá ser, por exemplo, {desporto, futebol, andebol, atletismo, ...}.

Palavras de Contexto

Os resultados da experiência E2 mostraram que embora as palavras-chave sejam normalmente eficientes na selecção de conteúdo, elas não são sempre fidedignas na representação dos conceitos que os utilizadores tinham em mente quando as propuseram [cf. “6.4 Obtenção de Fontes de Conteúdo Relevantes (Avaliação E2)”]. Tal deve-se essencialmente ao facto de muitas palavras-chave terem um significado ambíguo originando, por isso, diferentes interpretações e resultando por vezes na apresentação de conteúdo descontextualizado em relação ao significado pretendido.

Para garantir uma maior aproximação entre o significado das palavras-chave e a natureza do espaço onde o ecrã se encontra instalado, as palavras-chave podem ser enquadradas por informação relativa ao contexto do espaço, nomeadamente localização, contexto organizacional, tipo de ambiente, ou mesmo um conjunto de palavras-chave definidas pelo gestor do ecrã. Mesmo simples, estas indicações contextuais podem ser suficientes para tornar menos ambíguas algumas palavras-chave, atribuindo-lhe uma interpretação mais alinhada com a natureza do espaço [73]. Esta informação deve ser cuidadosamente seleccionada de forma a manter o comportamento situado do ecrã, dando uma conotação situada às palavras-chave definidas pelos visitantes do espaço. Usando de novo o cenário da Universidade do Minho, em Braga, a informação de contexto pode ser, por exemplo {Braga, Minho, Educação, Universidade, ...}. Se um visitante sugere a palavra *imagens*, esta palavra interpretada isoladamente tem um significado muito vago e, neste caso, o ecrã pode apresentar imagens de qualquer tópico. No entanto, quando enquadrada no conjunto de informação de contexto pode originar a apresentação de imagens relacionadas com *Braga* ou com *Educação*.

5.3.2.2 Contribuições dos Frequentadores do Espaço

As palavras-chave resultantes das interacções dos frequentadores do espaço são centrais na construção do ambiente social envolvente do ecrã. Devido ao constante movimento de visitantes do espaço, as suas interacções conferem ao perfil do espaço um carácter mais abrangente e dinâmico, transformando-o numa sucessão de múltiplas contribuições individuais modeladas temporalmente.

Estas interacções devem ser suportadas por mecanismos fáceis de utilizar, permitindo aos frequentadores do espaço exporem os seus interesses de forma simples e rápida.

Restrições Técnicas e Sociais

O desenvolvimento de sistemas de suporte às interacções dos utilizadores deve ter em consideração um conjunto de constrangimentos técnicos, relacionados com o tipo de dispositivos a usar, e sociais, relacionados com as acções que os utilizadores necessitam de realizar para as executar e com a sua influência nas suas actividades do dia-a-dia.

Durante o desenvolvimento de sistemas de interacção em cenários de computação ubíqua, e em particular em cenários de interacção com ecrãs públicos, vários aspectos devem ser tidos em consideração:

- Intrusividade e aceitação social: a utilização de sensores para obtenção de informação sobre os utilizadores e as suas actividades e para promoção da interacção homem-máquina é muito comum em ambientes de computação ubíqua. Este tipo de construção de mecanismos de interacção não obstrutivos em objectos que integram o ambiente e as actividades diárias dos utilizadores está implícito no conceito de tecnologia calma introduzido por Weiser [74] e está também relacionado com o conceito de *ambient displays* [75]. Porém a introdução de sensores pode alterar a aparência dos dispositivos ou do ambiente e pode afectar a rotina dos utilizadores, levando ao insucesso do sistema. É, por isso, importante que as acções que os utilizadores necessitam de realizar para completar as interacções com o ecrã sejam realizadas de forma simples e intuitiva e que sejam facilitadoras da cooperação e coordenação entre os vários utilizadores do ecrã.
- Tempo de configuração: a quantidade de tempo dispendido para configurar e realizar a interacção com o ecrã é importante. Tarefas de configuração complexas e demoradas podem causar o abandono da tarefa ou o desinteresse no sistema.
- Robustez e confiança: o ecrã suporta as suas decisões de escalonamento nas interacções dos utilizadores. A utilização incorrecta desta informação pode levar à apresentação de conteúdo inapropriado e sem utilidade, causando assim uma diminuição da utilidade do ecrã. É importante que o ecrã interprete adequadamente a informação das interacções dos utilizadores e que esta seja adequadamente processada para que o ecrã responda oportunamente e com conteúdo relevante às solicitações.

- Portabilidade: os mecanismos de interacção não devem obrigar os utilizadores a transportar dispositivos específicos para interacção com o ecrã. Preferencialmente estas devem ser realizadas usando dispositivos com que os utilizadores estão familiarizados e que utilizam no seu dia-a-dia.
- Usabilidade: as interacções devem ser realizadas através de acções intuitivas sem necessidade de conhecimentos específicos por parte dos utilizadores. Metodologias e dispositivos com os quais os utilizadores estão familiarizados são menos intrusivos e normalmente mais bem aceites pelos mesmos.

Interacções Situadas

A diversidade de frequentadores do espaço e dos seus interesses determinam a natureza do ambiente social envolvente do ecrã. Isto significa que os visitantes do espaço são os principais orientadores do comportamento do ecrã. Para expressar os seus interesses, os frequentadores do espaço podem utilizar a funcionalidade Bluetooth dos seus dispositivos móveis (e.g. telemóvel, PDA), bastando para isso definir o nome do seu dispositivo Bluetooth com os tópicos de conteúdo que gostaria de visualizar no ecrã.

Para evitar a exposição não intencional do nome do dispositivo é necessário introduzir mecanismos que permitam que os nomes definidos pelos utilizadores sejam entendidos como formas explícitas de interacção com o ecrã, evitando assim a apresentação de informação não intencional. De forma a suportar estes requisitos são associados ao perfil do espaço comandos que devem ser utilizados quando se deseja interagir com o ecrã. Esta metodologia permite identificar uma acção intencional e explícita para interagir com o ecrã e permite que possam ser utilizados comandos distintos para influenciar diferentes aplicações em apresentação no ecrã. No caso específico da interacção com o sistema de recomendação deste estudo foi definido o comando `tag`. Assim, sempre que um utilizador pretendesse utilizar o seu Bluetooth device name para influenciar o comportamento do ecrã apenas necessitava de alterar o nome do dispositivo de acordo com o formato `nome tag.topicodeinteresse`. Por exemplo, se pretendesse que o seu device name fosse Pedro e pretendesse expor como interesse o tópico “educação” deveria especificar o nome `Pedro tag.educação`. Cada vez que o sistema detecta um dispositivo com Bluetooth irá interpretar o seu nome e verificar se este segue o formato estipulado para que seja interpretado como uma interacção com o ecrã. Em caso afirmativo a sua contribuição será adicionada ao perfil do espaço, considerando a palavra-chave definida e as suas contribuições

em termos de tempo e hora de exposição. Quanto maior e mais recente for o tempo de exposição dos interesses de um determinado utilizador, maior será o seu contributo para o perfil do espaço.

5.3.3 Construção do Perfil de Espaço

Uma das formas mais simples de incluir esta informação no modelo consiste na contagem das ocorrências de cada palavra-chave. Neste caso na contagem de utilizadores que especificam a mesma palavra-chave nas suas interações. Para ilustrar a adequação desta abordagem considere-se como cenário as 20 sugestões de palavras-chave da figura 24.

Internet computadores universidade dsi braga informática
 guimarães minho programação web braga benfica futebol imagem
 música benfica tecnologia praia informação java

Figura 24: Exemplo de conjunto de palavras-chave de 20 visitantes.

O método mais simples para construção do perfil de espaço com estes dados consiste na agregação das contribuições para que estas reflectam a sua intensidade, i.e. quanto maior é o número de vezes que uma palavra é usada maior é o interesse demonstrado nesse tópicos. Esta é a abordagem usada na construção de `tag clouds`. O resultado é uma lista de palavras em que cada uma está associada a um nível de popularidade. Esta abordagem é utilizada para representar as situações em que uma mesma palavra-chave é especificada por mais de um utilizador. Para o conjunto de palavras-chave definido na figura 24 o resultado está apresentado na tabela 15.

Tabela 15: Lista de palavras-chave ordenadas de acordo com o número de ocorrências.

| Ocorrências | Palavras-chave |
|-------------|--|
| 2 | Braga Benfica |
| 1 | Internet computadores universidade dsi informática Guimarães Minho programação Web futebol imagem música tecnologia praia informação java |

Embora de fácil construção, esta abordagem não lida adequadamente com três questões importantes:

- 1) A ambiguidade e o significado pouco claro de algumas contribuições (e.g. imagem, informação).
- 2) A pertinência temporal das contribuições, i.e. a relevância de cada interacção em função da sua actualidade.

- 3) O tempo de exposição das contribuições, sendo neste caso atribuída a mesma importância a uma contribuição momentânea e a uma contribuição prolongada e por isso mais popular nesse espaço.

A primeira questão pode ser minimizada utilizando abordagens baseadas na co-ocorrência, pois estas permitem utilizar as relações semânticas entre palavras que co-ocorrem. No entanto, de forma a manter as interações simples, foi definido que as interações devem ser realizadas por palavras-chave simples, o que elimina a aplicação desta abordagem. A solução passa pelo enquadramento contextual das palavras-chave resultantes das interações dos utilizadores usando para isso as palavras de contexto especificadas pelo gestor do ecrã. A segunda questão é central na construção do perfil do espaço partilhado. Os espaços públicos são frequentados por uma elevada diversidade de pessoas com diferentes interesses e expectativas, por isso a sua envolvente social é dinâmica e evolui ao longo do tempo. É, assim, importante que o perfil do espaço represente a dimensão temporal das contribuições dos seus visitantes, nomeadamente se a contribuição ainda está presente e o seu tempo de exposição. O perfil do espaço deve representar com intensidades distintas uma interação que ocorreu há um minuto e uma interação que ocorreu há um dia. No que respeita à terceira questão, é importante que a intensidade da contribuição reflecta de forma distinta o efeito de uma contribuição de um minuto e uma interação que se manteve durante uma hora. Este tipo de abordagem permite distinguir as contribuições de visitantes que simplesmente cruzam o espaço e as contribuições de visitantes que permanecem no espaço para realizar uma determinada actividade. Esta característica temporal é incorporada no perfil do espaço através da popularidade da palavra-chave que é determinada em função da sua actualidade e do seu tempo de exposição. Esta abordagem permite que a popularidade de cada palavra-chave aumente consoante o seu nível de presença e o seu tempo de exposição e que diminua com o tempo após deixar de estar presente no espaço.

5.3.4 Caracterização das Palavras Representativas das Interações

Para incorporar todo este conhecimento, cada palavra-chave resultante de uma interação dos utilizadores é caracterizada por um conjunto de parâmetros: a designação da palavra-chave, o seu nível de presença e a sua popularidade. O nível de presença permite saber se uma determinada especificação de interesse ainda está a acontecer e quantos são os utilizadores que a estão a especificar. Este valor é multiplicado por uma constante que permite a atribuição de diferentes valorizações mediante o tipo de interação. A popularidade está relacionada com o nível de presença dessa interação e com a hora e o tempo de exposição da palavra, i.e. há

quanto tempo e durante quanto tempo um utilizador com essa especificação de interesse foi detectado na zona envolvente do ecrã.

A tabela 16 apresenta dois exemplos de palavras-chave com diferentes caracterizações.

Tabela 16: Caracterização das palavras-chave representativas das interacções.

| Palavra-chave | Nível de presença | Popularidade |
|---------------|-------------------|--------------|
| Braga | 0 | 75 |
| Desporto | 2 | 40 |

A análise da tabela permite concluir que apenas a interacção relativa a `desporto` ainda está a acontecer. Assumindo que a constante de valorização do nível de presença é um, isto significa que existem dois utilizadores que estão a especificar a mesma palavra na sua interacção. Embora apresente um nível de popularidade elevado, a interacção que originou a palavra-chave `Braga` já não está a acontecer nesse momento. Neste caso, e não voltando a existir uma interacção com essa palavra-chave, a sua popularidade diminuirá com o tempo até ser nula.

5.3.5 Funcionamento do Perfil de espaço

O perfil do espaço perscruta continuamente dispositivos Bluetooth e analisa o nome do dispositivo no sentido de encontrar comandos específicos que indiquem uma acção intencional de interagir com o ecrã (figura 25). A popularidade e o nível de presença de cada palavra-chave especificada nas interacções são actualizadas tendo em consideração a frequência com que é detectada e o número de utilizadores que especifica essa palavra.

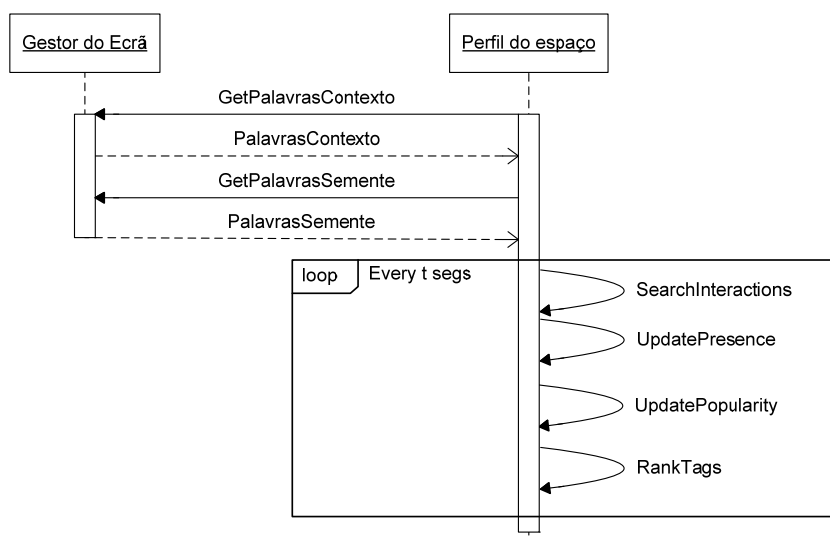


Figura 25: Diagrama de sequência do perfil de espaço público.

5.4 Sistema de Recomendação: Selector de Fontes

Nesta secção é apresentado o selector de fontes, i.e. a abordagem ao problema da obtenção de fontes contextualmente relevantes e apropriadas para o perfil do espaço. O selector é responsável pela procura e pela selecção das fontes de conteúdo mais apropriadas para o perfil do espaço (apresentado na secção anterior) que representa o ambiente social envolvente do ecrã. Não existem fontes de conteúdo predefinidas. A busca e selecção de fontes de conteúdo são feitas com base nas palavras-chave e nas palavras de contexto fornecidas pelo perfil do espaço.

A figura 26 apresenta o fluxo de informação entre o perfil do espaço e o selector.

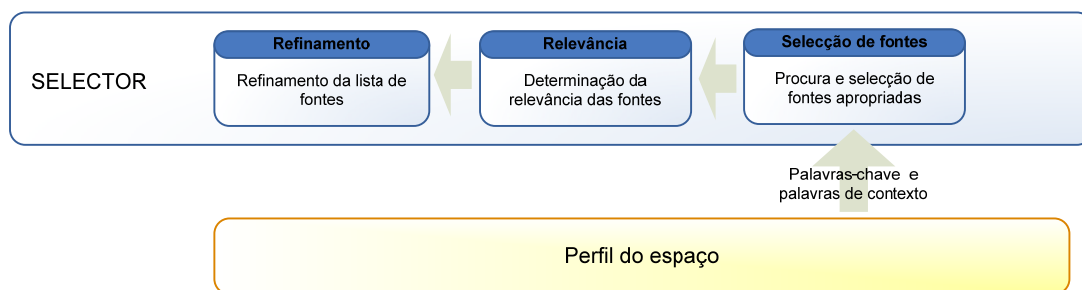


Figura 26: O selector de fontes de conteúdo.

Este subsistema tem como entrada a lista de palavras-chave e respectiva caracterização e a lista de palavras de contexto do perfil do espaço.

Cada palavra-chave do perfil do espaço é utilizada para obter fontes dinâmicas que actuarão como fontes de conteúdo para o ecrã. O selector deve depois determinar a relevância de cada fonte e utilizar essa informação para excluir as fontes que não são relevantes.

A figura 27 mostra a abordagem proposta para a busca e selecção de fontes de conteúdo.

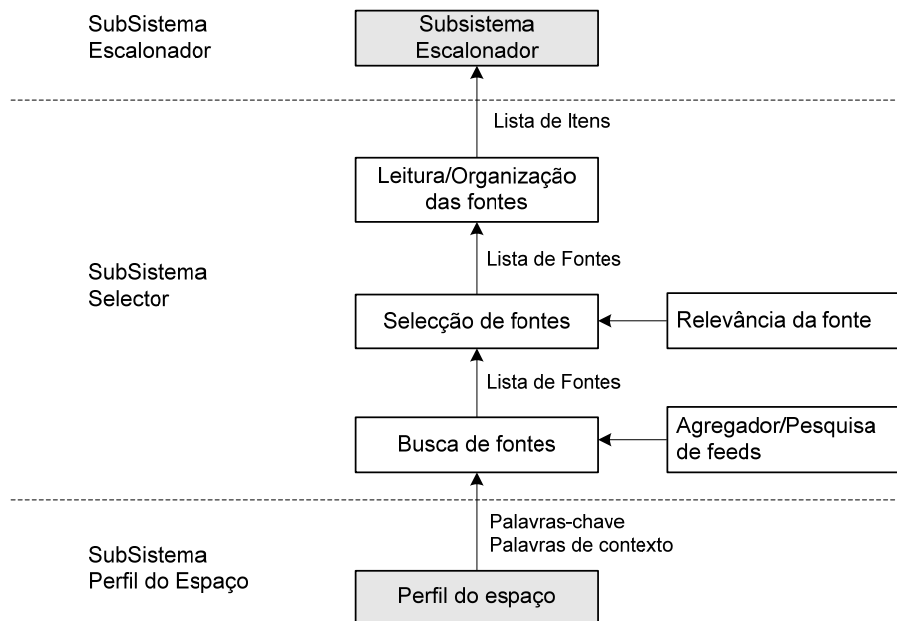


Figura 27: Busca e selecção de fontes de conteúdo.

5.4.1 Busca de fontes

Para suportar as diferentes expectativas dos frequentadores do espaço e a sua liberdade de exposição de interesses, a lista de fontes não pode ser limitada a determinados tópicos de interesse. A contínua alteração do ambiente social envolvente ao ecrã torna necessária a busca constante de fontes de conteúdo adequadas às novas necessidades especificadas nos interesses dos frequentadores do espaço. Este processo obriga à monitorização constante do perfil do espaço e conseqüentemente à busca de fontes para as novas necessidades. Para realizar esta busca, o sistema recorre a API específicas de agregadores e de motores de busca de feeds (e.g. Newsgator API, Destakes API, API específicas de eventos). Estas aplicações disponibilizam API que facilitam o acesso aos seus dados, nomeadamente quanto à organização das fontes, palavras-chave associadas e outra informação relativa ao interesse dos utilizadores (e.g. Google Ajax Feed API¹³ e Newsgator API¹⁴). Com recurso a estas aplicações a busca de fontes de conteúdo é realizada de duas formas distintas. Uma recorre à API do Newsgator [76] para obter fontes de conteúdo associadas a tópicos de interesse. Usando as palavras-chave do perfil de espaço é feita uma busca de fontes através desta API,

¹³ <http://code.google.com/intl/pt/apis/ajaxfeeds/>

¹⁴ <http://www.newsgator.com/ngs/api/>

permitindo obter uma lista de fontes para cada palavra-chave. A segunda selecciona itens obtidos a partir de agregadores e motores de busca de feeds. A busca destes itens é realizada através de APIs que verificam a ocorrência de determinadas palavras nos itens dos feeds. Na primeira situação são obtidas fontes que são catalogadas com determinadas palavras-chave e, por isso, o seu conteúdo pode ser mais abrangente envolvendo tópicos relacionados. Por exemplo, uma fonte que está associada à palavra-chave *informática* pode disponibilizar conteúdo relativo a *Internet*, *informática*, *computadores*, etc. Na segunda situação são apenas obtidos os itens que especificamente referem o tópico pretendido, ou seja, quando se pretende obter conteúdo do tópico de interesse *informática*, este apenas disponibiliza itens que explicitamente referem esse tópico no seu conteúdo. Estes dois processos complementam-se no sentido em que permitem a obtenção de uma lista de conteúdo focado especificamente no tópico de interesse, mas ao mesmo tempo abrangente de modo a incluir tópicos relacionados.

Utilizando a informação proveniente do perfil do espaço, nomeadamente as palavras-chave do perfil e as palavras de contexto, é realizada a busca de fontes considerando a utilização isolada das palavras-chave e a sua utilização conjunta com a informação de contexto. Por exemplo, assumindo os seguintes conjuntos de informação obtidos do perfil do espaço: palavras-chave {*Informática*, *Computadores*} e palavras de contexto {*Braga*, *Ensino*}. Neste caso o sistema realiza a procura de fontes para as palavras *Informática*, *Computadores* e também para os pares *Informática/Braga*, *Informática/Ensino*, *Computadores/Braga* e *Computadores/Ensino*, permitindo estas últimas a obtenção de fontes de conteúdo relacionados com os interesses dos utilizadores e contextualizados pelas palavras de contexto do gestor do ecrã.

Como resultado desta busca obtém-se uma lista de fontes de conteúdo (incluindo, URL do feed, URL da fonte e designação da fonte) para cada palavra-chave do perfil do espaço.

5.4.2 Seleção de Fontes

Embora as fontes incluídas na lista, resultante da pesquisa de fontes de conteúdo, sejam adequadas às necessidades do perfil do espaço, no sentido em que correspondem a tópicos de interesse que nesse instante são populares nesse espaço, a sua relevância pode variar consideravelmente. Estas podem não ter conteúdo actualizado para fornecer ou podem ser fontes de conteúdo pouco utilizadas por outros utilizadores, o que pode denotar pouco interesse nessa fonte ou no seu conteúdo. O facto de a busca de fontes retornar uma lista não

estruturada e sem índices de relevância origina dois tipos de inconvenientes. Um relacionado com a problemática da sobrecarga e sobreposição de informação, devido ao número elevado de itens fornecidos por este tipo de fontes. Outro relacionado com a inexistência de métricas para fazer a distinção entre as fontes que são relevantes e as fontes que não são relevantes. Por isso, é essencial avaliar a sua relevância, de forma a distinguir as fontes que são mais relevantes e que devem ser mantidas como fontes de conteúdo e as fontes menos relevantes que devem simplesmente não ser consideradas como potenciais fornecedores de conteúdo.

Assim, após a obtenção da lista de fontes para as necessidades do perfil do espaço é necessário executar um algoritmo de filtragem, de modo a filtrar a lista de fontes e seleccionar apenas aquelas que são consideradas mais relevantes. A avaliação da relevância da fonte é essencial neste algoritmo.

5.4.2.1 Relevância não Contextual da Fonte

Este indicador representa a relevância da fonte de forma independente do contexto onde o seu conteúdo é consumido. É calculado em função de informação sobre a utilização da fonte por outros utilizadores. Esta informação permite obter uma avaliação importante e pode ser utilizada para melhorar o desempenho do ecrã na selecção das fontes mais relevantes e na exclusão das fontes pouco utilizadas, pouco consultadas e conseqüentemente pouco relevantes.

Para definir a relevância da fonte são usados vários indicadores, nomeadamente a percentagem de utilizadores na Internet que visitam esse recurso, o tráfego Web relacionado com um determinado sítio Web ou o número de utilizadores que subscrevem um determinado recurso. Estes indicadores são demonstrativos do nível de interesse de cada fonte e pode inferir-se que quanto mais altos forem estes valores em relação a um determinado recurso Web maior será a sua relevância.

Traffic Rank

O motor de busca Alexa¹⁵ utiliza uma medida de relevância designada `traffic rank`. Esta medida é baseada na informação de tráfego do `Alexa Toolbar` e representa a popularidade de um sítio Web. Este serviço disponibiliza uma API que permite o acesso, específico por país, a informação como o `traffic rank` e o tráfego associado ao sítio Web.

¹⁵ <http://www.alexa.com/>

O `traffic rank` indica a posição ocupada por um determinado sítio Web em termos de tráfego. Quanto maior o tráfego associado a esse sítio Web melhor será a sua posição no `ranking`. A posição no `rank` é indicada através de um número inteiro positivo. Os valores mais baixos representam uma melhor classificação no `ranking`.

Para poder ser representado na função de relevância da fonte este indicador tem de ser normalizado pois não é representado numa escala com limites. Esta normalização é realizada através de uma função sigmoidal. Esta função é facilmente representada usando dois intervalos e permite obter uma interpolação suave entre os limites desses intervalos. A especificação dos intervalos é usada para definir até que posição do `ranking` as fontes são consideradas relevantes e a partir de que posição essas fontes passam a ser pouco relevantes. Na figura 28 pode observar-se a função de normalização e os intervalos especificados para a função de relevância relativa ao `traffic rank` (TR).

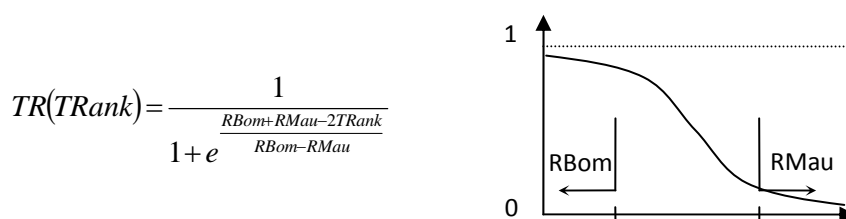


Figura 28: Relevância: Traffic rank.

Onde `RBom` e `RMau` representam respectivamente o limite superior e o limite inferior dos intervalos considerados bom e mau em termos do valor de `rank` do recurso e `TRank` o valor do `rank` da fonte.

Número de Subscrições

O número de utilizadores que subscrevem um determinado recurso é um importante indicador da sua relevância. Um número elevado de subscrições denota um elevado interesse nesse recurso. Este indicador é disponibilizado através de uma API por alguns agregadores de `feeds` (e.g. `Newsgator`). Como não é representado numa escala limitada este valor tem de ser normalizado. Para representar esta normalização utiliza-se um processo similar ao utilizado para a normalização do `traffic rank`. É utilizada uma função sigmoidal especificada através de dois intervalos representando os limites de cada um deles, o que é considerado bom e o que é considerado mau em termos do número de subscrições. A diferença é que em termos de número de subscrições, valores mais elevados correspondem a melhores valores de

relevância e números mais reduzidos de subscrições representam valores mais reduzidos de relevância.

A figura 29 apresenta a função que representa a relevância relativa ao número de subscrições de um recurso (SR).

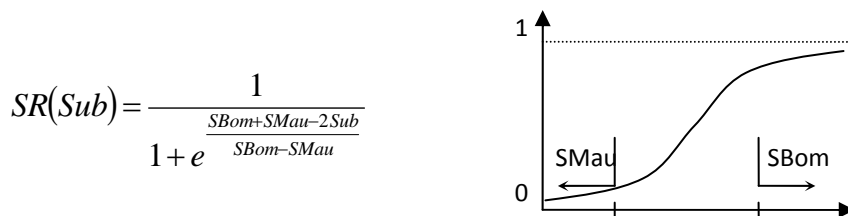


Figura 29: Relevância: Número de subscrições.

SBom e SMau representam respectivamente o limite inferior e o limite superior dos intervalos considerados bom e mau em termos do valor de número de subscrições do recurso e Sub representa o número de subscrições desse recurso.

5.4.2.2 Função de Relevância da Fonte

A utilização de funções sigmoidais para representação de TR (TRank) e SR (Sub) tem a vantagem de permitir destacar de forma positiva as fontes de conteúdo que apresentam valores elevados num dos indicadores TRank ou Sub.

Com base nos indicadores normalizados, `traffic rank` e número de subscrições, é definida a função de relevância da fonte (equação 4).

$$RE = TR(TRank) \times SR(Sub) = \frac{1}{1 + e^{\frac{RBom + RMau - 2TRank}{TBom - TMau}}} \times \frac{1}{1 + e^{\frac{SBom + SMau - 2Sub}{SBom - SMau}}}$$

Equação 4: Função de relevância da fonte.

Este valor de relevância é calculado para cada fonte obtida de acordo com as necessidades representadas no perfil do espaço e é utilizado para filtrar as fontes que não são consideradas relevantes. No caso de fontes de feeds a relevância da fonte é calculada tendo em consideração não o feed mas sim o sítio Web que lhe deu origem. Por exemplo para o caso do feed de desporto do jornal abola (<http://www.abola.pt/rss/index.aspx>) é utilizado o URL do jornal www.abola.pt.

Para alguns valores exemplificativos de `traffic rank` e número de subscrições o comportamento da função está ilustrado na tabela 17. Rank representa o Alexa traffic

rank em Portugal e $TR(\text{Rank})$ a relevância normalizada desse indicador utilizando a configuração $R_{\text{Bom}} = 100$ e $R_{\text{Mau}} = 1000$. Sub representa o número de subscrições do feed em causa e $SR(\text{Sub})$ a relevância normalizada relativa ao número de subscrições usando a configuração $S_{\text{Bom}} = 100$ e $S_{\text{Mau}} = 10$.

Tabela 17: Exemplo de cálculo da relevância da fonte.

| (Palavra-chave) Feed | URL da fonte | Rank/ TR(Rank) | Sub/ SR(Sub) | RE |
|---|--|-------------------|-----------------|--------|
| (Desporto) http://www.abola.pt/rss/index.aspx | www.abola.pt | 12/ 0,7677 | 120/ 0,8091 | 0,6211 |
| (Desporto) http://www.destakes.com/feed/publico_d_esporto/rss20 | www.destakes.com | 358/ 0,6051 | 14/ 0,2868 | 0,1735 |
| (Tecnologia) http://feeds.jn.pt/JN-TECNOLOGIA | www.jn.pt | 7/ 0,7697 | 38/ 0,4067 | 0,3130 |
| (Tecnologia) http://www.tecnobiz.com/rss.xml | www.tecnobiz.com | 10000/ 0,0000 | 3/ 0,2395 | 0,0 |

Esta medida de relevância é usada para seleccionar apenas as fontes que são consideradas mais relevantes, excluindo assim as fontes que são menos relevantes.

5.4.3 Leitura e Organização/Clustering das Fontes

Como as fontes são obtidas com base na palavra-chave do perfil de espaço que lhe deu origem, essa informação é utilizada para as organizar em `clusters` após a eliminação das fontes com valores mais baixos de relevância (ver figura 30). Esta estrutura de `clusters` é importante por duas razões principais. Primeiro porque pode ser usada para melhorar o desempenho do escalonador a longo prazo, ajudando a compreender o histórico dos escalonamentos relacionados com o mesmo tópico de apresentação. Segundo porque facilita o processamento dos itens por tópico de interesse de forma independente dos restantes, permitindo seleccionar os itens mais oportunos e mais relevantes para cada tópico de interesse.

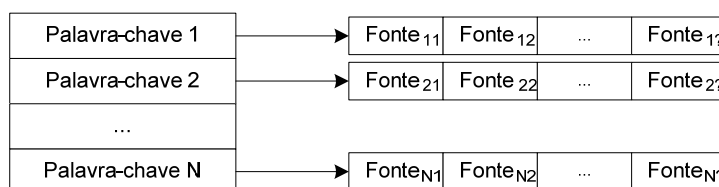


Figura 30: Organização das fontes.

5.4.4 Funcionamento do Selector de Fontes

O funcionamento do selector está representado de forma simplificada no diagrama de sequência da figura 31.

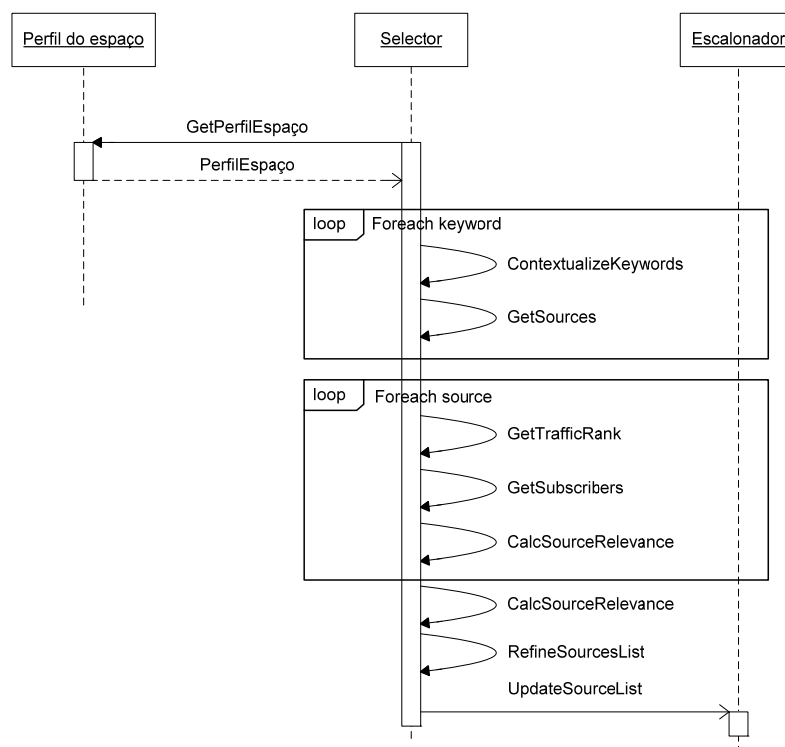


Figura 31: Diagrama de sequência do selector de fontes.

5.5 Sistema de Recomendação: Escalonador

O escalonador (ver figura 32) é responsável pelo escalonamento do conteúdo a apresentar no ecrã. Opera com base na lista de itens por palavra-chave obtidos das fontes seleccionadas pelo selector com os índices de relevância das respectivas fontes de conteúdo, Tag cloud do perfil do espaço com as palavras-chave que caracterizam o espaço e respectivos valores de popularidade e nível de presença e configuração de comportamento definida pelo gestor do ecrã. Com base nesta informação o escalonador deve estar habilitado a seleccionar o tópico de interesse (palavra-chave) mais adequado para ser apresentado e depois determinar a utilidade de cada conteúdo desse tópico, considerando os diferentes critérios de utilidade, e escalonar para apresentação o conteúdo mais útil.

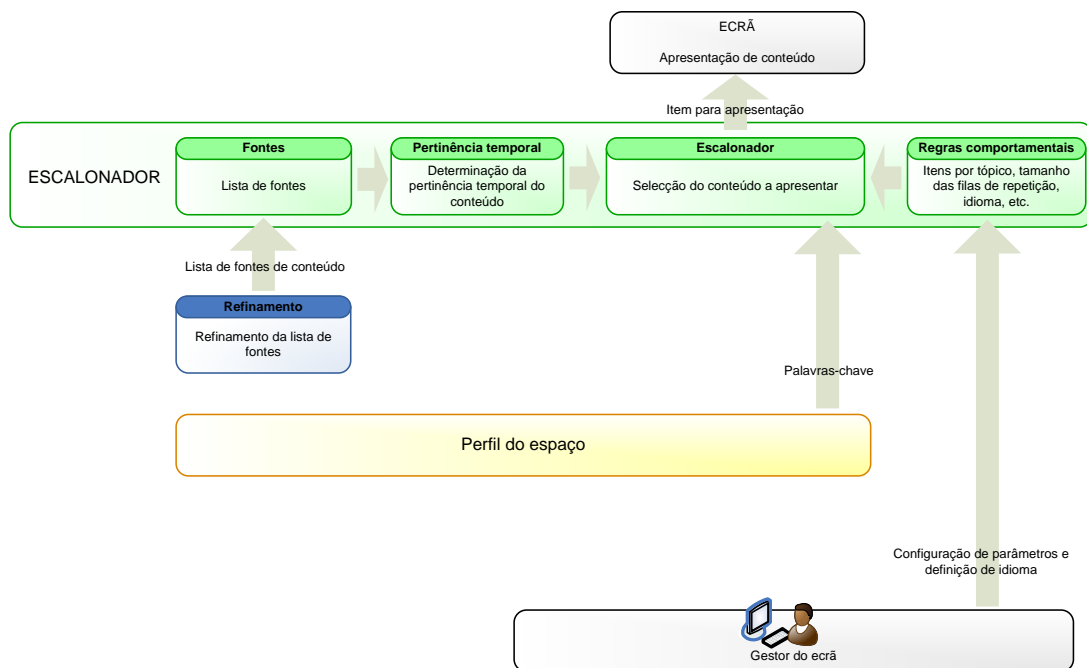


Figura 32: Subsistema escalonador.

5.5.1 Dimensões de Utilidade do Algoritmo de Escalonamento

A selecção de conteúdo deve ser suportada por modelos de utilidade que permitam otimizar a utilidade global do ecrã. Embora o conceito de utilidade seja um pouco vago, e não seja fácil de especificar em termos computacionais, existem quatro aspectos centrais que podem ser usados na sua especificação: a adequação ao ambiente social envolvente do ecrã, as características intrínsecas do conteúdo, o histórico de escalonamentos e as regras de comportamento definidas pelo gestor do ecrã. Estes quatro aspectos representam os quatro pilares da função de utilidade do conteúdo, providenciam um amplo suporte de informação sob diferentes perspectivas e representam a base para o cálculo da utilidade individual de cada item.



Figura 33: Dimensões de utilidade do escalonamento.

5.5.1.1 Especificação do Comportamento do Ecrã

O gestor do ecrã pode configurar um conjunto de parâmetros que actuam como orientadores do comportamento do ecrã. Estes parâmetros incluem recorrência, reactividade, idioma, itens por tópico de interesse, tempo de apresentação e palavras de contexto.

Recorrência

Recorrência ou dimensão das filas de não repetição representa o número de escalonamentos durante os quais um determinado item ou fonte não deve ser apresentado mais de uma vez. Este parâmetro é usado com o objectivo de permitir, ou não, que um determinado item seja apresentado várias vezes durante um conjunto de escalonamentos. Este valor é especificado por dois parâmetros. Um que representa o número de escalonamentos durante o qual a apresentação de um item não deve ser repetida. É representado através da dimensão da lista de itens que representa os itens mais recentemente escalonados. Outro que representa o número de escalonamentos durante o qual a apresentação de itens da mesma fonte de conteúdo não deve ser repetida. Este é representado pela dimensão do histórico do escalonador relativo à lista de fontes que forneceram conteúdo apresentado recentemente pelo escalonador.

Reactividade

Define o nível de reactividade do escalonador, i.e. o seu nível de sensibilidade às interacções dos frequentadores do espaço. Valores mais elevados deste índice significam que o escalonador responderá mais rapidamente e mais frequentemente às interacções dos

frequentadores do espaço. Valores mais baixos significam que o ecrã respeitará mais as especificações de interesses do gestor do ecrã, respondendo de forma menos frequente às interações dos utilizadores. No limite, os valores deste índice podem significar que o ecrã apenas apresenta conteúdo relacionado com os interesses do gestor do ecrã ou que apenas apresenta conteúdo relacionado com os interesses dos frequentadores do espaço presentes nesse momento.

O valor de reactividade não tem influência na utilidade do conteúdo, no entanto é decisivo na selecção da palavra-chave correspondente ao `cluster` que dará origem ao próximo conteúdo a ser apresentado (ver secção “5.5.1.2.1 Selecção do Próximo Tópico de Interesse”).

Idioma

O gestor do ecrã pode especificar um idioma preferencial no qual o conteúdo deve estar representado. Esta definição do idioma influencia a função de utilidade do conteúdo a apresentar, não excluindo, porém, o conteúdo que está escrito numa linguagem diferente. Esta opção está relacionada com o facto de ser dada liberdade aos frequentadores do espaço para a exposição dos seus interesses e, por isso, não fazer sentido a exclusão de conteúdo escrito em outros idiomas, pois representaria uma limitação à liberdade dos utilizadores. Todavia, o conteúdo escrito num idioma distinto do que é especificado sofre uma penalização na sua utilidade, sendo dada preferência ao conteúdo que satisfaz as especificações do gestor do ecrã.

A influência deste parâmetro na função de utilidade de cada item é representada por um factor multiplicativo da utilidade do conteúdo (e.g. 1 se a linguagem é a mesma e 0.5 se a linguagem é diferente) e é representada na utilidade intrínseca do conteúdo.

A especificação de linguagem é realizada usando a terminologia `IETF language tags` [77] (e.g. `pt`, `pt-PT`, `en`, `en-US`).

Itens por Tópico de Interesse

A selecção e a apresentação de conteúdo são realizadas por tópico de interesse. Primeiro é seleccionado o tópico de interesse mais apropriado ao perfil do espaço. Segundo é seleccionado o conteúdo relativo a esse tópico de interesse que apresenta maior valor de utilidade considerando o presente contexto de apresentação.

O número de itens por tópico além de influenciar o escalonamento do conteúdo a apresentar, influencia também o comportamento do ecrã.

Tempo de Apresentação

Este parâmetro representa o tempo de apresentação de cada conteúdo e não tem influência na utilidade do conteúdo.

5.5.1.2 Adequação ao Perfil do Espaço

A adequação do conteúdo apresentado às necessidades do espaço é essencial pois representa a adequação aos interesses especificados pelos destinatários do ecrã. O comportamento do ecrã deve incorporar a especificação de *reactividade* definida pelo seu gestor de forma a responder adequadamente às interações dos utilizadores. De acordo com este parâmetro o escalonador deve seleccionar o tópico de interesse que proporcionará um maior benefício aos actuais frequentadores do espaço, satisfazendo as necessidades daqueles cujas interações são mais populares. É necessário considerar que os comportamentos mais reactivos devem preferencialmente satisfazer as interações dos frequentadores do espaço e com especial ênfase as que ainda decorrem.

O perfil do espaço tem influência directa na utilidade do conteúdo. Existem fontes de conteúdo obtidas a partir dos interesses dos frequentadores do espaço e existem também fontes de conteúdo que são obtidas a partir destes interesses contextualizados com palavras de contexto definidas pelo gestor do ecrã (conforme referido em “Palavras de contexto” secção 5.5.1.1). O conteúdo fornecido por estas últimas, que resultam da satisfação dos interesses dos frequentadores do espaço e da especificação de contexto, é beneficiado em termos de utilidade. A equação 5 mostra como é calculado o factor de penalização/benefício do conteúdo, tendo em consideração as fontes que o fornecem.

$$E_i = \begin{cases} 1 & \text{se } \textit{fonteContextualizada} \\ 0.2 & \text{se } \textit{fonteN\~{a}oContextualizada} \end{cases}$$

Equação 5: Utilidade da dimensão “Adequação às necessidades do espaço”.

5.5.1.3 Utilidade Intrínseca do Conteúdo

Adicionalmente aos metadados associados a cada conteúdo que são utilizados na definição de outras dimensões de utilidade (e.g. fonte do conteúdo que é utilizada na definição da relevância da fonte) cada conteúdo é caracterizado por um valor de relevância intrínseca. Este valor é composto por três indicadores: pertinência temporal, características de conteúdo e idioma de apresentação.

Pertinência Temporal do Conteúdo

A utilidade do conteúdo a apresentar está fortemente relacionada com a sua pertinência temporal. Apesar de adequadamente classificado num determinado tópico de interesse o conteúdo pode apresentar valores de utilidade muito diferentes tendo em conta a sua adequabilidade temporal. Como o conteúdo é fornecido por fontes dinâmicas a sua relevância está sujeita a oscilações consideráveis no que respeita à sua actualidade e é importante considerar a sua relevância temporal de forma a evitar a selecção de conteúdo desactualizado e conseqüentemente sem utilidade para os destinatários do ecrã.

Dada a diversidade de tipos de conteúdo e as múltiplas implicações da dimensão temporal, esta é uma medida essencial na definição de utilidade. Como a avaliação da pertinência temporal difere entre vários tipos de conteúdo, a identificação do tipo de conteúdo é muito importante. Tal como discutido no capítulo 4 (cf. “4.3 Relevância de Fontes Dinâmicas”), a representação da pertinência temporal é específica para cada tipo de conteúdo com fórmulas e parâmetros próprios.

Para identificar a categoria de cada conteúdo é utilizado um `parser` que faz uma análise a determinados atributos da fonte (e.g. URL da fonte, título da fonte, etc.) para determinar indicadores que permitam identificar a sua categoria. A classificação é realizada numa de três categorias: notícias, blogs ou anúncios. Apesar de o sistema suportar outras categorias, como eventos, o conteúdo destas fontes é obtido através de API específicas e por isso a identificação da categoria é conhecida à partida.

Características Textuais do Conteúdo

Porque o conteúdo pode representar diferentes tipos de multimédia como texto, imagens, vídeo, etc. e é fornecido com diferentes características (e.g. dimensão da descrição, idioma, etc.) deve ser analisado e avaliado antes de ser apresentado.

Esta análise é baseada em 3 características: análise textual, imagens e análise de URL.

A análise textual é realizada em duas etapas. Primeiro é analisado o título e a descrição do conteúdo de forma a realizar a conversão do formato HTML em que normalmente são apresentados. Segundo, são obtidas as características relativas ao tamanho (número de caracteres) destes campos. Esta análise baseia-se na ideia de que, por um lado, itens com descrições muito reduzidas contêm pouca informação e por isso geram menos utilidade e, por outro lado, que itens com uma descrição muito longa são penalizados na utilidade que geram,

uma vez que a sua descrição terá de ser truncada para apresentação e por conseguinte podem representar exposições incompletas. Assim esta medida é utilizada de forma a penalizar a utilidade de conteúdo que tem um título ou descrição demasiado reduzidos e com pouca informação (e.g. conteúdo com uma descrição inferior a 50 caracteres é penalizado em 80% na sua utilidade). A equação 6 mostra como a análise textual é incluída na utilidade de cada conteúdo.

$$T_i = \begin{cases} 0.2 & \text{se } \textit{descrição} < 50 \\ 0.4 & \text{se } 50 \leq \textit{descrição} < 200 \\ 1 & \text{se } 200 \leq \textit{descrição} < 1000 \\ 0.8 & \text{se } \textit{descrição} \geq 1000 \end{cases}$$

Equação 6: Utilidade resultante da dimensão textual.

A análise de URL consiste na avaliação do número de URLs existentes na descrição do conteúdo. É avaliada a relação número de caracteres de URL/dimensão do texto. O objectivo deste indicador é a penalização da utilidade de conteúdo cuja descrição contém um elevado número de URL proporcionalmente ao número total de caracteres. Este tipo de conteúdo é normalmente menos informativo.

$$URL_i = \frac{\textit{NúmeroTotalDeCaracteres}}{\textit{NúmeroTotalDeCaracteres} + \textit{NúmeroTotalDeURL} \times 100}$$

Equação 7: Utilidade resultante do número de URL existentes na descrição do conteúdo.

A tabela 18 mostra o comportamento da equação 7 para um item com uma descrição de 250 caracteres.

Tabela 18: Influência do número de URL na utilidade do item.

| Número de URL | URL _i |
|---------------|------------------|
| 0 | 1 |
| 1 | 0,714 |
| 2 | 0,556 |
| 3 | 0,455 |

Assim a utilidade resultante da análise textual é dada pela equação 8.

$$C_i = T_i \times URL_i$$

Equação 8: Utilidade resultante da análise textual.

A análise de imagens não tem influência na utilidade contextual e é realizada com o objectivo de verificar a existência de imagens e extrair os seus URL. Esta informação é posteriormente

processada de forma a permitir a adaptação da apresentação das imagens (e.g. dimensão e posição).

Idioma de Apresentação

A análise de idioma consiste na identificação do idioma em que o conteúdo está apresentado (Ling). É utilizada para influenciar a utilidade do conteúdo tendo em consideração a linguagem especificada pelo gestor do ecrã (EspLing), conforme ilustrado na equação 9.

$$L_i = \begin{cases} 1 & \text{se } Ling = EspLing \\ 0.2 & \text{se } Ling \neq EspLing \end{cases}$$

Equação 9: Utilidade resultante da linguagem do conteúdo.

Função de Utilidade Intrínseca

As três componentes da relevância intrínseca do conteúdo: pertinência temporal, análise textual e idioma são combinadas de forma a representar a utilidade intrínseca do conteúdo.

$$UI = U_{Temporal} \times U_{Linguagem} \times U_{Conteúdo}$$

Equação 10: Utilidade intrínseca do conteúdo (genérica).

$$UI_i = e^{-\frac{EU_i}{K_i}} \times L_i \times C_i$$

Equação 11: Utilidade intrínseca do conteúdo expandida (fonte de um item).

$$UI_{M_i} = \left[\frac{1}{M_i} \times \sum_{n=1}^{N_i} e^{-\frac{EU_{in}}{K_i}} \right] \times \left[\frac{1}{M_i} \times \sum_{n=1}^{N_i} L_{in} \right] \times \left[\frac{1}{M_i} \times \sum_{n=1}^{N_i} C_{in} \right]$$

Equação 12: Utilidade intrínseca do conteúdo expandida (fonte “não evento” com M itens).

$$UI_{M_i} = \left[\frac{1}{M_i} \times \sum_{n=1}^{N_i} \left(\frac{1}{1 + e^{\frac{l1_n + h1_n - 2t}{h1_n - l1_n}}} + \frac{1}{1 + e^{\frac{l2_n + h2_n - 2t}{h2_n - l2_n}}} \right) \right] \times \left[\frac{1}{M_i} \times \sum_{n=1}^{N_i} L_{in} \right] \times \left[\frac{1}{M_i} \times \sum_{n=1}^{N_i} C_{in} \right]$$

Equação 13: Utilidade intrínseca do conteúdo expandida (fonte de eventos com M itens).

Onde:

- M_i representa o número de itens requeridos à fonte i .
- N_i o número de itens fornecidos pela fonte i .
- EU_{iN} o tempo decorrido desde a data de publicação do conteúdo n da fonte i .

- K_i representa o declive da pertinência temporal da fonte i .
- l_1, l_2, h_1 e h_2 os parâmetros de configuração da pertinência temporal da fonte de eventos i .
- L_{in} representa a utilidade resultante da linguagem do conteúdo n da fonte i (ver equação 9).
- C_{in} representa a utilidade resultante da análise textual do conteúdo n da fonte i (ver equação 8).

Se $N_i > M$ são considerados apenas os M itens com maior valor de utilidade na dimensão correspondente.

5.5.1.4 Histórico do Escalonador

A informação relativa aos escalonamentos anteriores representa um importante contributo para a definição da utilidade de cada item. Embora um determinado item se mantenha como o valor de utilidade mais elevado durante um determinado período de tempo, não faz sentido estar a apresentar sempre esse item pensando-se que a sua apresentação permite otimizar a utilidade global do ecrã. Esta visão não é verdadeira uma vez que a apresentação muito frequente do mesmo item pode levar à diminuição da sua utilidade devido à falta de interesse causada pela diminuição do factor novidade.

Considerando o número de escalonamentos realizados poder-se-á fazer uma analogia com a teoria do consumidor (Smith [78]), na qual são considerados dois tipos de utilidade: utilidade total (U_T) e utilidade marginal (U_M). A utilidade total representa a utilidade que se obtém através de todos os escalonamentos de um item, num ciclo ou num intervalo de tempo, enquanto que a utilidade marginal é a utilidade que se obtém com cada um dos escalonamentos. Neste contexto, a lei da utilidade marginal decrescente (1ª lei de Gossen [79]) afirma que à medida que se consome mais do bem (maior número de escalonamentos do mesmo item) a utilidade de cada unidade consumida (cada escalonamento do item) desce. Este comportamento está ilustrado na figura 34.

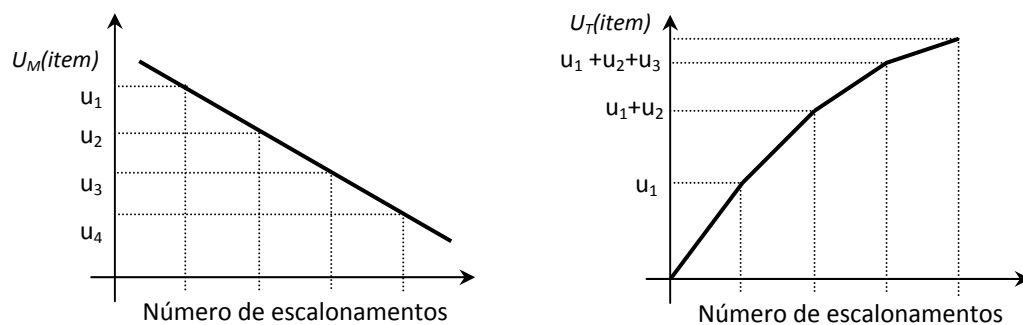


Figura 34: Utilidade do escalonamento Esq: Utilidade marginal Dir: Utilidade total.

Esta visão realça a necessidade de se utilizarem mecanismos que permitam diminuir a utilidade de um item ou tópico de interesse ou mecanismos que permitam controlar a sequência de escalonamentos dos itens tendo em consideração o histórico do escalonador.

É no entanto necessário fazer a distinção entre o histórico de escalonamentos de curto e de longo prazo, uma vez que devido à natureza do espaço onde o ecrã está instalado é aceitável, e até esperado, que algum conteúdo possa ser apresentado várias vezes num prazo mais alargado, isto caso se mantenha ainda relevante. Por outro lado não é espectável que o mesmo conteúdo seja apresentado várias vezes num curto intervalo de tempo pois, neste caso, existe uma elevada probabilidade de o conteúdo ser apresentado várias vezes aos mesmos destinatários, causando uma diminuição da utilidade do ecrã.

Histórico do Escalonador: Influência na Função de Utilidade

O histórico do escalonador tem influência directa em duas fases do processo de escalonamento. Primeiro na selecção do próximo tópico de interesse e posteriormente no escalonamento do conteúdo a apresentar.

No que respeita à selecção do próximo tópico de interesse, esta influência deve considerar que as interacções dos utilizadores devem ser atendidas num tempo útil, de forma a não prejudicar a aceitação do sistema e, por isso, é necessário que o ecrã apresente de forma frequente conteúdo relacionado com as interacções presentes e deve evitar a repetição exagerada do mesmo tópico de interesse e também evitar a repetição muito frequente do mesmo conteúdo. A selecção do tópico de interesse é realizada considerando dois princípios orientadores. Por um lado a utilização do histórico de escalonamentos, principalmente para evitar a selecção consecutiva do mesmo tópico de interesse e a especificação de recorrência realizada pelo gestor do ecrã, por outro lado respeitando a popularidade e a presença das interacções dos frequentadores do espaço e o índice de reactividade definido pelo gestor do ecrã.

No processo de escalonamento do conteúdo o histórico do escalonador é utilizado com o objectivo de incluir no comportamento do ecrã as especificações de *recorrência* definidas pelo gestor do ecrã, nomeadamente relativa à dimensão da janela de fontes e da janela de itens. Estes valores são utilizados para evitar a apresentação de conteúdo da mesma fonte ou a repetição da apresentação do mesmo item durante um determinado número de escalonamentos. Por exemplo, assumindo que HF e HI representam respectivamente o histórico das fontes e o histórico dos itens escalonados anteriormente e que C representa o conjunto dos itens disponíveis para apresentação, o item a seleccionar deverá ser o item com maior valor de utilidade do conjunto D (Equação 14).

$$D = C \setminus (HF \cup HI)$$

Equação 14: Efeito do histórico do escalonador no escalonamento de conteúdo.

5.5.2 Cálculo da Utilidade e Escalonamento do Conteúdo a Apresentar

O processo de escalonamento é realizado em duas fases. Primeiro, o escalonador deve seleccionar a palavra-chave que representa o tópico de interesse mais adequado ao contexto de apresentação e que originará o próximo conteúdo a ser apresentado. Depois, o escalonador avalia a utilidade dos itens disponíveis no tópico de interesse seleccionado e faz o escalonamento do item que permite obter maior valor de utilidade.

5.5.2.1 Selecção do Próximo Tópico de Interesse

A selecção do próximo tópico de interesse depende de 4 factores: o nível de presença da palavra-chave, a popularidade da palavra-chave, o histórico de escalonamentos e o indicador de reactividade especificado pelo gestor do ecrã. A figura 35 apresenta o algoritmo de selecção do tópico de interesse. A reactividade e recorrência especificadas pelo gestor do ecrã estão representadas na constante \mathcal{K} , no processo de ordenação das palavras-chave e no histórico (\mathcal{H}) do escalonador.


```

1  Seja  $p_i$  a popularidade da palavra-chave  $i$ 
2  Seja  $np_i$  o nível de presença da palavra-chave  $i$ 
3  Seja  $rank_i$  a posição ordenada da palavra-chave  $i$ 
4  Seja  $C$  o conjunto das palavras-chave do perfil do espaço
5  Seja  $rankPositions$  o total de posições do rank para distribuir
6  Seja  $H$  o histórico dos tópicos seleccionados
7  Para cada palavra-chave  $i (p_i, np_i, rank_i) \in C$ 
8       $factor \leftarrow p_i / \sum_{j=1}^{\#C} p_j$ 
9       $rank_i \leftarrow p_i \times (factor + 1) \times rankPositions$ 
10     Se  $np_i > 0$ 
11          $rank_i \leftarrow rank_i \times K (K > 1)$ 
12     Ordena  $C$  por  $np$ ,  $rank$ ,  $p$ 
13     Selecciona o 1º elemento de  $C$  não presente no histórico  $H$ 
14     Actualiza  $H$  com o elemento seleccionado

```

Figura 35: Selecção do próximo tópico de interesse.

5.5.2.2 Escalonamento do Próximo Item a Apresentar

Depois de seleccionada a palavra-chave correspondente ao próximo tópico de interesse é necessário escalonar qual o item, pertencente ao tópico seleccionado, que será apresentado. Será escalonado para apresentação o item que permite obter um maior valor de utilidade considerando as condições onde vai ser apresentado. Para que tal seja possível, no momento de escalonar o próximo conteúdo a apresentar, o escalonador deve calcular a utilidade de cada conteúdo disponível para apresentação.

```

1  Seja  $UI_i$  a dimensão de utilidade intrínseca do item  $i$ 
2  Seja  $E_i$  a dimensão de utilidade de adequação ao espaço da
   palavra-chave  $i$ 
3  Seja  $C$  o tópico de interesse seleccionado para apresentação
   (ver figura 35)
4  Seja  $HF$  o histórico das fontes apresentadas anteriormente
5  Seja  $HI$  o histórico dos itens apresentados anteriormente
6  Para cada item  $i \in cluster C$ 
7      Calcula  $UI_i$  (Equação 11/12)
8      Calcula  $E_i$  (Equação 5)
9       $U_i \leftarrow UI_i \times E_i$ 
10     Ordena itens do cluster  $C$  por ordem decrescente de  $U_i$ 
11     Selecciona o 1º elemento do cluster  $C$  não presente no
        histórico  $HF$  e  $HI$ 
12     Actualiza  $HF$  com a fonte seleccionada
13     Actualiza  $HI$  com o item seleccionado

```

Figura 36: Cálculo da utilidade e escalonamento do conteúdo a apresentar.

Tal como referido anteriormente, a utilidade do conteúdo é definido em função de quatro dimensões: utilidade intrínseca, adequação às necessidades do espaço, histórico do escalonador e da especificação de comportamento do gestor do ecrã. A figura 36 descreve o processo de cálculo de utilidade.

5.5.2.3 Processo de Escalonamento

O processo de escalonamento do próximo conteúdo a apresentar envolve assim as seguintes etapas:

1. Selecção do tópico de interesse mais relevante considerando:
 - a. As condições do perfil do espaço actuais.
 - b. O histórico de escalonamentos anteriores.
 - c. A configuração especificada pelo gestor do ecrã.
2. Determinar a utilidade de cada conteúdo do `cluster` correspondente ao tópico de interesse seleccionado, considerando:
 - a. A relevância intrínseca do conteúdo.
 - b. A relevância da fonte do conteúdo.
 - c. O enquadramento da fonte de conteúdo de acordo com o contexto do espaço.
3. Avaliação do impacto do histórico de escalonamentos:
 - a. Análise do histórico e da especificação de recorrência do gestor do ecrã.
 - b. Determinar a influência do histórico na utilidade de cada conteúdo.
4. Escalonar para apresentação o conteúdo que apresenta o valor de utilidade mais elevado.
5. Actualização do histórico do escalonador.

A figura 37 mostra de forma simplificada o comportamento do escalonador no escalonamento do conteúdo a apresentar.

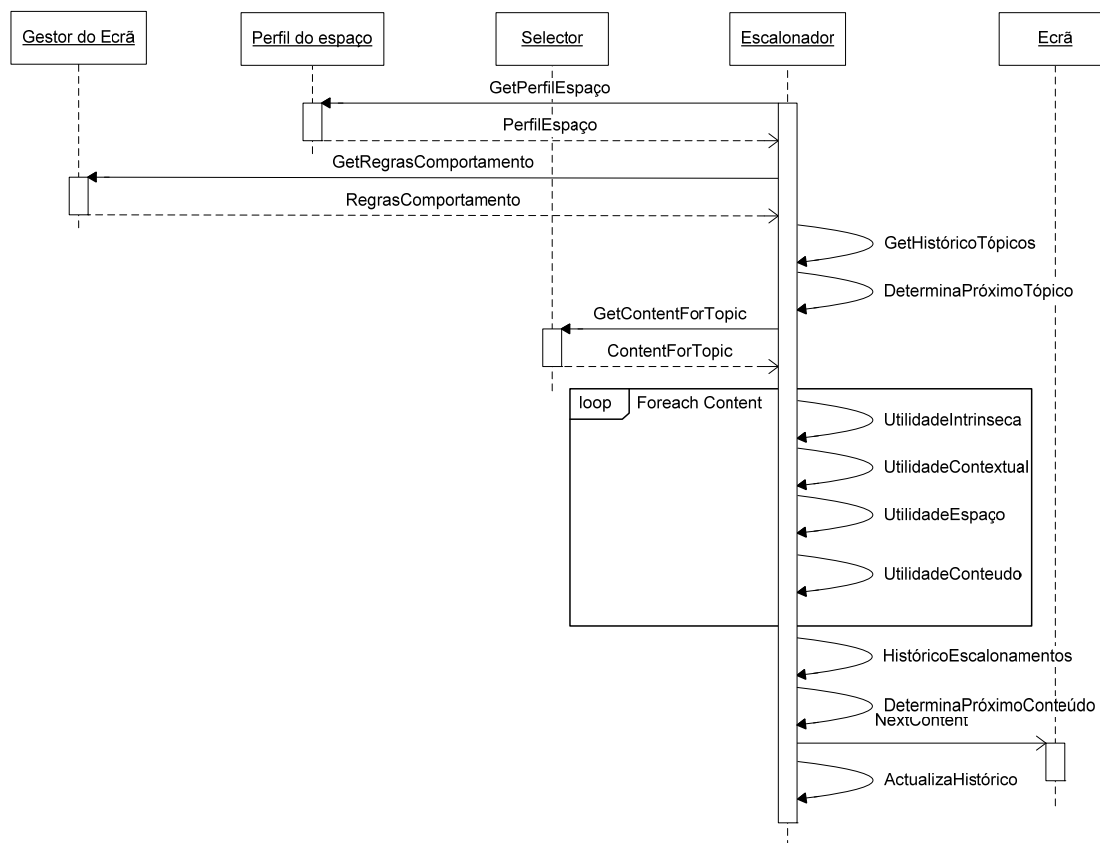


Figura 37: Diagrama de sequência do escalonador.

5.6 Infra-estrutura de Software

A realização do modelo conceptual, descrito nos capítulos anteriores, numa solução completa para recomendação de conteúdo dinâmico em ecrãs públicos interactivos requer a integração correcta dos três subsistemas: 1) O perfil do espaço que representa os interesses conjuntos dos múltiplos visitantes do espaço e do gestor do ecrã; 2) O selector de fontes que faz a procura e a selecção da lista de fontes de conteúdo que sejam adequadas e relevantes para o perfil do espaço; 3) O escalonador que é responsável pela selecção do próximo conteúdo a ser apresentado, tendo em consideração as necessidades do perfil do espaço e as fontes de conteúdo disponibilizadas pelo selector.

Nesta secção é apresentada a infra-estrutura de software que implementa os vários subsistemas do modelo proposto e as várias interacções entre eles. Não é intenção analisar cada subsistema ao pormenor mas sim as interligações e dependências existentes entre si.

5.6.1 Arquitectura Geral

A figura 38 ilustra a concretização da arquitectura que implementa o modelo conceptual definido nas secções anteriores. Os 3 componentes principais da arquitectura são: o perfil do espaço, o selector de fontes e o escalonador.

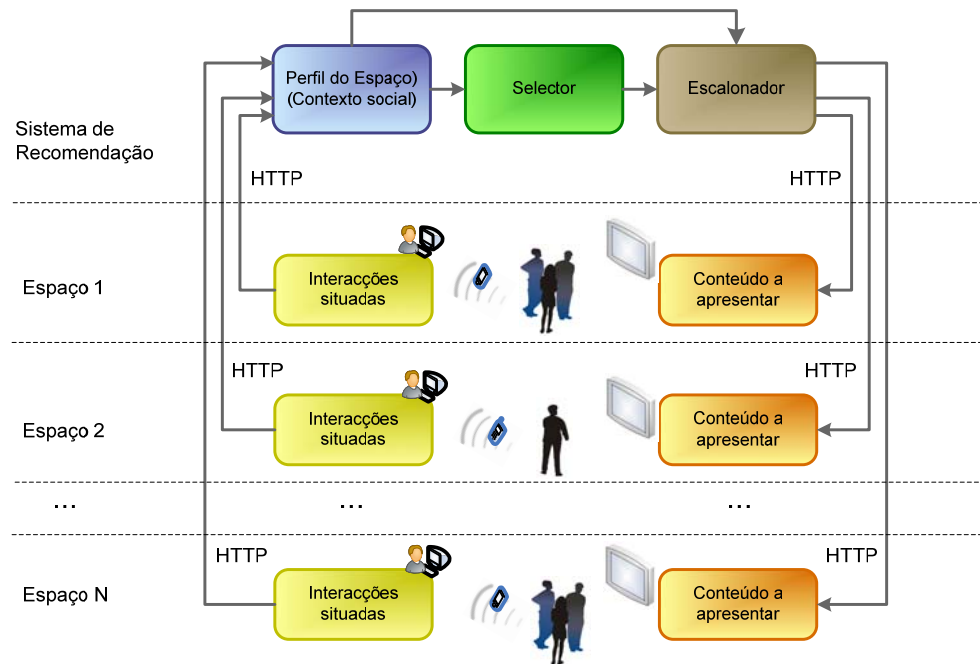


Figura 38: Arquitectura do sistema.

O sistema de recomendação actua como um servidor que adapta as suas decisões às particularidades de cada perfil de espaço e pode ser utilizado para recomendação de conteúdo em vários ecrãs que podem corresponder a diferentes perfis de espaço.

5.6.2 Comunicação entre subsistemas

O módulo `instant places` é responsável pela aquisição e interpretação da informação de contexto que caracteriza o espaço. A sua arquitectura está representada na figura 39 e inclui 2 componentes principais: sensores e serviços (Technical overview of the Instant Places System [80]).

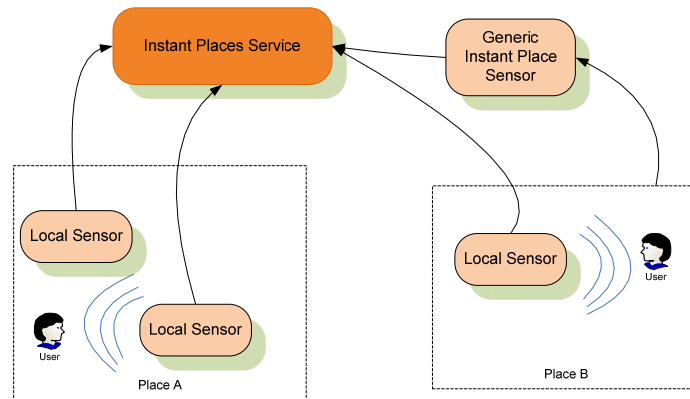


Figura 39: Interações situadas (Instant Places).

Os sensores obtêm as presenças e/ou interações relativas ao espaço onde estão instalados. No caso particular dos sensores responsáveis pela obtenção da informação que é utilizada pelo ecrã deste estudo, os sensores são *scanners* Bluetooth localizados no espaço físico envolvente do ecrã. A sua função é a recolha de informação sobre os dispositivos detectados na sua proximidade.

Cada módulo *Instant Places Service* está associado a um espaço em particular. Este, com base na informação proveniente dos sensores, cria o modelo de dados que é composto pela informação relativa às identidades observadas e pelas suas interações. O modelo de dados é criado com informação actual sobre as presenças e interações no espaço mas também com base no seu histórico e está em constante actualização de acordo com os eventos das presenças e interações. Informação mais detalhada sobre o *Instant Places* pode ser consultada no *Technical overview of the Instant Places System* [80].

O perfil do espaço acede via *http* ao *instant places service* para obtenção de informação relativa às interações dos frequentadores do espaço e palavras de contexto (figura 40).

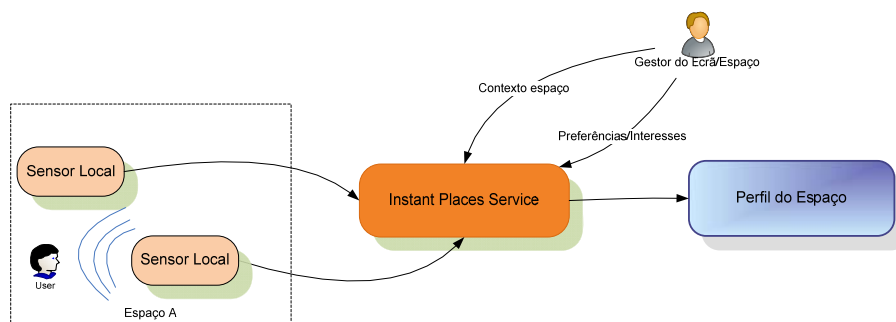


Figura 40: Arquitectura do subsistema perfil do espaço.

O acesso à informação do `instant places` é realizado através de um serviço Web, especificando os parâmetros relativos à identificação do domínio, do espaço e da `tag cloud`. Estes dados permitem identificar inequivocamente as contribuições dos utilizadores em cada espaço (parâmetros, domínio e espaço), distinguindo ainda o comando usado na interacção (parâmetro `tag cloud`) e representam o conhecimento base para a busca de fontes de conteúdo. O pedido de `tag cloud` de um determinado espaço é realizado através de um pedido `http GET`. O formato utilizado no URL é: `http://[servicebaseaddress]/domain/{domainId}/place/{placeId}/tagCloud/{tagCloudName}` em que `domainId`, `placeId` e `tagCloudName` são parâmetros especificados que permitem a identificação da `tag cloud` solicitada. A figura 41 mostra o formato da resposta ao pedido.

```
<tagCloud>
  <tagCloudUrl></tagCloudUrl>
  <name></name>
  <title></title>
  <periodType></periodType>
  <numberOfPeriods></numberOfPeriods>
  <periodDecay></periodDecay>
  <minimumTagLenght></minimumTagLenght>
  <seedTagsOnly></seedTagsOnly>
  <rankLevels></rankLevels>
  <rankAlgorithm></rankAlgorithm>
  <tagCloudWordsUrl></tagCloudWordsUrl>
  <tagCloudContextWords>
    <word></word>
    <word></word>
    ...
  </tagCloudContextWords>
</tagCloud>
```

Figura 41: Representação XML, da resposta a um pedido `http GET`, da `tag cloud`.

A resposta inclui parâmetros relativos à forma como a `tag cloud` foi construída, nomeadamente `periodType`, `numberPeriods`, `periodDecay`, `minumumTagLenght`, `seedTagsOnly`, `rankLevels` e `rankAlgorithm`. Além destes inclui também o URL para a obtenção das palavras-chave que compõem a `tag cloud` e ainda a lista de palavras-chave de contexto definidas pelo gestor do ecrã para esse espaço (`tagCloudContextWords`).

O URL `tagCloudWordsUrl` é utilizado para a obtenção do conteúdo da `tag cloud`. A `tag cloud` é composta por uma lista de `tags` em que cada uma é caracterizada por 4 parâmetros. O nome (`name`) que corresponde à designação da palavra-chave, a popularidade (`popularity`) que corresponde a um indicador de presença acumulada da `tag`, o `rank` e o nível de presença dessa `tag` (`presenceLevel`).

Assim, pode obter-se a lista de `tags` do espaço (`placeId`), através do pedido `http GET` `http://[servicebaseaddress]/domain/{domainId}/place/{placeId}/tagCloud/{tagCloudName}/words`. A figura 42 mostra a estrutura da resposta a um pedido `http GET` da lista de palavras que compõem a `tag cloud`.

```
<tagCloudWords>
  <tagCloudWord>
    <word></word>
    <popularity></popularity>
    <presenceLevel></presenceLevel>
    <rank></rank>
  </tagCloudWord>
  <tagCloudWord>
    <word></word>
    <popularity></popularity>
    <presenceLevel></presenceLevel>
    <rank></rank>
  </tagCloudWord>
  ...
</tagCloudWords>
```

Figura 42: Representação XML, da resposta a um pedido `http GET`, da lista de palavras que compõem a `tag cloud`.

A informação de cada palavra-chave que compõe a `tag cloud` (figura 42) é utilizada em conjunto com as palavras de contexto (figura 41) para a procura de fontes de conteúdo. Após a procura e selecção das fontes de conteúdo o selector produz uma lista de itens para cada tópico de interesse. Cada item é caracterizado por um conjunto de atributos conforme ilustrado na figura 43.

A lista de itens fornecida pelo selector, que é composta por um conjunto de itens por cada tópico de interesse do perfil do espaço, representa o conjunto de conteúdo disponível para o escalonador. O escalonador seleccionará o item que permite obter um valor de utilidade mais

elevado tendo em consideração as condições de escalonamento e a lista de itens disponíveis para ser escalonados.

| | |
|-------------------|---|
| Fonte | Título da fonte |
| Titulo | Título do item |
| Tipo | Notícia, Blog, Anúncio, etc. |
| Source | Designação da fonte que forneceu o item |
| SourceRelevance | Relevância da fonte que forneceu o item |
| Titulo | Título do item |
| Descrição | Descrição do item |
| URL | URL do item |
| PubDate | Data de publicação do item |
| Cluster | Palavra-chave do perfil do espaço que originou o item |
| ImageURL | URL de imagens caso existam no conteúdo do item |
| Timeliness | Pertinência temporal do item |
| ContentRelevance | Relevância da análise textual do item |
| RelevanceLanguage | Relevância relativa ao idioma |
| Subscribers | Número de subscritores |
| TrafficRank | Rank do Alexa da fonte que originou o item |

Figura 43: Caracterização de cada item.

5.6.3 Comunicação com o Ecrã

A comunicação entre o sistema de recomendação e cada um dos ecrãs situados é realizada através de http. Durante a configuração de cada ecrã apenas é necessário especificar qual o perfil do espaço para o qual as recomendações devem ser efectuadas e quais os parâmetros de apresentação (e.g. tempo de apresentação e número de itens por tópico de interesse). O formato utilizado no URL é o seguinte: `http://[servicebaseaddress]/domain/{domainId}/place/{placeId}/tagCloud/{tagCloudName}/time/{presentationTime}/items/{itemsPerTopic}` em que `domainId`, `placeId` e `tagCloudName` são parâmetros especificados que permitem a identificação da tag cloud correspondente ao perfil do espaço, `presentationTime` o tempo de apresentação de cada item e `itemsPerTopic` o número de itens a apresentar por cada tópico de interesse. Outros parâmetros podem ser configurados no sistema de recomendação.

Outros serviços podem ser solicitados, nomeadamente as presenças e a tag cloud representativa do perfil do espaço (cf. figura 42). Esta estrutura permite que facilmente sejam acedidos diferentes serviços e que estes possam ser combinados de forma a permitir diferentes configurações e comportamentos do ecrã.

5.6.4 Operação do Sistema

O funcionamento correcto do ecrã pressupõe a realização de um conjunto de tarefas seja por parte da entidade gestora do ecrã seja por parte dos frequentadores do espaço.

1. O gestor do ecrã deve especificar um conjunto de palavras-chave representativo dos tópicos de interesse da sua preferência.
2. O gestor do ecrã deve especificar um conjunto de palavras-chave representativas de informação contextual do espaço onde o ecrã está situado (e.g. localização, informação organizacional, etc.).
3. O gestor do ecrã deve especificar regras de comportamento do ecrã, nomeadamente: tempo de apresentação de cada conteúdo no ecrã, número de itens consecutivos a apresentar por cada tópico de interesse e recorrência.
4. Os frequentadores do espaço devem alterar o nome do seu dispositivo Bluetooth de acordo com o formato exigido para a especificação de interesses.

5.7 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foi apresentado o sistema de recomendação de conteúdo dinâmico para ecrãs públicos interactivos. Foram também apresentados os seus objectivos e os três subsistemas que o compõem: o perfil de espaço, o selector de fontes e o escalonador.

O perfil de espaço combina numa única estrutura os interesses e preferências dos múltiplos frequentadores do espaço e do gestor do ecrã, caracterizando assim a sua envolvente social. Este perfil caracteriza-se por três particularidades principais: a utilização do nome dos dispositivos Bluetooth como forma de interacção, sinergias entre os interesses dos frequentadores do espaço e os interesses do gestor do ecrã e adaptação ao ambiente social do ecrã.

O selector de fontes é responsável pela procura e selecção de fontes de conteúdo na Web que sejam relevantes e adequadas ao perfil de espaço corrente.

O escalonador é responsável pelo escalonamento do conteúdo a ser apresentado no ecrã. O escalonamento é baseado num modelo de utilidade e é executado com o objectivo de optimizar a utilidade do ecrã. O modelo de utilidade tem em consideração várias dimensões de utilidade, nomeadamente a adequação ao perfil do espaço, a pertinência temporal do

conteúdo, o histórico de escalonamentos, as características do conteúdo e a especificação do comportamento definida pelo gestor do ecrã.

No próximo capítulo é apresentada a avaliação do sistema de recomendação aqui descrito e é analisado como é que o sistema satisfaz os objectivos e as expectativas apresentados no capítulo 1.

6 Avaliação e Discussão

Neste capítulo é apresentada a metodologia de validação do protótipo, são apresentados os resultados alcançados e é explicado como cada uma das premissas de validação desta tese, descritas no capítulo 1, são avaliadas e validadas.

6.1 Desafios de Avaliação

Para serem bem sucedidas as aplicações de computação ubíqua devem ser desenvolvidas tendo em mente o ambiente onde vão ser executadas bem como os seus utilizadores e devem ser avaliadas de forma a confirmar que se integram de forma adequada nas actividades do dia-a-dia dos utilizadores [81]. Estas aplicações devem ser avaliadas nas diferentes fases do seu desenvolvimento e a sua avaliação deve envolver os utilizadores num processo iterativo de melhoria da aplicação. Não obstante, existem várias razões que tornam o processo de avaliação de aplicações de computação ubíqua num processo complexo:

1. As aplicações de computação ubíqua quebram as suposições do utilizador único e das tarefas orientadas à produtividade que estão na base da maioria das técnicas de avaliação usadas. Isto significa que essas técnicas não podem ser aplicadas ou requerem modificações de forma a serem eficazes.
2. As técnicas de avaliação usadas nas fases mais prematuras do desenvolvimento, como avaliação heurística ou *paper-based prototyping*, podem não ser facilmente escaláveis para o número de dispositivos e para os cenários para os quais os sistemas de ubicomp são normalmente desenvolvidos.

3. Os sistemas de computação ubíqua são difíceis de desenvolver e muitos deles nunca são usados fora de ambientes laboratoriais. Isto torna difícil a obtenção de dados de cenários reais através de técnicas de avaliação adequadas a estados de desenvolvimento mais próximos do final [37].

Além disso, a avaliação de sistemas de recomendação especificamente desenvolvidos para ecrãs públicos, como parte de um cenário de computação ubíqua, levanta algumas dificuldades adicionais ao processo de avaliação. Os resultados da avaliação podem ser diferentes mediante o conteúdo que está disponível e mediante os destinatários desse conteúdo e o objectivo com o qual a avaliação é realizada pode diferir em relação aos cenários de recomendação mais comuns. Por exemplo muitos trabalhos centram-se na precisão das recomendações para previsão de *ratings*, outros centram-se na avaliação da frequência com que o sistema leva os seus utilizadores a escolhas inadequadas, no nível de cobertura dos itens disponíveis ou na capacidade de o sistema explicar as suas recomendações aos utilizadores. Nos ecrãs públicos o que é importante é a minimização dos erros de falsos positivos, i.e. o conteúdo que é apresentado no ecrã e que os utilizadores não consideram relevante.

A avaliação da precisão dos sistemas de recomendação para ecrãs públicos é uma tarefa complexa, devido às especificidades referidas anteriormente mas também devido à falta de métricas claras de comparação para a avaliação da adequação do conteúdo ao ambiente social envolvente ao ecrã. Por isso, a avaliação do ecrã será realizada com especial enfoque na percepção dos seus utilizadores sobre o seu comportamento e sobre a adequação e a utilidade do conteúdo apresentado.

Neste capítulo são descritas as várias etapas do processo de avaliação incluindo as metodologias usadas e os resultados obtidos. Tal como referido anteriormente, o processo de desenvolvimento foi realizado em estrita ligação com o processo de avaliação. Durante a implementação de alguns módulos foram avaliados, em cenários realísticos, protótipos do sistema, validando assim a arquitectura e o modelo teórico. Os resultados obtidos através destas avaliações parciais foram sendo incluídos no processo de desenvolvimento, contribuindo para o aperfeiçoamento da arquitectura e da precisão do sistema de recomendação.

6.2 Objectivos de Avaliação

O objectivo principal deste estudo é validar a tese estabelecida na secção 1.4, ou seja demonstrar que modelos de escalonamento adaptativos, suportados por modelos contextualizados de espaço partilhado e modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, permitem aumentar a utilidade dos sistemas de ecrãs públicos situados.

Tal como referido na mesma secção (cf. secção “1.4 Tese”) a validação deste objectivo global implica demonstrar as seguintes premissas:

1. A adequação dos modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo.
2. A adequação do perfil de espaço partilhado.
3. A adequação do modelo de escalonamento adaptativo.
4. Suporte às interações e utilidade do ecrã.

Tendo em conta a abordagem desenvolvida, estas premissas gerais podem ser enquadradas nos objectivos de avaliação especificados nas tabelas 19-21.

Adicionalmente é necessário avaliar o sistema do ponto de vista da sua utilidade como infraestrutura de computação ubíqua. Validar este objectivo inclui a validação de um conjunto de premissas, nomeadamente (adaptado de [37, 82]):

1. Impacto e aceitação: o ecrã deve oferecer algum tipo de benefício aos seus utilizadores. É necessário avaliar se os destinatários do ecrã reconhecem que este gera algum tipo de benefício para o espaço onde está instalado e que não existia anteriormente.
2. Lidar com situações inesperadas: a natureza pública e interactiva do ecrã é potencialmente geradora de situações que podem originar a apresentação de conteúdo ofensivo para os destinatários do ecrã. Este deve lidar de forma apropriada com as interações dos utilizadores que são potencialmente lesivas para os interesses do espaço e evitar a apresentação de conteúdo relacionado com tópicos ofensivos.
3. Estética: o ecrã deve apresentar uma interface agradável, o seu comportamento deve ser facilmente compreendido e o conteúdo apresentado deve ser facilmente lido.
4. Intrusividade: a visão da computação ubíqua como tecnologia calma ou computação invisível implica que a interação com os sistemas não deve ser intrusiva e que não deve exigir demasiadas tarefas dos utilizadores para que estes possam

influenciar o comportamento do ecrã. Preferencialmente o sistema deve disponibilizar aos visitantes do espaço mecanismos de interacção que sejam utilizados sem grande esforço por parte dos utilizadores. A razoabilidade deste esforço influencia fortemente a forma como o sistema de computação ubíqua se integra com o ambiente onde está instalado e a forma como os utilizadores utilizam o sistema. Outro aspecto adicional a considerar nesta avaliação é o nível de personalização permitido pelas interacções e em que medida este está de acordo com as expectativas dos utilizadores.

6.3 Métodos e Critérios de Avaliação

A recolha de informação para avaliação do ecrã é suportada por 3 metodologias distintas:

- Questionários (Q): representam uma forma conveniente para obter feedback sobre ecrãs públicos [37] e são apropriados para avaliar indirectamente os efeitos do ecrã. São adequados para ecrãs públicos que têm uma audiência vasta. Os questionários fornecem informação importante sobre as expectativas dos utilizadores em relação ao ecrã e sobre a sua opinião relativamente ao desempenho do mesmo.
- Registo automático de informação (Logs – L): a informação é armazenada em tempo real durante a operação do sistema e inclui a informação sobre a caracterização do conteúdo apresentado e sobre as interacções com o ecrã.
- Observação directa (O): representa um importante complemento à informação obtida através de questionários e logs. Permite obter informação sobre atitudes e reacções dos utilizadores em relação ao desempenho do ecrã, nomeadamente: a reacção dos utilizadores quando o ecrã apresenta um conteúdo de acordo com os seus interesses, o tempo dispendido pelos utilizadores a observar o ecrã, o tipo de atenção que dedicam ao ecrã, a percentagem de utilizadores que interage com o ecrã, etc.

Os critérios utilizados para avaliar cada objectivo e as metodologias usadas para a recolha de informação estão especificados nas tabelas 19-21.

Tabela 19: Objectivos de avaliação relativos à adequação do modelo de escalonamento.

| | Objectivo | Questão a avaliar | Método |
|-----|--|---|----------------|
| 1.1 | Validar se o gestor do ecrã considera que a personalização do sistema é adequada. | a) A personalização fornecida pelo sistema é adequada para a especificação do seu comportamento? | Q(E3) |
| | | b) Os mecanismos de personalização são fáceis de compreender e de usar? | Q(E3) Q(E2) |
| 1.2 | Validar se os modelos de relevância usados são adequados a cada tipo de conteúdo. | a) O conteúdo apresentado é relevante para o contexto do espaço onde é apresentado? | Q(E3) |
| | | b) O conteúdo apresentado é relevante para os interesses e expectativas dos visitantes do espaço? | Q(E3) L(E3) |
| | | c) As fontes de conteúdo são relevantes e apropriadas? | L(E2) |
| | | d) As funções de pertinência temporal são adequadas às especificidades de cada tipo de conteúdo? | L(E1) Q(E3) |
| 1.3 | Validar se o ecrã se comporta e evolui de acordo com as expectativas do seu gestor e dos visitantes do espaço. | a) O gestor do ecrã reconhece que o ecrã se comporta e evolui de acordo com as suas especificações iniciais? | Q(E3) |
| | | b) Os visitantes do espaço consideram que o ecrã apresenta conteúdo relevante considerando os interesses especificados nas suas interações? | Q(E3) |
| | | c) Os visitantes do espaço consideram que o ecrã responde às suas interações de forma oportuna? | Q(E3) |
| | | d) Os visitantes do espaço reconhecem a resposta do sistema às suas interações? | Q(E3) |
| | | e) O conteúdo apresentado é temporalmente pertinente? | L(E1) Q(E3) |

Tabela 20: Objectivos de avaliação relativos ao suporte da Infra-estrutura.

| | Objectivo | Critério | Método |
|-----|---|--|----------------|
| 2.1 | Validar se o ecrã fornece suporte adequado para que os visitantes do espaço exponham os seus interesses e consequentemente influenciem o comportamento do ecrã. | a) A infra-estrutura fornece suporte adequado às interações dos visitantes do espaço? | Q(E3) |
| | | b) Os mecanismos de interação são adequados para a interação com ecrãs públicos? | Q(E3) |
| | | c) Os visitantes do espaço interagem com o ecrã de forma espontânea e sem ajuda além da disponibilizada visualmente no ecrã? | O(E3) Q(E3) |
| 2.2 | Validar se os visitantes do espaço compreendem a influência das suas sugestões no comportamento do ecrã. | a) Os visitantes do espaço reconhecem a influência das suas interações no comportamento do ecrã? | Q(E3) O(E3) |
| 2.3 | Compreender se a forma de apresentação da informação no ecrã influencia a percepção/compreensão dos utilizadores relativamente à utilidade do conteúdo apresentado. | a) Apresentação da tagCloud que caracteriza o espaço influencia a percepção dos utilizadores sobre o comportamento do ecrã? | Q(E3) |
| | | b) A identificação da palavra-chave do conteúdo apresentado influencia a percepção dos utilizadores sobre o comportamento do ecrã? | Q(E3) |
| | | c) A informação apresentada no ecrã tem um nível de detalhe adequado? | Q(E3) |

Tabela 21: Objectivos de avaliação relativos ao ecrã como uma Infra-estrutura de Computação Ubíqua.

| Objectivo | Critério | Método |
|---|--|-------------------------|
| 3.1 Impacto e aceitação | a) A informação apresentada é relevante para os visitantes do espaço? | Q(E3) |
| | b) Os utilizadores consideram que o ecrã apresenta conteúdo mais relevante quando comparado com soluções que utilizam conteúdo predefinido? | L(E1) L(E2) |
| | c) A percentagem de utilizadores que usa e interage com o ecrã é significativa? | L(E1) L(E2) L(E3) |
| | d) Qual a reacção dos utilizadores quando o ecrã apresenta um conteúdo de acordo com os seus interesses? | O(E3) |
| | e) Quanto tempo permanecem os utilizadores a observar o ecrã? | O(E3) |
| | f) Que tipo de atenção dedicam ao ecrã? | O(E3) |
| 3.2 Manuseamento de situações inesperadas | a) O ecrã lida adequadamente com solicitações de conteúdo ofensivo? | Q(E3) |
| | b) O ecrã lida adequadamente com interacções incorrectas? | L(E3) O(E3) |
| 3.3 Intrusividade | a) O gestor do ecrã considera que a tarefa de especificação do comportamento do ecrã é complexa ou muito trabalhosa? | Q(E2) Q(E3) |
| | b) Os visitantes do espaço consideram que os mecanismos disponíveis para interacção com o ecrã são intrusivos? | Q(E3) |
| | c) Os visitantes do espaço consideram que as tarefas necessárias para configurar o seu dispositivo de interacção são complexas e trabalhosas? | Q(E3) |
| 3.4 Privacidade | a) Os visitantes do espaço consideram que o benefício resultante da interacção com o ecrã é superior ao custo de exposição do seu nome do dispositivo Bluetooth? | Q(E3) |

6.4 Obtenção de Fontes de Conteúdo Relevantes (Avaliação E2)

Para avaliar as metodologias de obtenção de fontes de conteúdo, tendo como base um conjunto de palavras-chave simples representativas dos interesses de um determinado espaço, foram realizadas duas experiências. A primeira para avaliar a adequação e a precisão do método utilizado para a obtenção de fontes. A segunda com o objectivo de avaliar como é que os métodos estudados na primeira experiência são usados e compreendidos pelos utilizadores num cenário de utilização mais realístico.

6.4.1 Objectivos da Avaliação

Para avaliar os métodos de obtenção de fontes com base em palavras-chave simples foram definidos quatro grupos de avaliação: simplicidade do método utilizado; adequação do método

utilizado; padrões de especificação de interesses e relação entre a percepção da relevância das fontes e indicadores de relevância externos. Para cada um destes grupos os objectivos de avaliação foram os seguintes:

- Simplicidade do método utilizado para obtenção de fontes tendo como base a especificação de interesses através de palavras-chave simples:
 - (S1) Validar se os gestores dos ecrãs conseguem, com sucesso, especificar as suas preferências através de palavras-chave simples.
 - (S2) Validar se os gestores dos ecrãs consideram que as suas preferências podem ser especificadas através de pequenos conjuntos de palavras-chave.
- Adequação do método utilizado para a especificação de interesses:
 - (A1) Validar se os gestores dos ecrãs consideram que o sistema responde adequadamente às suas especificações.
 - (A2) Validar se os gestores dos ecrãs consideram que as fontes seleccionadas pelo sistema são adequadas às suas especificações.
- Padrões nas especificações de interesses:
 - (P1) Validar se existem padrões na especificação de interesses entre os vários gestores de ecrãs.
- Relação entre a percepção de relevância e indicadores de relevância externos:
 - (R1) Validar se existe relação entre a percepção dos gestores dos ecrãs em relação à relevância das fontes apresentadas e indicadores de relevância externos.

6.4.2 Experiência I – Obtenção de fontes com base em palavras-chave simples

Esta experiência foi realizada para avaliar a adequação do método utilizado para a obtenção de fontes, tendo como base um conjunto de palavras-chave simples. Os utilizadores foram entrevistados e foi-lhes solicitado que representassem o papel de gestores de ecrã e que especificassem, através de palavras-chave simples, os seus interesses para o conteúdo a apresentar no ecrã.

6.4.2.1 Descrição da Experiência

Foram entrevistadas 25 pessoas, estudantes e investigadores de diferentes áreas, e foi-lhes solicitado para especificarem um conjunto de palavras-chave que representassem tópicos do seu interesse para conteúdo que gostariam de ver apresentado no ecrã.

Após a conclusão da tarefa de especificação de interesses por cada participante, o sistema fazia a procura de fontes e fazia o cálculo da sua relevância através de uma função que considerava dois indicadores externos: o *Alexa Traffic Rank* e o número de subscrições da fonte. Na fase seguinte, o sistema apresentava ao utilizador uma sequência de conteúdo de várias fontes. Para a selecção das fontes a apresentar foram usados diferentes algoritmos e foram apresentadas fontes com diferentes valores de relevância. Para cada fonte apresentada foi colocada ao utilizador uma questão em que lhe era solicitado que avaliasse a relevância da fonte apresentada tendo em consideração a sua especificação de interesses.

O protótipo foi implementado em C# e executado num computador pessoal com Windows XP. Antes de cada participante iniciar a experiência foi-lhe explicado quais as etapas da experiência e quais os objectivos da avaliação.

A experiência consistia nas seguintes tarefas:

1. Cada participante especificava os seus interesses usando no máximo um conjunto de quatro palavras-chave simples (ver figura 44).

MENU DE ESPECIFICAÇÃO DE PREFERÊNCIAS

USANDO PALAVRAS CHAVE

Insira em cada uma das caixas de texto seguintes as palavras chave que considera serem representativas das suas preferências. Cada palavra chave deve ser constituída por uma única palavra. Deve ser inserida uma única palavra chave por caixa.

Nas caixas de texto seguintes insira as palavras chave que correspondem às suas preferências.

Informática

Tecnologia

Ensino

Minho

Figura 44: Formulário para especificação de interesses.

2. O sistema fazia a procura na Web de fontes de conteúdo adequadas às especificações do participante. Existia também uma lista predefinida de fontes de conteúdo. Esta lista não era conhecida pelo participante e incluía fontes de conteúdo de diferentes tópicos

de interesse, nomeadamente generalista, desporto, negócios, tecnologia e cultura. Para cada fonte o sistema obtinha os seus indicadores externos de relevância. No final deste estágio o sistema tinha uma lista de fontes que correspondia aos interesses especificados pelo participante e também proveniente da lista predefinida.

3. O sistema apresentava sequencialmente três itens de cada fonte ao participante, conforme mostrado na figura 45. A selecção das fontes era realizada de forma a apresentar fontes de diferentes valores de relevância e de forma a incluir aleatoriamente fontes com origem na lista predefinida. Não era apresentada aos participantes informação relativa à origem da fonte (da lista predefinida ou resultante do algoritmo). No entanto, eles tinham conhecimento da existência de algoritmos distintos e de que nem todas as fontes apresentadas tinham origem nas suas especificações. Os participantes foram também informados de que não deviam avaliar a pertinência temporal do conteúdo apresentado, apenas a adequação do conteúdo às suas especificações.

Fonte 14 de 20 As suas palavras chave: Informática Tecnologia Desporto Minho

GOOGLE ANUNCIA FIM DO SUPORTE AO INTERNET EXPLORER 6
O Google anunciou que o Google Docs e o Google Sites deixarão de suportar o Internet Explorer 6 (IE6) a partir do próximo dia 1 de Março. «Vamos começar a parar com o suporte e, assim sendo, alguns recursos dos...in Diário Digital - Informática

SLOGAN DE GOOGLE É PARVOÍCE, ADOBE É «PREGUIÇOSA», DIZ JOBS
Steve Jobs afirmou, durante uma sessão interna da Apple, que o slogan utilizado pela Google, «Don't Be Evil», é uma «parvoíce» e que a Adobe é «preguiçosa», revelou o site da revista Wired. Segundo um funcionár...in Diário Digital - Informática

PORTUGUESES CRIAM SOFTWARE DE CONTROLO INTELIGENTE DE PRODUÇÃO
Uma equipa de investigadores de Coimbra criou um software que transforma um vulgar PC num controlador inteligente de sistemas de produção industrial, permitindo optimizar processos, aumentar a qualidade e reduz...in Diário Digital - Informática

Avaliação da adequação do feed apresentado
Como avalia a adequação da fonte apresentada de acordo com as especificações na forma de PALAVRAS CHAVE que especificou?

Figura 45: Avaliação da adequabilidade da fonte às especificações de interesse.

Para cada fonte apresentada o participante respondia à questão “Como avalia a fonte apresentada de acordo com a sua especificação de interesses na forma de palavras-chave?”. A resposta era dada numa escala de 1 a 3 em que 1 correspondia a nada inadequado, 2 correspondia a algo relacionado e 3 correspondia a muito adequado. Existia ainda uma quinta opção que permitia a resposta não sei/não consigo avaliar.

A origem das fontes e os critérios utilizados para a sua selecção não eram do conhecimento do participante e não era apresentada informação sobre o título ou URL

da fonte, de forma a evitar opiniões preconcebidas sobre algumas fontes que fossem reconhecidas pelos mesmos. Eram apresentadas fontes relacionadas com todos os tópicos de interesse especificados pelo participante, excepto se o tópico de interesse não permitisse a obtenção de fontes de conteúdo e eram aleatoriamente intercaladas fontes provenientes da lista predefinida. O sistema apresentava 30 fontes a cada participante. 20 eram provenientes da sua especificação de interesses e eram distribuídas proporcionalmente pelas palavras-chave especificadas. As restantes 10 fontes eram seleccionadas aleatoriamente a partir da lista predefinida de fontes. Eram apresentados 3 itens de cada fonte.

4. Após a avaliação, o sistema armazenava numa base de dados informação relativa a essa fonte e à avaliação do participante. A informação armazenada incluía: título, URL e descrição da fonte; título, descrição de cada um dos 3 itens apresentados; palavra-chave que originou a fonte e se esta era proveniente do algoritmo ou da lista predefinida e ainda informação relativa aos indicadores de relevância externa da fonte e relativa à avaliação realizada pelo participante. A fonte seguinte era apenas apresentada após a avaliação do participante.
5. Na parte final, o sistema apresentava ao participante um questionário para que este desse a sua opinião sobre a experiência e sobre a adequação das metodologias utilizadas. O questionário era constituído por 4 questões:
 - 1) A utilização de palavras-chave para especificação de preferências é um método simples?
 - 2) A indicação de preferências através de palavras-chave é um processo adequado?
 - 3) Qual o número de palavras-chave que considera ajustado para a especificação de preferências?
 - 4) Caso pretenda, indique que outras formas/métodos podia utilizar para especificação de preferências.

As duas primeiras questões eram de resposta de escolha múltipla. Para a primeira as respostas possíveis eram: muito difícil, difícil, fácil, muito fácil; para a segunda as respostas possíveis eram: muito adequado, adequado, pouco adequado, nada adequado. A questão 3 permitia que o participante seleccionasse um dos seguintes intervalos: [0,3], [4,6] e 7 ou mais e finalmente a questão 4 era de resposta aberta.

A informação recolhida durante a experiência foi ainda utilizada para estudar 3 outras questões:

- 1) Relações e padrões entre palavras-chave especificadas pelos participantes.
- 2) Capacidade do sistema para apresentar conteúdo adequado às especificações dos participantes, realizadas através de palavras-chave simples.
- 3) Relação entre a percepção de relevância das fontes pelos participantes e os indicadores externos de relevância.

A primeira questão foi avaliada usando a informação recolhida durante a especificação de interesses dos participantes. Esta não dependia das suas respostas durante a experiência.

A segunda estava estritamente relacionada com a avaliação dos utilizadores relativamente à adequabilidade das fontes em relação às suas especificações.

Finalmente, a terceira, foi analisada considerando as respostas dos participantes relativas à avaliação da adequabilidade e considerando também os indicadores externos de relevância de cada fonte.

6.4.2.2 Análise dos Resultados

Realizaram a experiência completa 25 participantes. A tabela 22 apresenta um resumo dos dados da experiência.

Tabela 22: Resumo dos dados da experiência (E2).

| | |
|---|-----------------------|
| Participantes | 25 |
| Palavras-chave por participante (Média) | 3,3 |
| Total palavras-chave | 83 |
| Palavras-chave (Distintas) | 55 |
| Fontes apresentadas (Total/Especificação) | 726/493 |
| Fontes apresentadas (Distintas) | 327 |
| Sugestões nas questões abertas | 7 |
| 1ª Palavra-chave mais referida | Informática (8 vezes) |
| 2ª Palavra-chave mais referida | Desporto (7 vezes) |

A seguir são descritos os resultados da avaliação de cada uma das premissas dos objectivos de avaliação que foram definidos no início desta secção.

Avaliação da simplicidade do método usado para especificação de interesses

80% dos participantes especificaram facilmente as suas preferências usando palavras-chave simples. No entanto, uma pequena parte dos participantes (cerca de 4%) não compreendeu

correctamente o método de especificação de preferências usando palavras-chave simples e especificou os seus interesses usando palavras com significado pouco claro, como por exemplo verbos (e.g. anda). 16% dos participantes referiram, nas questões abertas, que era importante que o sistema permitisse definir as preferências usando expressões ou usando mais de uma palavra-chave juntamente com operadores lógicos entre elas. Este foi o caso de um participante que pretendia especificar Hello Kitty e outro que pretendia especificar jogos de acção. Contudo, e apesar das dificuldades referidas, mais de 63% das fontes apresentadas foram avaliadas como adequadas ou muito adequadas às especificações dos participantes e 88% referiram que a utilização de palavras-chave para especificação de preferências um processo adequado. Estes resultados mostram que os participantes conseguem especificar com sucesso as suas preferências usando palavras-chave (premissa S1), mas este resultado pode ainda ser melhorado utilizando combinações de palavras-chave.

Adicionalmente, as respostas à questão 3 do questionário mostraram que 96% dos participantes referiram que as suas preferências podem ser adequadamente especificadas usando um conjunto de palavras-chave até 6 palavras (ver tabela 23).

Tabela 23: Avaliação relativa ao número de palavras-chave.

| | Total | Sem opinião | [1,3] | [4,6] | [7,...] |
|--|-------|-------------|------------|------------|----------|
| Qual o número de palavras-chave que considera ajustado para especificação de preferências? | 25 | 0 (0,0%) | 10 (40,0%) | 14 (56,0%) | 1 (4,0%) |

Os resultados da tabela validam a premissa S2, ou seja, os participantes consideram que as suas preferências podem ser especificadas usando pequenos conjuntos de palavras-chave.

Avaliação da adequabilidade do método de especificação de preferências

Foram realizadas 726 avaliações relativas à adequabilidade das fontes. 233 correspondentes a avaliações de fontes que tiveram origem na lista predefinida de fontes e 493 correspondentes a avaliações de fontes obtidas através do algoritmo de selecção (ver tabela 24). Note-se que em alguns casos os interesses especificados coincidiram com tópicos de interesse presentes na lista predefinida. No entanto, e apesar disso, a adequação das fontes obtidas a partir das especificações das palavras-chave é significativamente superior à adequação das fontes obtidas a partir da lista predefinida.

Tabela 24: Resultados relativos à avaliação da adequação das fontes.

| | Total Fontes | Não Sei | Nada relacionado | Algo relacionado | Muito relacionado |
|---|--------------|-----------|------------------|------------------|-------------------|
| Fontes originadas pela especificação de interesses | 493 | 27 (5,5%) | 154 (31,2%) | 122 (24,8%) | 190 (38,5%) |
| Fontes com origem na lista predefinida de fontes | 233 | 5 (2,1%) | 147 (63,1%) | 31 (13,3%) | 50 (21,5%) |
| Fontes com origem na lista predefinida de fontes mas não relacionadas com a especificação de interesses (1) | 84 | 1 (1,2%) | 73 (86,9%) | 8 (9,5%) | 2 (2,4%) |
| Fontes com origem na lista predefinida de fontes e muito relacionadas com a especificação de interesses (2) | 17 | 0 (0,0%) | 2 (11,8%) | 0 (0,0%) | 15 (88,2%) |

(1) Fontes com origem na lista predefinida de fontes cujo tópico de interesse não apresenta qualquer relação com as especificação de interesse dos participantes.

(2) Fontes com origem na lista predefinida de fontes cujo tópico de interesse coincide ou está muito relacionado (e.g. informática, computadores, internet) com algumas das especificações de interesse realizada pelos participantes.

O gráfico da figura 46 apresenta uma comparação entre a avaliação da adequação das fontes às especificações dos participantes para as fontes obtidas a partir das especificações dos participantes e para as fontes obtidas a partir da lista predefinida.

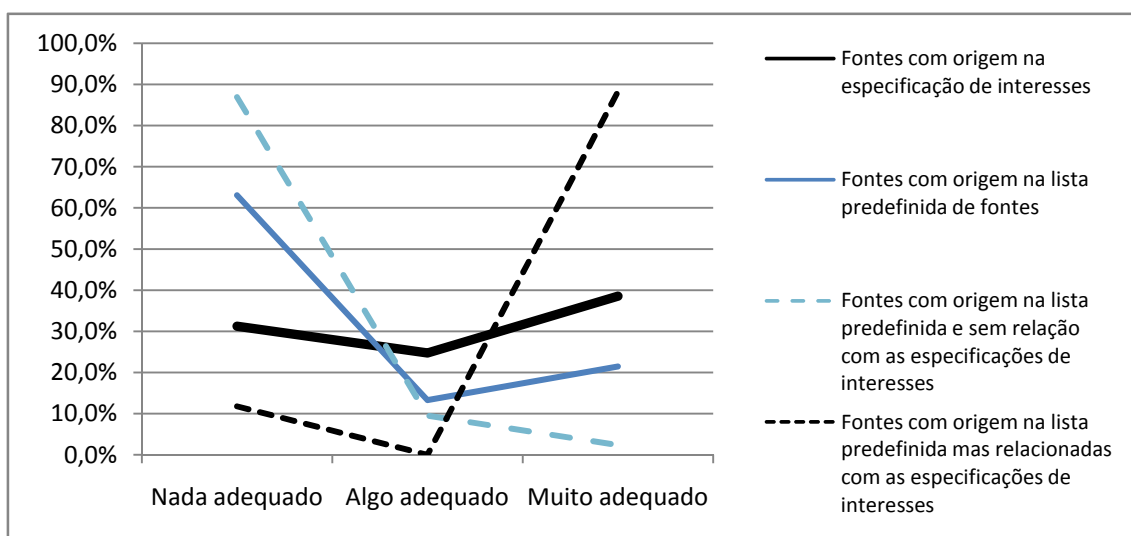


Figura 46: Gráfico da avaliação da adequação das fontes às especificações de interesses.

Para além disso, a questão 1 do questionário avalia a adequação e a simplicidade das metodologias usadas para a obtenção de fontes (tabela 25).

Tabela 25: Avaliação da simplicidade e adequação da utilização de palavras-chave para descrição de preferências.

| | Total | Nada adequado | Pouco adequado | Adequado | Muito adequado |
|--|-------|---------------|----------------|------------|----------------|
| A utilização de palavras-chave para especificação de preferências é um método simples? | 25 | 0 (0,0%) | 3 (12,0%) | 16 (64,0%) | 6 (24,0%) |
| A indicação de preferências através de palavras-chave é um processo adequado? | 25 | 1 (4,0%) | 2 (8,0%) | 13 (52,0%) | 9 (36,0%) |

Os resultados de ambas as tabelas (24 e 25) permitem a obtenção de duas conclusões importantes. Primeiro, que os métodos usados para a especificação de interesses através de palavras-chave são considerados adequados para a descrição de preferências (88% dos participantes consideraram-nos adequados ou muito adequados), i.e. os participantes consideraram que o sistema respondeu adequadamente às suas especificações (premissa A1). Segundo, que a utilização de palavras-chave simples para representação de interesses permite obter fontes adequadas (63,3% foram consideradas adequadas ou muito adequadas às especificações), o que valida a premissa A2, i.e. os participantes consideraram que as fontes seleccionadas pelo sistema eram adequadas às suas especificações.

Padrões na Especificação de Interesses

A análise das palavras-chave especificadas durante a experiência mostrou que existem algumas tendências na especificação de interesses (tabela 26).

Tabela 26: Palavras-chave mais referidas.

| | |
|--|---|
| Referidas 8 vezes | Informática |
| Referidas 7 vezes | Desporto |
| Referidas 3 vezes | Fotografia, Carros |
| Referidas 2 vezes | Tecnologia, Educação, Benfica, Notícias, Economia |
| Referidas 1 vez (Relacionadas com tecnologia) | Internet, PDA, Computadores, Programação, Apple, Telemóveis |
| Referidas 1 vez (Relacionadas com desporto) | Futebol, Squash, Bola, Paintball, Ténis |
| Referidas 1 vez (Relacionadas com notícias) | Actualidade |
| As palavras-chave descritas nesta tabela representam 50,6% do total das palavras-chave especificadas | |

Os resultados indicam que os utilizadores tendem a mostrar interesse em temas relacionados com o seu trabalho e com os seus passatempos. A experiência foi realizada na Escola de Engenharia da Universidade do Minho e na Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco e os resultados mostram que 21,7% das palavras-chave especificadas estão relacionadas com as

escolas e com as suas áreas de ensino e 48% dos participantes incluíram nas suas especificações pelo menos uma palavra-chave relacionada com o espaço onde trabalham ou estudam. A segunda palavra-chave mais referida foi *Desporto* (7 vezes, correspondendo a 8,4% do total de palavras). Se forem incluídas as palavras-chave relacionadas com desporto, então estas representam 16,9% das palavras especificadas (14 vezes).

No que respeita à premissa P1, i.e. “validar se existem padrões na especificação de interesses entre vários gestores de ecrãs”, podem ser retiradas as seguintes conclusões. Os dados da tabela 26 mostram que os participantes tendem a indicar:

- Temas relacionados com o seu trabalho.
- Temas generalistas (e.g. desporto, notícias).
- Temas relacionados com passatempos são também muito especificados.

Estas conclusões mostram que uma descrição genérica de preferências que inclua temas relacionados com o lugar onde o ecrã está instalado e vários temas relacionados com desporto e notícias da actualidade pode representar uma parte significativa dos interesses dos participantes (neste caso 64% das preferências). A parte significativa de temas relacionados com a natureza do lugar onde o ecrã está situado realça a natureza situada do ecrã. Porém existe uma parte significativa das preferências que não apresenta qualquer padrão, sendo, por isso, muito difícil satisfazer estes interesses usando listas predefinidas de fontes de conteúdo.

Relações entre a Percepção de Relevância dos Participantes e Indicadores Externos de Relevância

A tabela 27 mostra os resultados da avaliação da percepção da relevância das fontes pelos participantes (Para mais pormenores sobre os indicadores externos de relevância consultar a secção “5.4.2.1 Relevância não Contextual da Fonte”).

Tabela 27: Avaliação das fontes pelos participantes vs indicadores externos de relevância.

| Avaliação relativa à adequação | Traffic Rank | | Subscrições | | Externa Relevância |
|--------------------------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------------|
| | Valor médio | Relevância | Valor médio | Relevância | |
| 0 (Sem opinião) - 27 | 460465 | 0,00027 | 1 | 0,310026 | 0,155148 |
| 1 (Nada adequado) - 154 | 103709 | 0,25459 | 1 | 0,310026 | 0,282308 |
| 2 (Algo adequado) - 122 | 70993 | 0,39668 | 1,5 | 0,331813 | 0,364249 |
| 3 (Muito adequado) - 190 | 65408 | 0,42373 | 1,81 | 0,345699 | 0,384715 |

O gráfico da figura 47 apresenta a relação entre a avaliação da adequação das fontes pelos participantes e os seus indicadores externos de relevância.

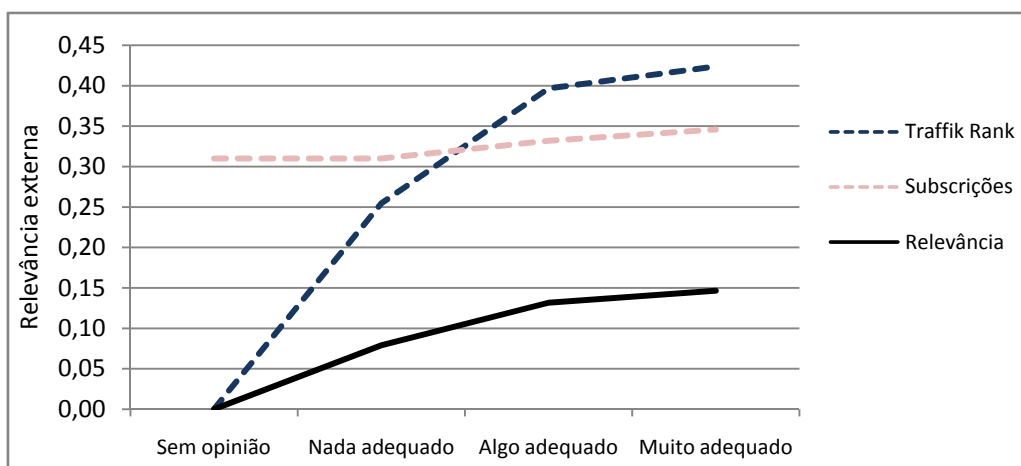


Figura 47: Avaliação da adequação das fontes versus indicadores externos de relevância.

Pode verificar-se que as fontes avaliadas como adequado ou muito adequado apresentam valores mais elevados nos seus indicadores externos de relevância. Esta relação mostra que uma combinação destes indicadores pode ser usada para refinar a lista de fontes.

6.4.3 Experiência II – Avaliação do Ecrã num Ambiente Público

As aplicações de computação ubíqua devem ser avaliadas em cenários reais de utilização. As avaliações realizadas em ambientes laboratoriais são normalmente realizadas sob condições controladas o que pode condicionar os resultados da avaliação. Esta é a razão principal da realização desta segunda experiência de avaliação: obter uma avaliação fora dos ambientes controlados dos ambientes laboratoriais. Desta forma, o objectivo principal desta experiência era validar as conclusões obtidas na primeira experiência, nomeadamente:

- Se os gestores do ecrã reconhecem que o sistema se comporta e evolui de acordo com as suas especificações.
- Se os gestores do ecrã reconhecem a utilidade do conteúdo apresentado no ecrã.

6.4.3.1 Descrição da Experiência

Foram convidadas 4 pessoas dos serviços de apoio ao Departamento de Sistemas de Informação (DSI) para desempenharem o papel de gestores do ecrã.

A experiência incluía as seguintes tarefas:

- 1) A cada um dos 4 participantes era solicitado que especificasse 10 palavras-chave que representassem tópicos de interesse de conteúdo que gostariam de ver no ecrã. O facto de serem 4 pessoas a desempenhar o papel de gestor do ecrã permitiu uma

descrição mais rica dos interesses do espaço e permitiu também analisar possíveis relações entre as suas especificações.

- 2) As especificações de todos os gestores do ecrã foram combinadas para formar o perfil do espaço. Este foi depois utilizado como base para a obtenção de conteúdo a ser apresentado no ecrã.
- 3) A cada um dos participantes foi entregue um diário no qual estes podiam anotar as suas opiniões acerca do comportamento do ecrã. O diário era composto por uma introdução inicial com uma pequena explicação sobre o que era pretendido fazer e depois incluía um espaço reservado para cada dia da avaliação, onde podiam ser anotados comentários. Os participantes foram informados da liberdade de preenchimento do diário.
- 4) O ecrã esteve em funcionamento durante 14 dias. Foram usadas duas configurações de comportamento distintas. Uma nos primeiros sete dias e outra nos últimos sete dias.
- 5) No final da avaliação foi realizada uma pequena entrevista a cada um dos participantes no sentido de obter a sua opinião sobre o comportamento do ecrã e sobre a utilidade do conteúdo apresentado e ainda para esclarecer algumas das notas constantes nos diários.

O ecrã estava instalado no espaço junto à entrada dos serviços de apoio ao DSI (figura 48). Este espaço era frequentado essencialmente por alunos, docentes e pessoal afecto ao DSI. Não era frequentado por um número elevado de pessoas e existiam alguns períodos do dia nos quais o número de pessoas era maior que o normal (e.g. início da manhã, antes e depois do almoço). Durante os restantes períodos do dia, o número de pessoas era relativamente reduzido (poucas dezenas por hora).

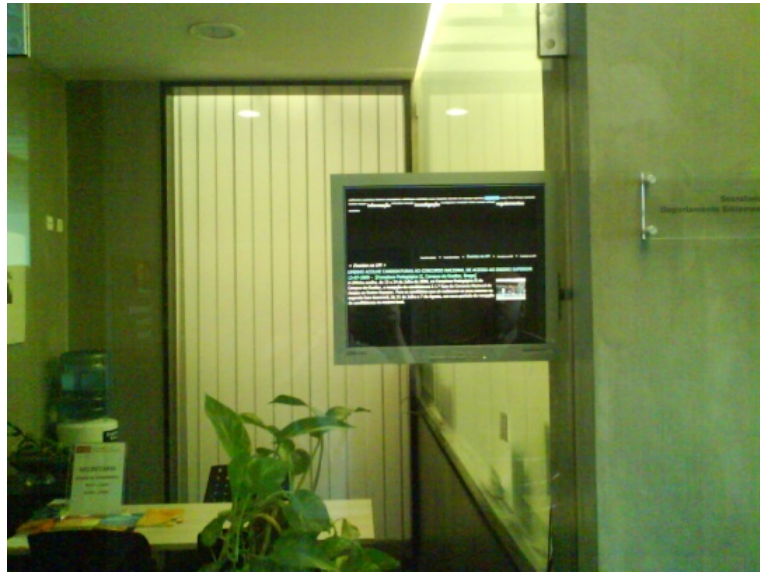


Figura 48: Protótipo: ecrã no cenário de utilização.

O sistema era responsável pela procura e selecção de fornecedores de conteúdo Web, pelo cálculo da utilidade do conteúdo e pela sua apresentação no ecrã. A apresentação do conteúdo no ecrã estava organizada em duas áreas (ver figura 49). Uma, na parte superior do ecrã, que apresentava uma *tag* Cloud representativa dos interesses especificados pelos gestores do ecrã. Outra, na parte inferior do ecrã, onde era apresentado o conteúdo seleccionado pelo sistema. Este incluía ainda um conjunto de palavras-chave que representavam os dois tópicos de interesse apresentados anteriormente, o tópico de interesse em apresentação e os dois próximos tópicos de interesse a ser apresentados.



Figura 49: Protótipo: organização da informação no ecrã.

Durante a realização da experiência foram utilizadas duas configurações de comportamento distintas. A primeira durante os primeiros 7 dias da experiência (5 dias, excluindo dias de fim-de-semana) e a segunda durante os últimos 7 dias (5 dias, excluindo os dias de fim-de-semana). A diferença entre estes dois períodos consistiu na utilização de diferentes regras de comportamento do ecrã (ver tabela 28).

Tabela 28: Regras de comportamento. Configuração.

| Regras de comportamento | 1º Período | 2º Período |
|--|------------|------------|
| Não apresentar itens da mesma fonte durante (escalonamentos) | 1 | 10 |
| Não apresentar o mesmo item durante (número de escalonamentos) | 5 | 15 |
| Número de itens a apresentar de cada fonte | 2 | 1 |

Embora as regras sejam simples, a sua influência foi perceptível no comportamento do ecrã e na utilidade do conteúdo a apresentar.

- 1) A utilidade do conteúdo a apresentar, que depende da relevância da fonte e da sua pertinência temporal, foi afectada. A avaliação de relevância era realizada tendo em consideração o conjunto de itens solicitado.
- 2) Durante o 1º período eram sempre apresentados dois itens da mesma fonte consecutivamente, i.e. a mesma palavra-chave era apresentada durante dois escalonamentos consecutivos. No segundo período era apenas apresentado um item de cada tópico de interesse e, por isso, a mudança de palavra-chave era mais frequente.
- 3) As duas primeiras regras influenciaram de forma considerável o comportamento do ecrã. Valores mais elevados nestas regras (como é o caso do 2º período) fizeram com que fosse menos frequente a repetição de conteúdo da mesma fonte ou a repetição do mesmo conteúdo. Tal significa que durante o 2º período da experiência houve uma maior abrangência em termos de fontes de conteúdo e de itens. Como consequência, alguns itens com valores de relevância mais reduzidos que não seriam seleccionados para apresentação durante o 1º período poderiam ser seleccionados durante o 2º período.

6.4.3.2 Análise de resultados

Para a avaliação foi recolhida informação em duas fases distintas. Na primeira fase, que decorreu durante o período em que o ecrã estava em avaliação, os gestores do ecrã podiam preencher no seu diário as suas opiniões sobre o comportamento do ecrã. Esta tarefa não era

obrigatória e devia ser feita de forma espontânea. Cada gestor do ecrã era livre de escrever a sua opinião sobre o comportamento do ecrã ou sobre a adequação do conteúdo apresentado. A segunda fase correspondeu ao período pós avaliação, no qual foram realizadas entrevistas aos gestores do ecrã no sentido de auscultar as suas opiniões e de esclarecer algumas notas dos seus diários.

A tabela 29 apresenta o conjunto de palavras-chave especificado pelos 4 participantes (o número dentro de parênteses representa o número de vezes que a palavra foi especificada).

Tabela 29: Tópicos de interesse especificados.

| | | |
|------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Alunos (2) | DSI | Inovação |
| Informação (3) | Emprego | Investigadores |
| Investigação (2) | Eventos (Conferências e Seminários) | Mestrados |
| Regulamentos (2) | Engenharia | Música |
| Acolhimento | Equipamento | Parques |
| Arquitectura | Espaço | Portugal |
| Bolseiros | Férias | Professores |
| Computadores | Finanças | Programa Doutoral |
| Criatividade | Guimarães | Projectos |
| Cursos | Horários | Serviços |
| Despachos | Imagem | Vitória |
| Docentes | Informática | |

Uma parte significativa das palavras-chave especificadas está relacionada com o espaço onde o ecrã está instalado e com as actividades que aí se realizam (e.g. alunos, cursos, DSI, mestrados, investigação, docentes, etc.). Outro conjunto de palavras-chave está relacionado com o espaço mas muitas delas apenas fazem sentido se forem contextualizadas ou associadas a outras palavras (e.g. parques, acolhimento, espaço, imagem, etc.). Finalmente, um outro conjunto de palavras inclui passatempos e interesses pessoais (e.g. férias, finanças, música, etc.). Quatro palavras-chave foram especificadas mais de uma vez, as quais estão claramente relacionadas com o espaço onde o ecrã está instalado (alunos, investigação e regulamentos).

A tabela 30 apresenta alguns dados estatísticos sobre o período da experiência. Os dados estão organizados considerando os dois períodos da experiência e apenas dizem respeito ao período entre as 8-20 horas. Dados relativos aos dias de fim-de-semana não foram contabilizados.

Tabela 30: Informação estatística sobre o conteúdo apresentado no ecrã.

| | 1º Período | 2º Período |
|---|------------|------------|
| Número de escalonamentos | 9899 | 3072 |
| Número de itens distintos apresentados | 259 | 130 |
| Número de fontes distintas apresentadas | 29 | 36 |
| Número de palavras-chave que originaram conteúdo apresentado | 9 (25,7%) | 13 (37,1%) |
| Valor médio da relevância dos itens que foram apresentados | 65,0 | 20,5 |
| Valor médio de pertinência temporal dos itens apresentados | 70,8 | 46,0 |
| Valor médio de relevância intrínseca dos itens apresentados | 84,2% | 65,5% |
| Valor médio da relevância relativa à linguagem do conteúdo dos itens apresentados | 77,0% | 26,6% |

A tabela 31 apresenta as palavras-chave que deram origem a conteúdo apresentado no ecrã em cada um dos períodos da experiência.

Tabela 31: Lista de palavras-chave que deram origem a conteúdo apresentado no ecrã.

| | |
|------------|---|
| 1º Período | Arquitectura, emprego, engenharia, eventos, guimarães, imagem, inovação, investigação, horários. |
| 2º Período | Arquitectura, conferências, criatividade, emprego, engenharia, eventos, guimarães, imagem, informação, inovação, investigação, música, parques. |

Os dados dos diários dos 4 gestores do ecrã foram completados com informação obtida na entrevista final. Uma parte das notas e comentários referem que o conteúdo apresentado estava relacionado com as palavras-chave especificadas e que era actual. Referem ainda que a utilização de palavras-chave para especificação de preferências é um método simples. No entanto, alguns gestores do ecrã mencionaram situações em que testemunharam a apresentação de conteúdo totalmente desadequado. Por exemplo, uma das palavras-chave especificadas foi *emprego* e eles observaram no ecrã ofertas de emprego em vários países da União Europeia e no Brasil. Embora a fonte de conteúdo tenha sido considerada relevante e o conteúdo apresentado seja adequado ao tópico de interesse seleccionado, o conteúdo não é adequado ao contexto onde é apresentado, principalmente devido à sua localização ou à área da oferta do emprego. Um outro exemplo referido relaciona-se com o conteúdo relacionado com o tópico de interesse *horários*. Um dos gestores do ecrã referiu que relativamente a esta palavra-chave foi apresentado no ecrã um anúncio de um evento que decorria num outro país que não Portugal. Outros exemplos ocasionais similares foram mencionados.

Embora exista uma correspondência clara entre o tópico de interesse especificado e o conteúdo apresentado, em alguns casos estes não correspondem aos tópicos de interesse que os gestores do ecrã tinham em mente quando os especificaram. Muitas palavras-chave quando

usadas de forma isolada podem ter diferentes interpretações e para serem correctamente adequadas necessitam de ser contextualizadas.

6.4.4 Análise dos Resultados das Avaliações

A especificação de preferências através de palavras-chave é um método simples mas a sua eficiência como “sementes” para a geração de conteúdo pode apresentar grandes variações. Melhores resultados podem ser conseguidos solicitando aos utilizadores formulações mais complexas como expressões com várias palavras. Porém, esta abordagem traz maior complexidade aos processos de interacção e às tarefas que os utilizadores têm de realizar para expressar as suas preferências. É possível tornar a especificação de preferências mais eficiente enquadrando as palavras-chave no contexto do espaço onde são apresentadas, nomeadamente com informação organizacional ou informação relativa ao espaço, às actividades aí realizadas ou à sua localização.

Nas secções “3.2.2.2 Escalonamento Adaptativo de Conteúdo” e “3.2.2.3 Porque o Contexto Não é Suficiente” foi argumentado que a informação de contexto *per se* não é suficiente para suportar a selecção adaptativa de conteúdo. Tal acontece devido à natureza partilhada do espaço, mas também porque não é evidente que tipo de associações podem ser criadas entre a informação de contexto e um determinado conteúdo em particular e, além disso, estas abordagens apenas são eficientes quando o objectivo é criar associações directas entre um determinado estado de contexto e um comportamento em particular. Esta foi aliás uma parte da motivação que levou à exploração da utilização de palavras-chave para especificação de preferências como uma alternativa mais intencional à sensibilidade ao contexto do ecrã.

Esta experiência confirmou que a utilização de palavras-chave é normalmente eficiente na selecção de conteúdo mas mostrou também que estas não são sempre fidedignas na representação dos conceitos que as pessoas tinham em mente quando as especificaram. Como resultado pode inferir-se que a combinação das duas pode oferecer uma abordagem mais eficaz. Daqui surgiu a motivação para a inclusão de palavras de contexto que foram utilizadas na experiência seguinte. Mesmo simples indicações contextuais podem ser suficientes para tornar menos ambíguas algumas palavras-chave e fornecer-lhe uma interpretação mais alinhada com a natureza do espaço.

6.5 Avaliação Global (Avaliação E3)

O objectivo principal desta experiência foi realizar uma avaliação global do sistema considerando a perspectiva do gestor do ecrã e a perspectiva dos visitantes do espaço onde o ecrã se encontra instalado. Pretende-se avaliar a participação dos visitantes do espaço na interacção com o ecrã e a sua percepção sobre o comportamento do mesmo e sobre a utilidade do conteúdo apresentado.

Ao contrário das avaliações anteriores, realizadas durante o desenvolvimento e que contribuíram para a definição final da arquitectura, nesta avaliação foi usada a implementação completa do sistema, sendo portanto esta a avaliação final e mais abrangente da abordagem proposta.

6.5.1 Descrição da experiência

A experiência envolveu as seguintes etapas:

1. Instalação do ecrã num local público.
2. O gestor do ecrã realizou as especificações iniciais do comportamento do ecrã, nomeadamente palavras de contexto e palavras-chave “semente” que representassem tópicos de interesse geral para o espaço.
3. O ecrã foi deixado em operação durante 3 semanas. Durante este período os visitantes do espaço puderam interagir com o ecrã expondo os seus interesses e influenciando o seu comportamento.
4. Durante o período de operação do ecrã foi recolhida informação no sentido de realizar a sua avaliação. Esta informação foi recolhida de forma a proporcionar a avaliação sob a perspectiva do gestor do ecrã e sob a perspectiva das pessoas que visitam o espaço onde o ecrã está situado. A avaliação foi realizada em 4 etapas distintas:
 - Recolha automática de informação sobre o funcionamento do ecrã e sobre as interacções dos utilizadores.
 - Angariação de utilizadores voluntários para realizar interacções com o ecrã e posterior questionário sobre a experiência de interacção e sobre o comportamento do ecrã.

- Inquérito a utilizadores que frequentaram o espaço onde o ecrã estava situado e auscultação de opiniões sobre o comportamento do ecrã, o conteúdo apresentado e as suas interações.
- Inquérito e entrevista ao gestor do ecrã, o qual incidiu sobre as tarefas de configuração de preferências e sobre o comportamento do ecrã.

A avaliação do sistema foi realizada na entrada principal do Departamento de Sistemas de Informação durante um período de 3 semanas. Este é um espaço que estudantes, pessoal docente e pessoal não docente cruzam ao deslocar-se para as salas de aula e gabinetes e onde, por vezes, ficam algum tempo em pequenos grupos, aguardando por aulas ou simplesmente conversando.

O protótipo era composto por um ecrã de grandes dimensões que incluía 3 áreas de apresentação, conforme apresentado na figura 50.



Figura 50: Organização da informação no ecrã.

Na parte esquerda do ecrã, a área who's around, eram apresentados os Bluetooth device names que estavam presentes no espaço. Na área inferior era apresentada a tag cloud que caracterizava o espaço. As palavras-chave da tag cloud eram apresentadas com diferentes tamanhos e cores. O tamanho era proporcional à popularidade dessa palavra-chave no espaço, que dependia da duração da interacção, da sua actualidade e do seu nível de presença. A cor era utilizada para distinguir as contribuições que ainda estavam presentes no espaço das que já aconteceram no passado mas já não estavam presentes. Na área principal era apresentado o conteúdo que era seleccionado de acordo com a sua utilidade para o perfil corrente do espaço. Na parte superior desta área era apresentada uma sequência de palavras-chave que representava os tópicos de interesse do conteúdo apresentado anteriormente, do

conteúdo em apresentação e do próximo conteúdo a ser apresentado. Esta sequência de palavras-chave permite que os frequentadores do espaço tenham uma noção mais ajustada do dinamismo e do comportamento do ecrã.

A figura 51 mostra uma imagem do ecrã no ambiente onde se realizou a avaliação.



Figura 51: Protótipo no ambiente de avaliação.

Para esta avaliação o ecrã foi configurado para evitar apresentar o mesmo conteúdo a cada 10 escalonamentos e de forma a evitar a apresentação de conteúdo da mesma fonte a cada 5 escalonamentos. Foi ainda configurado para dar preferência a conteúdo escrito em língua portuguesa. O conjunto de palavras-chave definido pelo gestor do ecrã, com a finalidade de contextualizar as contribuições dos frequentadores do espaço, foi {Portugal, Braga, Guimarães} e como palavras-chave representativas dos interesses do espaço {engenharia, informática, jogos, Minho, LTSI, tecnologia, sistemas informação, UMinho}.

6.5.2 Avaliação

Além de entrevistas informais com alguns dos frequentadores do espaço que interagiram com o ecrã, a avaliação foi suportada por um inquérito constituído por um conjunto de questões que abrangiam as diversas componentes que se pretendiam avaliar, o qual foi preenchido por utilizadores que interagiram com o ecrã durante o período de realização da experiência. O inquérito era constituído por duas partes. A primeira destinada a todos os utilizadores que estavam familiarizados com o funcionamento do ecrã, independentemente de terem realizado, ou não, alguma interacção intencional. A segunda destinada apenas aos utilizadores que já realizaram interacções com o ecrã (cf. Anexo A – Inquérito para avaliação da experiência E3).

As questões do inquérito estavam agrupadas em 7 grupos:

- Utilidade do conteúdo apresentado, que incluía a avaliação da pertinência temporal do conteúdo apresentado e a adequação do conteúdo ao perfil do espaço.
- Influência das interações no comportamento do ecrã e como estas eram percebidas pelos utilizadores.
- Impacto e Aceitação, i.e. o contributo do ecrã para o enriquecimento do espaço.
- Situações inesperadas (e.g. conteúdo ofensivo).
- Mecanismos de interacção, a sua simplicidade e a resposta do ecrã às interacções.
- Privacidade que abordava as questões relacionadas com a exposição do nome do dispositivo.

Para cada grupo de questões existia uma questão de resposta aberta, na qual os utilizadores podiam escrever os seus comentários sobre cada tópico. Às questões de resposta de escolha múltipla, os utilizadores podiam seleccionar uma de 5 respostas possíveis: Bom/Totalmente de acordo, Suficiente/Concordo, Medíocre/Não concordo, Mau/Totalmente em desacordo e Não sei/Não respondo. O grupo 5 não está referido pois trata-se de um grupo para especificação dos motivos de não terem interagido com o ecrã.

6.5.3 Análise dos Resultados

Durante as 3 semanas de realização da experiência foram registados todos os dados relativos às interacções e aos itens apresentados. Um resumo desses dados, apenas para o período compreendido entre as 9 e as 20 horas e excluindo os dias de fim-de-semana, está apresentado na tabela 32.

Tabela 32: Informação estatística sobre a utilização do ecrã.

| Parâmetro | Número |
|--|--------|
| Nomes de dispositivos Bluetooth distintos | 349 |
| Número de dispositivos distintos detectados | 308 |
| Total de interacções explícitas (comando tag) | 73 |
| Interacções explícitas distintas (comando tag) | 31 |
| Número de dispositivos Bluetooth distintos que realizaram interacções | 23 |
| Número de escalonamentos | 21616 |
| Total de itens escalonados relacionados com os tópicos de interesse das interacções | 5567 |
| Itens escalonados relacionados com os tópicos de interesse das interacções e apresentados enquanto o autor da interacção estava presente | 360 |

Os resultados mostram que 25,7% dos escalonamentos tiveram origem nos tópicos de interesse especificados pelos utilizadores e que 1,67% (360 itens) foram apresentados quando o autor da interacção estava presente no espaço.

O valor elevado do número de escalonamentos derivados das interacções está relacionado com o facto de as palavras-chave resultantes desses interacções se manterem populares no espaço depois de os seus autores o terem deixado. Esta influência é mais visível durante os períodos em que são detectados menos dispositivos, pois nesta situação a popularidade das interacções é menos influenciada. Os escalonamentos restantes tiveram origem nas palavras-chave especificadas pelo gestor do ecrã.

Um outro indicador importante é o facto de apenas uma interacção explícita com o comando `tag`, das que foram apresentadas na `tag cloud` do espaço, não ter dado origem a conteúdo apresentado no ecrã. No entanto, existiu um número significativo de utilizadores (32) que tentou usar o nome do seu dispositivo Bluetooth para interagir com o ecrã, mas este não foi correctamente interpretado pelo mesmo. Foram 3 as razões principais que contribuíram para este facto:

- 1) O `parser` não reconhece números após o comando `tag`.
- 2) O `parser` não reconhece as palavras-chave nas situações em que o comando `tag` é precedido por mais de uma palavra.
- 3) O comando `tag` deve ser precedido por uma palavra que identifique o nome do dispositivo.

Durante o período da experiência foi solicitado aleatoriamente a alguns utilizadores que já haviam interagido com o ecrã que respondessem ao questionário. O inquérito foi respondido correctamente por 15 utilizadores. Os resultados, para cada grupo de questões e em percentagem de respostas, estão apresentados nas tabelas 33-40.

Tabela 33: Resultados da avaliação das questões relativas a “Utilidade do conteúdo apresentado”.

| 1 Utilidade do conteúdo apresentado | | Bom | Suficiente | Medíocre | Mau |
|-------------------------------------|--|-------|------------|----------|------|
| 1.1 | O conteúdo apresentado é relevante para o contexto do espaço onde é apresentado? | 28,6% | 64,3% | 7,1% | 0,0% |
| 1.2 | O conteúdo apresentado é adequado às palavras-chave que caracterizam o espaço? | 40,0% | 46,7% | 13,3% | 0,0% |
| 1.3 | O conteúdo apresentado é actual? | 78,6% | 14,3% | 0,0% | 7,1% |

Tabela 34: Resultados da avaliação das questões relativas a “Influência das interações”.

| 2 Influência das Interações | Bom | Suficiente | Medíocre | Mau |
|---|-------|------------|----------|------|
| 2.1 A influência das interações dos utilizadores é visível no comportamento do ecrã? | 40,0% | 60,0% | 0,0% | 0,0% |
| 2.2 A apresentação da tag Cloud que caracteriza o espaço ajuda a compreender o comportamento do ecrã? | 15,4% | 69,2% | 15,4% | 0,0% |
| 2.3 A identificação da palavra-chave do conteúdo em apresentação ajuda a compreender o comportamento do ecrã? | 33,3% | 46,7% | 13,3% | 6,7% |

Tabela 35: Resultados da avaliação das questões relativas a “Impacto e aceitação”.

| 3 Impacto e Aceitação | Bom | Suficiente | Medíocre | Mau |
|--|-------|------------|----------|------|
| 3.1 O detalhe da informação relativa ao conteúdo apresentado no ecrã é adequado? | 0,0% | 78,6% | 21,4% | 0,0% |
| 3.2 O ecrã contribui para enriquecer o espaço onde está situado? | 46,7% | 40,0% | 13,3% | 0,0% |

Tabela 36: Resultados da avaliação das questões relativas a “Situações inesperadas”.

| 4 Situações inesperadas | Sim | Não |
|---|-------|-------|
| 4.1 Já viu algum conteúdo ofensivo apresentado no ecrã? | 16,7% | 83,3% |

Quatro utilizadores que ainda não tinham realizado interações com o ecrã responderam ao inquérito. Apesar de não terem interagido com o ecrã estes utilizadores conheciam o seu funcionamento e a forma como este reagia às interações dos frequentadores do espaço.

Tabela 37: Motivos da não interação com o ecrã.

| 5 Caso ainda não tenha realizado nenhuma interação com o ecrã indique os motivos | |
|---|---|
| 5.1 Não pretendo/ainda não se proporcionou | 1 |
| 5.2 O meu telemóvel não suporta funcionalidades Bluetooth | 3 |
| 5.3 As tarefas necessárias para configurar o seu dispositivo de interação são complexas e trabalhosas | 0 |
| 5.4 Não quero expor o nome do dispositivo Bluetooth | 0 |

Tabela 38: Resultados da avaliação das questões relativas a “Interacções”.

| 6 Interações | Bom | Suficiente | Medíocre | Mau |
|--|-------|------------|----------|------|
| 6.1 Considera que o ecrã apresenta conteúdo relevante considerando os interesses especificados nas suas interações? | 53,8% | 38,5% | 7,7% | 0,0% |
| 6.2 Considera que o ecrã responde às suas interações de forma oportuna? | 30,8% | 53,8% | 15,4% | 0,0% |
| 6.3 A influência das suas interações é visível no comportamento do ecrã? | 30,8% | 69,2% | 0,0% | 0,0% |
| 6.4 Considera os mecanismos de interação adequados para a interação com o ecrã? | 30,8% | 46,2% | 15,4% | 7,7% |
| 6.5 Conseguiu realizar a interação com o ecrã de forma espontânea e sem ajuda além da disponibilizada visualmente no ecrã? | 38,5% | 46,2% | 15,4% | 0,0% |
| 6.6 Considera que as tarefas necessárias para configurar o seu dispositivo de interação são fáceis e simples de realizar? | 33,3% | 41,7% | 16,7% | 8,3% |

Tabela 39: Resultados da avaliação das questões relativas a “Privacidade”.

| 7 Privacidade | Bom | Suficiente | Medíocre | Mau |
|---|-------------|------------|-------------|------|
| 7.1 Considera que o benefício resultante da interação com o ecrã é superior ao custo de exposição do nome do dispositivo Bluetooth? | 30,8% | 46,2% | 15,4% | 7,7% |
| 7.2 Activou a funcionalidade Bluetooth do seu dispositivo especificamente para interagir com o ecrã? | 76,9% (sim) | | 23,1% (não) | |

Na tabela 40 são apresentados os resultados organizados por grupo de questões. Tal como já referido, o grupo 5 não consta na tabela 40, pois trata-se de um grupo onde são indicadas as razões da não interação com o ecrã.

Tabela 40: Resultados da avaliação organizados por grupo de questões.

| Grupo | Bom | Suficiente | Medíocre | Mau |
|-------------------------------------|-------|------------|----------|-------|
| 1 Utilidade do conteúdo apresentado | 48,8% | 41,9% | 7,0% | 2,3% |
| 2 Influência das interações | 30,2% | 58,1% | 9,3% | 2,3% |
| 3 Impacto e aceitação | 24,1% | 58,6% | 17,2% | 0% |
| 4 Situações inesperadas | 0% | 83,3% | 0% | 17,2% |
| 6 Interações | 32,5% | 45,5% | 15,6% | 6,5% |
| 7 Privacidade | 76,9% | 0% | 23,1% | 0% |

As respostas das questões de resposta aberta referem essencialmente dois aspectos. Por um lado que o ecrã deveria responder de forma mais rápida às interações dos frequentadores do espaço. Por outro lado que a instalação do ecrã seria mais adequada em espaços onde o número de utilizadores fosse mais elevado e onde estes permanecessem mais tempo.

6.5.4 Discussão dos Resultados da Avaliação

Nesta avaliação foi explorada a utilização de um modelo de escalonamento dinâmico para a selecção de conteúdo em ecrãs públicos. Este modelo é suportado por um perfil de espaço partilhado e público na forma de uma *tag cloud* que combina os múltiplos interesses dos frequentadores do espaço e do gestor do ecrã.

Os resultados positivos obtidos durante a avaliação demonstram que esta é uma abordagem viável ao problema da selecção de conteúdo relevante para uma visão dinâmica do espaço. Os utilizadores reconhecem claramente a influência das suas interacções no comportamento do ecrã e reconhecem também a sua actualidade e a sua relevância para o espaço e para as suas solicitações. A natureza visual da *tag cloud* parece facilitar a interpretação do comportamento do ecrã e influenciar de forma positiva a percepção dos utilizadores, mesmo nas situações em que o conteúdo escalonado não foi o mais adequado. Além disso, a apresentação da sequência dos tópicos de interesse (palavras-chave resultantes das interacções), que foram e que vão ser apresentados, permite melhorar a percepção do comportamento do ecrã conferindo-lhe maior dinamismo e melhorando a percepção dos utilizadores em relação à resposta do ecrã às suas interacções.

Os aspectos referidos nas questões de resposta aberta, nomeadamente que “o ecrã deveria responder de forma mais rápida às interacções dos frequentadores do espaço” e que seria “mais adequado para espaços onde o número de utilizadores fosse mais elevado e onde estes permanecessem mais tempo” estão ambos relacionados com a interpretação que os utilizadores fazem sobre a utilização do ecrã. A percepção de demora, indicada por alguns utilizadores, pode estar relacionada com o facto de estes interpretarem a interacção com o ecrã num sentido de consulta de informação, segundo o qual, o ecrã deveria responder rapidamente às suas necessidades. No entanto, o objectivo foi atribuir ao ecrã um comportamento situado no sentido em que este deve representar os interesses das pessoas que vão frequentando o espaço, que contribuem para a sua caracterização e consequentemente têm influência no comportamento do ecrã. Este parece ter sido o entendimento dos utilizadores que referiram que o ecrã seria mais adequado em espaços com maior número de utilizadores e onde estes permanecessem mais tempo, pois isso permitiria uma caracterização do perfil do espaço mais rica o que melhoraria o comportamento do ecrã.

É, todavia, necessária mais investigação de forma a avaliar os valores ideais para alguns parâmetros do sistema em diferentes tipos de espaço. Por exemplo, o comportamento do valor da popularidade dos tópicos de interesse sugeridos pelos utilizadores afecta a

sensibilidade e o equilíbrio entre a noção de espaço pré-definida e a noção de espaço que emerge das interações dos frequentadores do espaço. Também a dimensão das filas de não repetição (itens e fontes) afecta o equilíbrio entre a qualidade e a diversidade do conteúdo.

6.6 Validação dos Objectivos de Avaliação

Tendo em consideração os objectivos e os critérios de avaliação definidos em “6.3 Métodos e Critérios de Avaliação” e também os resultados das várias avaliações realizadas (E1, E2 e E3), nesta secção é feita a verificação da validação de cada um dos objectivos definidos. Para cada objectivo de avaliação é apresentada a validação do conjunto de critérios que o constituem e verificada a sua validação.

6.6.1 Adequação do Modelo de Escalonamento

“1.1 Validar se o gestor do ecrã considera que a personalização do sistema é adequada”.

- Validação da questão 1.1. a) “A personalização fornecida pelo sistema é adequada para a especificação do seu comportamento?” e do critério 1.1. b) “Os mecanismos de personalização são fáceis de compreender e de usar?”
 - No que respeita à especificação dos interesses do gestor do ecrã, que actuam como tópicos de interesse do espaço, 80% dos participantes que representaram o papel de gestor do ecrã na avaliação E2 afirmaram que conseguem especificar facilmente as suas preferências usando palavras-chave simples (“6.4.2.2, secção Avaliação da simplicidade do método usado para especificação de interesses” - Avaliação E2) e 88% desses utilizadores referiram que a utilização de palavras-chave é um método simples e adequado para a especificação de preferências (6.4.2.2, secção Avaliação da adequabilidade e precisão do método de especificação de preferências – Avaliação E2).
 - Os restantes parâmetros de personalização (e.g. tempo de apresentação, número de itens por tópico de interesse, dimensão das filas de não repetição) são discriminados usando valores numéricos e, por isso, são facilmente compreendidos e especificados.

“1.2 Validar se os modelos de relevância usados são adequados a cada tipo de conteúdo”.

- Validação da questão 1.2. a) “O conteúdo apresentado é relevante para o contexto onde é apresentado?”
 - 92,9% dos utilizadores afirmaram que o conteúdo apresentado é relevante para o contexto do espaço onde é apresentado (Questão 1.1 - Avaliação E3).
- Validação da questão 1.2. b) “O conteúdo apresentado é relevante para os interesses e expectativas dos visitantes do espaço?”
 - 86,7% das respostas confirmaram que o conteúdo apresentado é relevante para os interesses e expectativas dos visitantes do espaço (Questão 1.2 - Avaliação E3).
 - Adicionalmente, o facto de 86,7% dos utilizadores terem considerado que o ecrã contribui para enriquecer o espaço onde está situado (Questão 3.2 - Avaliação E3), mostra que estes reconhecem sua utilidade.
- Validação da questão 1.2. c) “As fontes de conteúdo são relevantes e apropriadas?”
 - 63,3% das fontes obtidas e apresentadas foram avaliadas como adequadas ou muito adequadas às especificações dos participantes (Avaliação E2).
 - A relevância das fontes foi também reconhecida “6.4.3.2 Análise de resultados” pelos participantes que actuaram como gestores do ecrã (Avaliação E2).
- Validação da questão 1.2. d) “As funções de pertinência temporal são adequadas às especificidades de cada tipo de conteúdo?”
 - 92,7% dos utilizadores (Questão 1.3) responderam que o conteúdo apresentado é actual (Avaliação E3).
 - A avaliação E1 (ver “4.3.3.1 Perspectiva Temporal”) mostra que existe uma clara semelhança entre a pertinência temporal definida pelas fórmulas propostas e a sua percepção pelos utilizadores (Avaliação E1).

“1.3 Validar se o ecrã se comporta e evolui de acordo com as expectativas do seu gestor e dos visitantes do espaço”.

- Validação da questão 1.3. a) “O gestor do ecrã reconhece que o ecrã se comporta e evolui de acordo com as suas especificações iniciais?”
 - Os participantes que actuaram como gestores do ecrã na avaliação E2 reconheceram que o ecrã apresenta conteúdo relacionado com as suas especificações (Avaliação E2).

- Validação da questão 1.3. b) “Os visitantes do espaço consideram que o ecrã apresenta conteúdo relevante considerando os interesses especificados nas suas interacções?”
 - 63,3% dos participantes na avaliação E2 consideraram que as fontes seleccionadas pelo sistema são adequadas ou muito adequadas às suas especificações (Avaliação E2).
 - 92,3% dos utilizadores do sistema consideraram que o ecrã apresenta conteúdo relevante considerando os interesses especificados nas suas interacções (Questão 6.1 - Avaliação E3).
- Validação da questão 1.3. c) “Os visitantes do espaço consideram que o ecrã responde às suas interacções de forma oportuna?”
 - 84,6% dos utilizadores do sistema consideraram que o ecrã respondeu às suas interacções de forma oportuna (Questão 6.2 - Avaliação E3). No entanto foi referido por alguns frequentadores do espaço (dois casos) que a resposta do ecrã às interacções dos utilizadores deveria ser mais rápida.
- Validação da questão 1.3. d) “Os visitantes do espaço reconhecem a resposta do sistema às suas interacções?”
 - Todos os inquiridos reconheceram que a influência das interacções é visível no comportamento do ecrã (Questão 6.3 - Avaliação E3).
- Validação da questão 1.3. e) “O conteúdo apresentado é temporalmente pertinente?”
 - A avaliação E1 (ver “4.3.3.1 Perspectiva Temporal”) mostra que a utilização das fórmulas de pertinência temporal propostas permite o escalonamento do conteúdo temporalmente mais oportuno, tal como ilustrado no gráfico da figura 16 (Avaliação E1).
 - A actualidade do conteúdo apresentado foi também reconhecida pelos participantes na avaliação E2 (“6.4.3.2 Análise de Resultados” - Avaliação E2).
 - A actualidade do conteúdo apresentado é confirmada por 92,9% dos utilizadores (Questão 1.3) que referiram que o conteúdo apresentado é actual (Avaliação E3).

6.6.2 Suporte da Infra-estrutura

“2.1 Validar se o ecrã fornece suporte adequado para que os visitantes do espaço exponham os seus interesses e consequentemente influenciem o comportamento do ecrã”.

- Validação da questão 2.1. a) “A infra-estrutura fornece suporte adequado às interações dos visitantes do espaço?” e validação do critério 2.1. b) “Os mecanismos de interacção são adequados para a interacção com ecrãs públicos?”
 - 77,2% dos utilizadores que realizaram interações com o ecrã consideraram os mecanismos de interacção adequados (Questão 6.4 - Avaliação E3).
- Validação da questão 2.1. c) “Os visitantes do espaço interagem com o ecrã de forma espontânea e sem ajuda além da disponibilizada visualmente no ecrã?”
 - Dos utilizadores que responderam ao inquérito, 84,7% referiu ter conseguido realizar a interacção com o ecrã de forma espontânea e sem ajuda além da disponibilizada visualmente no ecrã (Questão 6.5 - Avaliação E3).

“2.2 Validar se os visitantes do espaço compreendem a influência das suas sugestões no comportamento do ecrã”.

- Validação da questão 2.2. a) “Os visitantes do espaço reconhecem a influência das suas interações no comportamento do ecrã?”
 - Todos os inquiridos referiram que a influência das interações é visível no comportamento do ecrã (Questão 6.3 - Avaliação E3).
 - Este critério foi também confirmado através de observação directa na avaliação E3. Aquando da realização de interações, usando a especificação do comando `tag`, foi possível observar reacções e comentários relativos à qualidade do conteúdo apresentado (Avaliação E3).

“2.3 Compreender se a forma de apresentação da informação no ecrã influencia a percepção/compreensão dos utilizadores relativamente à utilidade do conteúdo apresentado”.

- Validação da questão 2.3. a) “Apresentação da `tag Cloud` que caracteriza o espaço influencia a percepção dos utilizadores sobre o comportamento do ecrã?”
 - 84,6% dos participantes referiram que a apresentação da `tag Cloud` que caracteriza o espaço ajuda a compreender o comportamento do ecrã (Questão 2.2 - Avaliação E3).
- Validação da questão 2.3. b) “A identificação da palavra-chave do conteúdo apresentado influencia a percepção dos utilizadores sobre o comportamento do ecrã?”

- 80% dos utilizadores referiram que a identificação da palavra-chave do conteúdo em apresentação ajuda a compreender o comportamento do ecrã (Questão 2.3 - Avaliação E3).
- Validação da questão 2.3. c) “A informação apresentada no ecrã tem um nível de detalhe adequado?”
- 78,6% dos participantes referiram que o detalhe da informação relativa ao conteúdo apresentado no ecrã é adequado (Questão 3.1 - Avaliação E3).
 - Nas questões de resposta livre foram referidos dois aspectos relativos ao detalhe da informação apresentada. Um relacionado com a descrição do conteúdo, referindo que este deveria ser mais completo em alguns dos conteúdos apresentados. Outro relativo à atractividade do conteúdo, onde foi mencionado que a apresentação de conteúdo com mais imagens seria mais atractiva.

6.6.3 Ecrã como Infra-estrutura de Computação Ubíqua

“3.1 Impacto e aceitação”

- Validação da questão 3.1. a) “A informação apresentada é relevante para os visitantes do espaço?”
- 92,9% dos utilizadores consideram que o conteúdo apresentado é relevante para o contexto do espaço onde é apresentado (Questão 1.1 - Avaliação E3).
 - 86,7% consideraram ainda que o ecrã contribui para enriquecer o espaço onde está situado (Questão 3.2 - Avaliação E3), reconhecendo assim utilidade no conteúdo apresentado.
- Validação da questão 3.1. b) “Os utilizadores consideram que o ecrã apresenta conteúdo mais relevante quando comparado com soluções que utilizam conteúdo predefinido?”
- No que respeita à actualidade do conteúdo apresentado, o modelo permite a apresentação de conteúdo que é temporalmente mais adequado quando comparado com abordagens que utilizam algoritmos aleatórios para a selecção de conteúdo. Este facto é facilmente comprovado no gráfico “Figura 16: Análise estatística comparativa: valores médios das avaliações de pertinência temporal por categoria” em “4.3.3.1 Perspectiva Temporal” (Avaliação E1).

- Os resultados da avaliação E2 indicam ainda que o modelo apresentado permite a selecção de conteúdo que é considerado mais adequado às especificações dos utilizadores quando comparado com outras abordagens (e.g. utilização de lista de fontes predefinidas). Este resultado está demonstrado em “6.4.2.2, secção Avaliação da adequabilidade do método de especificação de preferências” (Avaliação E2).
- Validação da questão 3.1. c) “A percentagem de utilizadores que usa e interage com o ecrã é significativa?”
- Na avaliação E1 foram obtidas 669 avaliações, na avaliação E2 participaram 35 pessoas e na avaliação E3 foram realizadas 73 interacções explícitas executadas por 23 pessoas diferentes.
 - Os dados da avaliação E3 mostram que apenas 7,5% dos utilizadores que frequentaram o espaço e que possuíam dispositivo Bluetooth ligado realizaram interacções com o ecrã. A natureza do espaço onde se realizou a avaliação E3, que é um espaço de passagem, pode ter influenciado este número.
 - Embora o número de utilizadores em cada avaliação não tenha sido muito elevado, o facto de terem sido realizadas avaliações parciais e de estas terem sido realizadas de forma iterativa, aumentou o suporte para as validações efectuadas.
- Validação da questão 3.1. d) “Qual a reacção dos utilizadores quando o ecrã apresenta um conteúdo de acordo com os seus interesses?”
- Por observação directa durante a avaliação E3 foi possível verificar algumas reacções à resposta do ecrã às interacções. Algumas das reacções mais comuns foram: comentar o conteúdo da sua interacção ou de uma nova interacção de outro utilizador que originou apresentação de novo conteúdo e reacção à novidade de algum conteúdo. Em alguns casos também foram visualizadas atitudes mais agastadas devido à demora do ecrã na apresentação de conteúdo relacionado com as suas interacções (Avaliação E3).
- Validação da questão 3.1. e) “Quanto tempo permanecem os utilizadores a observar o ecrã?” e validação do critério 3.1. f) “Que tipo de atenção dedicam ao ecrã?”
- O tempo dispendido em frente do ecrã depende do tipo de interacção. Quando realizam interacções em que especificam novos interesses, os utilizadores

tipicamente permanecem mais tempo aguardando pelo conteúdo e quando acompanhados comentam as interações e o conteúdo apresentado. Quando já possuem um comando definido e passam no espaço, a situação mais comum é observarem no ecrã a sua presença e dependendo das situações aguardarem pela apresentação de algum conteúdo relacionado com a sua interação (Observação directa - Avaliação E3).

“3.2 Manuseamento de situações inesperadas”.

- Validação da questão 3.2. a) “O ecrã lida adequadamente com solicitações de conteúdo ofensivo?”
 - O ecrã não lida de forma totalmente adequada com possíveis solicitações de conteúdo ofensivo o que é constatado pelas respostas à questão 4.1 (Avaliação E3), em que 16,7% dos utilizadores referiu ter observado algum conteúdo ofensivo apresentado no ecrã referindo-se à visualização de “pequenas provocações”.
 - Embora esta não tenha sido uma questão central da investigação, e, por isso, seja ainda necessário realizar trabalho no sentido de melhorar o comportamento do ecrã quando sujeito a solicitações de conteúdo ofensivo, o sistema proposto apresenta algumas características que permitem minorar a ocorrência destas situações. A apresentação de conteúdo ofensivo coloca-se em dois níveis: ao nível do nome do dispositivo Bluetooth e ao nível do conteúdo apresentado no ecrã. O módulo *Instant Places Service* fazia uma filtragem às palavras utilizadas na especificação do nome do dispositivo Bluetooth de forma a bloquear as interações que contivessem palavras “ofensivas”. A filtragem é realizada com base numa lista de palavras “proibidas” que é constantemente actualizada. Porém, não é fácil incluir todas as palavras nessa lista e em alguns casos podem ser especificadas palavras que, apesar de poderem ser consideradas ofensivas, não constam ainda nessa lista. Relativamente à apresentação de conteúdo ofensivo que tenha tido origem em interesses especificados pelos utilizadores, e embora não tenham sido reportadas situações destas, existe a possibilidade de conteúdo ofensivo ser apresentado. No entanto a filtragem derivada da utilização de indicadores de relevância das fontes e a consequente exclusão de fontes menos relevantes pode minimizar o risco de utilização de fontes de conteúdo mais ofensivo.

- Validação da questão 3.2. b) “O ecrã lida adequadamente com interacções incorrectas?”
 - As situações incorrectas mais comuns relacionam-se com o não cumprimento do formato do nome do dispositivo Bluetooth. Na versão utilizada neste trabalho, o `Instant Places Service` impôs algumas restrições ao formato do nome do dispositivo para que este fosse apropriadamente interpretado. O formato deve obrigatoriamente respeitar o formato `nome tag.interesse`. Esta rigidez levou a que algumas das interacções não fossem consideradas.

“3.3 Intrusividade”.

- Validação da questão 3.3. a) “O gestor do ecrã considera que a tarefa de especificação do comportamento do ecrã é complexa ou muito trabalhosa?”
 - 80% dos participantes que na avaliação E2 representaram o papel de gestor do ecrã afirmaram que conseguem especificar facilmente as suas preferências usando palavras-chave simples (“6.4.2.2, secção Avaliação da simplicidade do método usado para especificação de interesses” - Avaliação E2).
 - Adicionalmente 88% dos utilizadores referiram que a utilização de palavras-chave é um método simples e adequado para especificação de preferências (6.4.2.2, secção Avaliação da adequabilidade do método de especificação de preferências – Avaliação E2).
- Validação da questão 3.3. b) “Os visitantes do espaço consideram que os mecanismos disponíveis para interacção com o ecrã são intrusivos?”
 - 77,2% considerou que os mecanismos de interacção são adequados para a interacção com o ecrã (Questão 6.4 - Avaliação E3).
 - 84,7% conseguiu realizar a interacção com o ecrã de forma espontânea e sem ajuda além da disponibilizada visualmente no ecrã (Questão 6.5 - Avaliação E3).
- Validação da questão 3.3. c) “Os visitantes do espaço consideram que as tarefas necessárias para configurar o seu dispositivo de interacção são complexas e trabalhosas?”
 - 75% consideraram que as tarefas necessárias para configurar o seu dispositivo de interacção são fáceis e simples de realizar (Questão 6.6 - Avaliação E3).

“3.4 Privacidade”.

- Validação da questão 3.3. a) “Os visitantes do espaço consideram que o benefício resultante da interacção com o ecrã é superior ao custo de exposição do seu nome do dispositivo Bluetooth?”
 - 77,2% dos utilizadores consideraram que o benefício resultante da interacção com o ecrã é superior ao custo de exposição do nome do dispositivo Bluetooth (Questão 7.1 - Avaliação E3).
 - A questão da privacidade, nomeadamente a exposição de conteúdo relacionado com palavras presentes no nome do dispositivo Bluetooth dos utilizadores, está assegurada uma vez que para influenciar o conteúdo apresentado no ecrã é necessário utilizar um comando específico no nome do dispositivo (*tag* neste caso). Assim apenas as interacções dos utilizadores que explicitamente especificarem esse comando serão interpretadas pelo ecrã como interacções intencionais.

6.7 Resumo do Capítulo

Na investigação levada a cabo nesta tese foram exploradas diferentes formas de avaliação de aplicações de computação ubíqua e em particular de avaliação de sistemas de ecrãs públicos interactivos. O desenvolvimento foi realizado em estreita ligação com o processo de avaliação e foram realizadas avaliações durante este processo validando o modelo teórico e a arquitectura do sistema. Foi o caso da avaliação da pertinência temporal (ver capítulo 4) e também da especificação de preferências do perfil do espaço (secção “6.4 Obtenção de Fontes de Conteúdo Relevantes”). Adicionalmente, as avaliações foram realizadas em ambientes laboratoriais e em ambientes mais realísticos de utilização. Este facto é também importante pois as avaliações são realizadas com objectivos distintos. Enquanto que as avaliações em ambiente laboratorial são de natureza mais técnica e relacionadas com algumas questões de usabilidade, tal como aconteceu na secção “4.3 Relevância de Fontes Dinâmicas” e com a primeira experiência descrita em “6.4.2 Experiência I – Obtenção de fontes com base em palavras-chave simples”, as avaliações em cenários mais realísticos estão mais relacionadas com a aceitação do sistema pelos utilizadores, com a sua percepção em relação ao comportamento do sistema e em relação à adequação do conteúdo apresentado.

Assim o processo de validação desta tese foi realizado em 3 fases, cada uma delas contribuindo para validar um ou mais objectivos de avaliação. Na primeira fase, avaliação da pertinência temporal do conteúdo, foram validados os modelos de pertinência temporal dos vários tipos de conteúdo. Na segunda fase foram realizados dois estudos com o envolvimento dos utilizadores, para avaliar a obtenção de fontes de conteúdo relevantes com base em especificações de preferências através de palavras-chave. Estes estudos mostraram que os utilizadores especificam facilmente os seus interesses usando pequenos conjuntos de palavras-chave, mas também demonstraram a necessidade de um enquadramento contextual destas palavras de forma a torná-las mais fidedignas na representação dos conceitos pretendidos e de forma a fornecer-lhes um significado mais alinhado com a natureza do espaço. Na terceira fase, avaliação global do sistema, foram avaliados os mecanismos de interacção disponibilizados pelo sistema para que os frequentadores do espaço expusessem os seus interesses e influenciassem o comportamento do ecrã, foi avaliado o comportamento e a resposta do ecrã e a sua aceitação por parte dos frequentadores do espaço. Foi validado que os mecanismos de interacção são facilmente utilizados e explorados e que as contribuições dos frequentadores do espaço e do gestor do ecrã permitem um comportamento situado do ecrã e que este representa um importante contributo para o enriquecimento do espaço.

A análise conjunta das várias fases de avaliação evidencia que a utilização de um perfil de espaço público e partilhado e a utilização de modelos de utilidade específicos por tipo de conteúdo representam um suporte importante para o escalonamento adaptativo de conteúdo a apresentar no ecrã, tornando-o um elemento enriquecedor do espaço e um elemento da sua definição.

7 Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo são apresentadas algumas considerações finais em relação ao trabalho desenvolvido e aos resultados obtidos. É feito um enquadramento dos resultados, que inclui um resumo do processo de investigação, designadamente as questões de investigação, as hipóteses colocadas e os resultados obtidos e são apresentados os principais contributos deste trabalho de investigação. Na parte final do capítulo são apontadas potenciais linhas de investigação futura, de forma a dar continuidade ao trabalho realizado.

7.1 Síntese do Trabalho Realizado

O objectivo principal desta tese era propor e avaliar modelos de escalonamento adaptativos, suportados por modelos contextualizados de espaço partilhado e modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, para a selecção de conteúdo em ecrãs públicos. Nesta abordagem, as intencionalidades partilhadas do gestor do ecrã e dos múltiplos visitantes do espaço, obtidas através de interacções situadas na forma de palavras-chave semanticamente contextualizadas através de informação de contexto, permitem a construção de um perfil de espaço partilhado, o qual caracteriza o ambiente social envolvente do ecrã. Este perfil do espaço juntamente com modelos de relevância específicos de conteúdo representam a base do modelo de escalonamento adaptativo que procura e selecciona nas fontes dinâmicas de conteúdo, o conteúdo mais apropriado para o ambiente social envolvente do ecrã.

A validação do modelo de escalonamento adaptativo e da arquitectura implementada foi efectuada com base em experiências realizadas em ambientes realísticos, tendo sido realizadas avaliações parciais e uma avaliação final.

No sentido de atingir o objectivo principal desta tese foram realizadas as seguintes tarefas:

- Foi realizado um estudo de um conjunto de fontes representativo dos tipos de conteúdo mais comuns na Web. Este estudo foi executado de forma a investigar em que medida a noção de relevância pode ser modelada e calculada considerando a informação disponibilizada por cada tipo de fonte de conteúdo. Após este estudo inicial, foi desenvolvido um conjunto de modelos que representam a relevância de cada tipo de fonte independentemente do contexto de utilização e que permitem um comportamento equilibrado quando submetidos a vários tipos de variação relativos às fontes de conteúdo. Nestes modelos foi dado um especial interesse à informação temporal disponibilizada por cada tipo de fonte de forma a estudar a pertinência temporal do seu conteúdo.
- Para validar os modelos propostos e também para desvendar as percepções e as sensibilidades dos utilizadores relativas à pertinência temporal de vários tipos de conteúdos realizou-se uma experiência complementar na qual conteúdo de vários tipos de fonte foi seleccionado, usando vários algoritmos de escalonamento, para apresentação num ecrã e foi solicitado aos visitantes do espaço onde o ecrã se encontrava instalado que avaliassem a pertinência temporal do conteúdo apresentado. Os resultados desta experiência mostraram que existe uma clara semelhança entre os modelos propostos e a percepção dos utilizadores relativamente à pertinência temporal dos vários tipos de conteúdo.
- Foi realizada uma primeira abordagem à problemática do escalonamento em ecrãs públicos. Esta foi baseada numa visão de ecrãs sensíveis ao contexto, mais suportada em informação contextual obtida a partir de sensores. No entanto, as primeiras avaliações demonstraram que os elementos contextuais por si só não eram suficientes para suportar a selecção adaptativa do conteúdo, principalmente porque não era óbvio que tipo de associação ou regras podiam ser criadas entre contexto e conteúdo. Os resultados desta primeira avaliação motivaram uma orientação distinta mais baseada nos utilizadores, nas suas actividades e nas suas interacções e menos baseada na informação de contexto.
- Foi explorada a utilização de palavras-chave situadas como uma abordagem mais intencional, em alternativa a uma abordagem puramente sensível ao contexto. Esta abordagem confirmou que palavras-chave simples são normalmente eficientes na selecção de conteúdos, mas também demonstrou que a utilização de palavras-chave nem sempre é fidedigna como representativa dos conceitos que os utilizadores tinham em

mente quando as propuseram e que, em alguns casos, elas são ambíguas e são interpretadas com sentido diferente daquele que lhe havia originalmente sido atribuído.

- O passo seguinte foi o enquadramento contextual destas palavras-chave no contexto do ambiente social envolvente do ecrã. Este enquadramento contextual foi realizado usando palavras simples representativas do contexto em redor do ecrã e permitiu dar um significado mais claro e contextualizado às contribuições dos utilizadores, clarificando o seu significado e dando-lhe uma interpretação mais alinhada com a natureza situada do espaço.
- Foi proposto e avaliado um modelo de utilidade para representar a utilidade de cada tipo de conteúdo num determinado ambiente social. Devido às várias dimensões de utilidade consideradas no modelo (e.g. regras de comportamento, adequação ao ambiente social, relevância das fontes, histórico do escalonador, etc.), estas foram sendo incluídas no modelo de forma iterativa e foram avaliadas separadamente. Em cada fase que novas funcionalidades foram incorporadas, estas foram avaliadas, redesenhadas quando necessário, e foram avaliadas e validadas. Este processo permitiu recolha de reacções dos utilizadores em fases intermédias do desenvolvimento, através da avaliação de protótipos parciais, cujos resultados foram posteriormente utilizados para obter melhoramentos no desenvolvimento do modelo.
- Adicionalmente às avaliações e validações parciais de módulos e funcionalidades específicas, foi realizada uma avaliação global do sistema. Para tal, fez-se uma experiência na qual os visitantes de um espaço podiam utilizar a funcionalidade Bluetooth dos seus dispositivos móveis para expor ao ecrã os seus interesses e assim contribuir para o ambiente social do espaço e influenciar o comportamento do ecrã. O escalonamento do conteúdo foi realizado utilizando algoritmos de escalonamento sensíveis às necessidades do espaço. Durante este período foram recolhidos dados sobre as interacções e sobre os escalonamentos realizados e sobre as interacções dos utilizadores com o objectivo de avaliar a integração entre os diferentes módulos do sistema e também o sistema como um todo.

7.2 Contribuições

Os objectivos parcelares definidos no capítulo introdutório foram atingidos com sucesso e foram apresentadas contribuições inovadoras na área em que este trabalho se enquadra. A

principal contribuição desta investigação foi a demonstração de que modelos de espaço de alto nível baseados na utilização de palavras-chave, obtidas das contribuições dos múltiplos visitantes do espaço e do gestor do ecrã juntamente com modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, podem ser explorados por modelos de escalonamento adaptativos de forma a otimizar a utilidade do conteúdo apresentado em ecrãs públicos. Esta contribuição, mais abrangente, incorpora contribuições que acontecem em vários níveis.

Ao nível dos modelos de relevância foram propostos modelos de relevância não contextual para vários tipos de fonte. Estes modelos incorporam as dimensões de relevância relativas ao nível de interesse da fonte e à pertinência temporal do seu conteúdo, são específicos de cada tipo de fonte e apresentam um comportamento adequado à natureza do seu conteúdo mas permitem ainda assim, e desde que devidamente calibrados, a comparação da relevância temporal de conteúdo de fontes diversas. Os modelos propostos foram avaliados em cenários realísticos. Os resultados das avaliações indicaram que estes estão de acordo com o conceito de pertinência temporal tal como é entendido pelos utilizadores e demonstraram que a relevância não contextual pode ter um impacto significativo na percepção da relevância global do conteúdo apresentado em ecrãs públicos.

Ao nível do perfil de espaço foram identificados os requisitos fundamentais do desenvolvimento de um perfil de espaço partilhado, construído a partir de palavras-chave definidas pelo gestor do ecrã e capaz de evoluir com base nas interações situadas dos frequentadores do espaço. Foram demonstradas as potencialidades da utilização do conceito de `tag cloud` para representação estrutura de dados de um perfil deste tipo. A natureza situada do perfil do espaço é assegurada através da contextualização das contribuições dos frequentadores do espaço usando especificações simples de contexto como localização e informação organizacional.

Ao nível do escalonamento foi definido um conjunto de parâmetros para configuração do comportamento de ecrãs públicos. A influência destes parâmetros no comportamento do ecrã (e.g. reactividade, número de itens por tópico de interesse, filas de repetição, constantes de pertinência temporal) foi avaliada e validada de acordo com a percepção dos utilizadores. Foi também proposto um modelo de escalonamento adaptativo para a selecção de conteúdo em ecrãs públicos. Este modelo é suportado por um perfil de espaço partilhado e público na forma de uma `tag cloud` que combina os múltiplos interesses dos frequentadores do espaço e do gestor do ecrã e combina várias dimensões de relevância de forma a determinar a utilidade de cada item a cada momento.

Finalmente, a infra-estrutura que suporta a abordagem representa um recurso que pode ser utilizado para investigação relacionada com ecrãs públicos. Esta infra-estrutura pode facilmente ser estendida para suportar novos tipos de conteúdo e pode constituir uma base importante que poderá ser utilizada em outros trabalhos, nomeadamente no estudo da influência das características específicas de cada espaço sobre o comportamento e sobre a aceitação do sistema.

7.3 Trabalho Futuro

No decorrer da elaboração deste trabalho foram identificadas algumas questões que, por limitações temporais ou por se desenquadrarem dos objectivos principais da investigação, ficaram por desenvolver ou esclarecer, abrindo novos horizontes de investigação para trabalho futuro. Nesta sequência indicam-se alguns pontos de partida para trabalhos futuros:

- 1) É necessária mais investigação de forma a avaliar os valores ideais para alguns parâmetros do sistema em diferentes tipos de espaço. Por exemplo, o nível de atenuação da popularidade dos tópicos de interesse sugeridos pelos utilizadores afecta a sensibilidade e o equilíbrio entre a noção de espaço pré-definida e a noção de espaço que emerge das interacções dos frequentadores do espaço. Estes parâmetros devem ser adequados à natureza do espaço e ao comportamento desejado para o ecrã sendo, por isso, necessário uma investigação mais aprofundada no sentido de encontrar as relações mais adequadas entre as características dos vários tipos de espaço e os valores destes parâmetros.
- 2) A adequação das interacções dos utilizadores ao perfil do espaço está parcialmente dependente do seu enquadramento no contexto do espaço onde o conteúdo vai ser apresentado, como a localização ou informação organizacional. Durante o desenvolvimento deste trabalho foi assumido que essa informação seria fornecida pela entidade gestora do ecrã, cabendo-lhe a responsabilidade de especificar um conjunto de palavras-chave caracterizadoras do ambiente onde o ecrã está instalado. É necessária uma maior investigação no sentido de procurar soluções que permitam a contextualização automática de um determinado espaço, minimizando assim as tarefas de configuração do ecrã ou mesmo tornando a contextualização do espaço totalmente autónoma.
- 3) Embora o algoritmo de escalonamento tenha em consideração o seu histórico de escalonamentos e suporte configurações de forma a não repetir os mesmos itens ou itens

- 4) Um dos pontos em que o sistema recebeu algumas críticas foi ao nível da rapidez da resposta às interacções dos utilizadores. Alguns frequentadores do espaço referiram que o tempo decorrido desde a sua interacção até à resposta do ecrã deveria ser mais reduzido. Estas opiniões podem estar relacionadas com o facto de alguns utilizadores terem interpretado o sistema num cenário de interacção mais individual e mais transitório. O sistema apresentado neste estudo considera o perfil do espaço, representativo dos múltiplos interesses dos seus múltiplos frequentadores e não os interesses individuais de cada utilizador, é importante que a oportunidade temporal da sua resposta seja ajustada às características do espaço. A natureza do espaço deve ter influência na forma como são interpretadas as interacções dos utilizadores e sobre a pertinência temporal da resposta do ecrã. Tal significa que a oportunidade temporal da resposta do ecrã deve estar adaptada às características desse espaço e deve ter em consideração o tipo de utilização que os utilizadores fazem desse espaço, nomeadamente se permanecem muito ou pouco tempo, se é um local onde realizam algumas actividades ou conversam, ou se é simplesmente um local de passagem. Embora a rapidez da resposta esteja também associada à configuração do perfil do espaço é necessário otimizar os processos de procura e selecção de fontes de conteúdo e disponibilizar ferramentas que permitam configurar de forma simples o tipo de resposta do ecrã.
- 5) Associado à configuração do comportamento do ecrã existe a necessidade de criar interfaces de interacção para que, a entidade gestora do ecrã possa, de forma simples, especificar o comportamento desejado para o ecrã.
- 6) A validação das questões científicas foi baseada fundamentalmente numa avaliação de carácter qualitativo constituída por três avaliações que envolveram os utilizadores. Cada uma destas avaliações foi realizada num único espaço que tem características específicas

e, por isso, tem a desvantagem de não permitir a generalização dos resultados. Embora esta avaliação tenha sido realizada num espaço com algumas restrições ao nível do número de visitantes e caracterizado como sendo um local de passagem, o que pode indiciar que em espaços onde os utilizadores permaneçam mais tempo os resultados possam melhorar principalmente devido ao perfil mais estável desse espaço, é necessária uma avaliação mais abrangente. Assim, propõe-se como trabalho futuro um estudo mais alargado do uso do protótipo que inclua múltiplos espaços de natureza distinta, com públicos diferentes e diferentes gestores de ecrã de forma a avaliar como as diferentes características de cada espaço afectam o resultado.

7.4 Notas Finais

Os resultados positivos obtidos durante as avaliações realizadas demonstram que a utilização de modelos de escalonamento adaptativos, suportados por modelos de espaço baseados na utilização de palavras-chave, obtidas das contribuições dos múltiplos visitantes do espaço e do gestor do ecrã juntamente com modelos de relevância adaptados ao tipo de conteúdo, representa uma abordagem viável ao problema da selecção de conteúdo relevante para uma visão dinâmica do espaço.

Os resultados das avaliações sugerem que esta abordagem pode representar um passo importante para a emergência de um perfil dinâmico de espaço que representa as expectativas sociais e as práticas da sua envolvente social, valorizando esses espaços e criando janelas de interacção com os sistemas de informação e com as actividades associadas a esses espaços.

8 Referências

- [1] M. Weiser, "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing," *Communications of the ACM*, vol. 36, pp. 75-84, 1993.
- [2] G. Pingali, C. Pinhanez, A. Levas, R. Kjeldsen, M. Podlaseck, H. Chen, and N. Sukaviriya, "Steerable Interfaces for Pervasive Computing Spaces," in IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (Percom 03), Dallas-Fort Worth, Texas, 2003.
- [3] E. M. Huang, A. Koster, and J. Borchers, "Overcoming Assumptions and Uncovering Practices: When Does the Public Really Look at Public Displays?," in 6th International Conference on Pervasive Computing Springer-Verlag, Sydney, Australia, 2009.
- [4] J. F. McCarthy, D. H. Nguyen, A. M. Rashid, and S. Soroczak, "Proactive Displays & The Experience UbiComp Project," in 5th International Conference on Ubiquitous Computing, Seattle, Washington, 2003.
- [5] J. Light, "Considering Ubiquitous Display Interactions," in Workshop on Ubiquitous Display Environments, Nottingham, 2004.
- [6] R. José and P. Coutinho, "Situated web portal for local awareness and transient interaction," in 2nd International Workshop on Ubiquitous Systems for Supporting Social Interaction and Face-to-face Communication in Public Spaces - UBICOMP2003, Nottingham, 2003.
- [7] O. Storz, A. Friday, and N. Davies, "Supporting content scheduling on situated public displays," in *Computers & Graphics*, vol. 30, 2006, pp. 681-691.
- [8] K. Xu, M. Zhu, D. Zhang, and T. Gu, "Context-aware content filtering & presentation for pervasive & mobile information systems " in 1st international conference on Ambient media and systems, ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), Quebec, Canada, 2008.
- [9] J. Müller, A. Kruger, and T. Kuflik, "Maximizing the Utility of Situated Public Displays," in Adjunct Proceedings of User Modeling, Corfu, 2007.
- [10] J. Müller and A. Kruger, "How much to bid in digital signage advertising auctions," in Advances in Pervasive Computing, Adjunct Proceedings of the 5th International Conference on Pervasive Computing, Toronto, 2007.

- [11] J. Müller and A. Kruger, "User Profiling for Generating Bids in Digital Signage Advertising Auctions," in International Workshop on Ubiquitous and Decentralized User Modeling (UBIDEUM 2007), 11th International Conference on User Modeling (UM 2007), Corfu, Greece, 2007.
- [12] J. Müller, "Persuasion with Smart Digital Signage," in Surrounded by Ambient Persuasion Workshop in Conjunction with CHI, Florence, 2008.
- [13] J. Müller, A. Schlottmann, and A. Krüger, "Self-optimizing Digital Signage Advertising," in Adjunct Proceedings of UbiComp, Innsbruck 2007.
- [14] S. Greenberg and M. Roudind, "The Notification Collage: Posting Information to Public and Personal Displays," in Human Factors in Computer Systems, ACM Press, Seattle, USA, 2001.
- [15] R. José, N. Otero, S. Izadi, and R. Harper, "Instant Places: Using Bluetooth for Situated Interaction in Public Displays," in *IEEE Pervasive Computing*, vol. 7, 2008, pp. 52-57.
- [16] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," in *Scientific American*, vol. 265, 1991, pp. 94-104.
- [17] G. Susman, "Action research: a sociotechnical systems perspective," in *Beyond Method: Strategies for Social Research*, G. Morgon, Ed.: Sage Publications, 1983, pp. 95-113.
- [18] D. M. Russell and A. Sue, "Using Large Public Interactive Displays for Collaboration," in Workshop on Collaboration with Interactive Walls and Tables, Goteborg, Sweden, 2002.
- [19] D. Vogel and R. Balakrishnan, "Interactive public ambient displays: transitioning from implicit to explicit, public to personal, interaction with multiple users," in UIST, ACM Press, Santa Fe, NM, USA, 2004.
- [20] S. Izadi, H. Brignull, T. Rodden, Y. Rogers, and M. Underwood, "Dynamo: A public interactive surface supporting the cooperative sharing and exchange of media," in Symposium on User Interface Software and Technology Vancouver, Canada, 2003.
- [21] S. Izadi, "Public Interactive Surfaces for Communal Ubiquitous Computing Spaces," vol. PhD. Nottingham: University of Nottingham, 2004, pp. 245.
- [22] D. M. Russell, "Large interactive public displays: Use patterns, support patterns, community patterns," in Workshop on Collaboration with Interactive Walls and Tables, 2002.
- [23] E. F. Churchill, L. Nelson, L. Denoue, J. Helfman, and P. Murphy, "Sharing Multimedia Content with Interactive Public Displays: A Case Study," in DIS2004, ACM Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 2006.
- [24] Interrelativity Inc., "Proactive Displays," [Online] Available at: <http://www.interrelativity.com>, [Access date: 2006, July].
- [25] J. F. McCarthy, "Active Environments: Sensing and Responding to Groups of People," in Workshop Situated Interaction in Ubiquitous Computing at CHI2000, The Hague, Netherlands, 2000.
- [26] J. F. McCarthy, "Using Public Displays to Create Conversation Opportunities," in Computer-Supported Cooperative Work, New Orleans, USA, 2002.

- [27] J. F. McCarthy, D. W. McDonald, S. Soroczak, D. H. Nguyen, and A. M. Rashid, "Augmenting the Social Space of an Academic Conference," in *CSCW*, ACM Press, Chicago, USA, 2004.
- [28] D. W. McDonald, J. F. McCarthy, S. Soroczak, D. H. Nguyen, and A. M. Rashid, "Proactive displays: Supporting awareness in fluid social environments " in *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 14, 2008.
- [29] J. F. McCarthy, T. J. Costa, and E. S. Liongosari, "UniCast, OutCast & GroupCast: Three Steps toward Ubiquitous Peripheral Displays," in *International Conference on Ubiquitous Computing*, Springer-Verlag, Atlanta, Georgia, 2001.
- [30] A. Grasso, M. M"uhlenbrock, F. Roulland, and D. Snowdon, "Supporting communities of practice with large screen displays," in *Public and Situated Displays: Social and Interactional Aspects of Shared Display Technologies*, M. P. O'Hara, E. Churchill, and D. Russell, Ed.: Kluwer International, 2003.
- [31] K. Martin, A. Penn, and L. Gavin, "Engaging with a situated display via picture messaging," in *CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems*, ACM, Montréal, Québec, Canada, 2006.
- [32] E. F. Churchill, L. Nelson, L. Denoue, J. Helfman, P. Murphy, and A. P. o. t. c. on, "Interactive systems in public places: Sharing multimedia content with interactive public displays: a case study " in *Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* ACM Press, Cambridge, MA, USA, 2004.
- [33] T. Payne, E. David, N. R. Jennings, and M. Sharifi, "Auction Mechanisms for Efficient Advertisement Selection on Public Displays," in *European Conference on Artificial Intelligence*, IOS Press, Riva del Garda, Italy, 2006.
- [34] W. Vickrey, "Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders Export Find Similar " *The Journal of Finance*, vol. 16, pp. 8-37, 1961.
- [35] N. Villar, A. Schmidt, G. Kortuem, and H.-W. Gellersen, "Interacting with Proactive Community Displays," in *Computers and Graphics*, vol. 27, 2003.
- [36] M. Zhu, D. Zhang, J. Zhang, and B. Y. Lim, "Context-Aware Informative Display," in *International Conference on Multimedia and Expo*, Beijing 2007.
- [37] M. Ames and A. Dey, "Description of design dimensions and evaluation for Ambient Displays," Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California, Berkeley September 2002.
- [38] J. Mankoff, A. K. Dey, G. Hsieh, J. Kientz, S. Lederer, and M. Ames, "Peripheral and ambient displays: Heuristic evaluation of ambient displays " in *SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM Press, Ft. Lauderdale, Florida, USA, 2003.
- [39] P. Resnick, N. Iakovou, M. Bergstorm, and J. Riedl, "GroupLens: An open architecture for collaborative filtering of netnews," in *Computer Supported Cooperative Work Conference*, ACM Press, Chapel Hill, North Carolina, United States, 1994.
- [40] A. Java, P. Kolari, T. Finin, A. Joshi, and T. Oates, "Feeds That Matter: A Study of Bloglines Subscriptions," in *ICWSM'2007*, Boulder, Colorado, USA, 2007.
- [41] J. Arguello, J. L. Elsas, J. Callan, and J. G. Carbonell, "Document Representation and Query Expansion Models for Blog Recommendation," in *International Conference on Weblogs and Social Media*, Seattle, 2008.

- [42] J. Seo and W. B. Croft, "UMass at TREC 2007 Blog Distillation Task," in Text Retrieval Conference, Gaithersburg, Maryland, 2007.
- [43] J. Elsas, J. Arguello, J. Callan, and J. Carbonell, "Retrieval and Feedback Models for Blog Distillation," in The Sixteenth Text REtrieval Conference (TREC 2007), Gaithersburg, Maryland, 2007.
- [44] L. Si and J. Callan, "Relevant document distribution estimation method for resource selection," in 25th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, ACM, 2003.
- [45] J. H. Errico and I. Sezan, "Presence based collaborative recommender for networked audiovisual displays " in 11th international conference on Intelligent user interfaces, ACM, Sydney, Australia, 2006.
- [46] D. Billsus and M. J. Pazzani, "User Modeling for Adaptive News Access," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 10, pp. 147-180, 2000.
- [47] C. Wongchokprasitti and P. Brusilovsky, "NewsMe: A Case Study for Adaptive News Systems with Open User Model " in Third International Conference on Autonomic and Autonomous Systems table of contents, IEEE Computer Society Athens 2007.
- [48] A. S. Das, M. Datar, A. Garg, and S. Rajaram, "Google news personalization: scalable online collaborative filtering," in 16th international conference on World Wide Web, Banff, Alberta, Canada 2007.
- [49] G. Gonzalez, J. L. d. I. Rosa, M. Montaner, and S. Delfin, "Embedding Emotional Context in Recommender Systems," in 23rd International Conference on Data Engineering, Istanbul, Turkey, 2007.
- [50] L. Sarmiento and V. Jijkoun, "'More Like These': Growing Entity Classes from Seeds," in Sixteenth ACM conference on Conference on information and knowledge management, ACM, New York, NY, USA, 2007.
- [51] G. M. Underwood, P. P. Maglio, and R. Barrett, "User centered push for timely information delivery," in Seventh International World Wide Web Conference, Elsevier Science Publishers, Brisbane, Australia, 1998.
- [52] Yahoo! Inc., "Explore / About Interestingness," [Online] Available at: <http://www.flickr.com/explore/interesting/>, [Access date: 2008, January 25].
- [53] A. Bihun, J. Goldman, A. Khesin, V. Marur, E. Morales, and J. Reynar, "Ranking blog documents," in *US Patent & Trademark Office*, U. P. T. Office, Ed. US, 2007.
- [54] H. E. Byun and K. Cheverst, "Supporting Proactive 'Intelligent' Behaviour: the Problem of Uncertainty," in Workshop on User Modeling for Ubiquitous Computing, Pittsburgh, USA, 2003.
- [55] O. Madani and D. DeCoste, "Contextual recommender problems," in Conference on Knowledge Discovery in Data archive Proceedings of the 1st international workshop on Utility-based data mining, ACM, Chicago, Illinois 2005.
- [56] D. Billsus, D. M. Hilbert, and D. Maynes-Aminzade, "Improving proactive information systems " in 10th international conference on Intelligent user interfaces, ACM, San Diego, California, USA, 2005.
- [57] J. Hong, E.-H. Suh, J. Kim, and S. Kim, "Context-aware system for proactive personalized service based on context history " *International Journal Expert Systems with Applications*, vol. 36, pp. 7448-7457, 2009.

- [58] G. Adomavicius and A. Tuzhilin, "Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions," in *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 17, 2005.
- [59] G.-E. Yap, A.-H. Tan, and H.-H. Pang, "Dynamically-optimized context in recommender systems " in International Conference On Mobile Data Management, Ayia Napa, Cyprus, 2005.
- [60] B. Luca, M. Marco, C. Francesca, C. Federica, G. Cristina, and T. Ilaria, "The Role of Ontologies in Context-Aware Recommender Systems," in 7th International Conference on Mobile Data Management, IEEE Computer Society, Nara, Japan, 2006.
- [61] J. Y.-T. Leung, *Handbook of Scheduling. Algorithms, Models and Performance Analysis*: CRC Press LLC, 2004.
- [62] J. R. Quinlan, "C4.5: programs for machine learning ". San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993, pp. 302.
- [63] S. Harrison, P. Sengers, and D. Tatar, "The Three Paradigms of HCI," in Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, San Jose, USA, 2007.
- [64] P. Dourish, *Where the action is: the foundations of embodied interaction*: MIT Press, 2001.
- [65] Google Inc., "The YouTube Data API. Developer's Guide: The Protocol," [Online] Available at: http://code.google.com/apis/youtube/developers_guide_protocol.html, [Access date: 2007, 10th December].
- [66] Yahoo, "Video Search Documentation for Yahoo! Search Web Services," [Online] Available at: <http://developer.yahoo.com/search/video/V1/videoSearch.html>, [Access date: 2007, 14th December].
- [67] Truveo Inc., "Overview of the Truveo Video Search APIs," [Online] Available at: <http://developer.truveo.com/OpenAPIOverview.php>, [Access date: 2007, 14th December].
- [68] Yahoo! Inc., "Serviços do Flickr. Documentação API. ," [Online] Available at: <http://www.flickr.com/services/api/>, [Access date: 2007, 10th December].
- [69] AG.com Inc., "Webshots Open API," [Online] Available at: <http://www.webshots.com/html/services.html>, [Access date: 2007, 14th December].
- [70] 23, "23 API support," [Online] Available at: <http://www.23hq.com/doc/api/>, [Access date: 2007, 14th December].
- [71] Google, "Picasa Web Albums Data API," [Online] Available at: <http://code.google.com/apis/picasaweb/overview.html>, [Access date: 2007, 14th December].
- [72] UMinho, "UMinho Webservice," [Online] Available at: <http://intranet.uminho.pt/webservices/EventAndPressRelease.aspx>, [Access date: 2008, June].
- [73] F. R. Ribeiro and R. José, "Place-aware content selection from dynamic web sources for public displays," in 5th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, IEEE Computer Society Press, Marrakech, 2009.
- [74] M. Weiser and J. S. Brown, "The Coming Age of Calm Technology," *PowerGrid Journal*, vol. 1, 1996.

- [75] C. Wisneski, H. Ishii, and A. Dahley, "Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information," in First International Workshop on Cooperative Buildings, Springer-Verlag, 1998.
- [76] NewsGator Technologies Inc., "Newsgator REST API Developers Guide," [Online] Available at: <http://www.newsgator.com/ngs/api/overview.aspx>, [Access date: 2009, May].
- [77] Best Current Practice, "Tags for Identifying Languages," 2009.
- [78] A. Smith, *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, vol. 1, 1776.
- [79] Hermann Gossen (Rudolph C. Blitz and Nicholas Georgescu-Roegen - Translators) "The Laws of Human Relations and the Rules of Human Action Derived Therefrom," 1983.
- [80] B. Silva and R. José, "Technical overview of the Instant Places System," Minho University, Guimarães, December 2009.
- [81] S. Consolvo, L. Arnstein, and B. R. Franza, "User Study Techniques in the Design and Evaluation of a Ubicomp Environment," in Fourth International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp2002), Springer Verlag, Goteborg, Sweden, 2002.
- [82] J. Nielsen, "Ten Usability Heuristics," [Online] Available at: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html, [Access date: 2007, November 2].

Anexo A – Inquérito para avaliação da experiência E3

Tabela 41: Questionário de avaliação destinado aos utilizadores que conhecem o funcionamento do ecrã.

| | Bom / Totalmente de Acordo → Suficiente / Concordo → Medíocre / Não Concordo → Mau/ Totalmente em Desacordo → Não Sei/ Não Respondo → | 😊 | 🙂 | ☹️ | 😞 | ? |
|---|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Utilidade do conteúdo apresentado | | 😊 | 🙂 | ☹️ | 😞 | ? |
| 1.1 O conteúdo apresentado é relevante para o contexto do espaço onde é apresentado? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.2 O conteúdo apresentado é adequado às palavras-chave que caracterizam o espaço? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.3 O conteúdo apresentado é actual? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.4 | Tem algum comentário/sugestão sobre a utilidade do conteúdo apresentado _____ | | | | | |
| 2 Influência das Interações | | 😊 | 🙂 | ☹️ | 😞 | ? |
| 2.1 A influência das interações dos utilizadores é visível no comportamento do ecrã? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.2 A apresentação da tag Cloud que caracteriza o espaço ajuda a compreender o comportamento do ecrã? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.3 A identificação da palavra-chave do conteúdo em apresentação ajuda a compreender o comportamento do ecrã? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2.4 | Tem algum comentário/sugestão sobre a influência das interações _____ | | | | | |
| 3 Impacto e Aceitação | | | | | | ? |
| 3.1 | O detalhe da informação relativa ao conteúdo apresentado no ecrã é adequado? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.2 | O ecrã contribui para enriquecer o espaço onde está situado? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.3 | Tem algum comentário/sugestão sobre o impacto e aceitação do sistema _____ | | | | | |
| 4 Situações inesperadas | | | | | | ? |
| 4.1 | Já viu algum conteúdo ofensivo apresentado no ecrã? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 4.2 | Em caso afirmativo, indique os tópicos: | | | | | |
| 4.3 | Tem algum comentário/sugestão sobre a ocorrência de situações inesperadas _____ | | | | | |
| 5 Caso ainda não tenha realizado nenhuma interação com o ecrã indique os motivos. (Se já realizou interações com o ecrã não responda a esta questão) | | | | | | |
| 5.1 | Não pretendo/ainda não se proporcionou | | | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.2 | O meu telemóvel não suporta funcionalidades Bluetooth | | | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.3 | As tarefas necessárias para configurar o seu dispositivo de interação são complexas e trabalhosas | | | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.4 | Não quero expor o nome do dispositivo Bluetooth | | | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.5 | Outros motivos/Outras razões _____ | | | | | |
| Se ainda não realizou nenhuma interação com o ecrã o seu questionário termina aqui. Obrigado pela sua colaboração. | | | | | | |
| Se já realizou interações com o ecrã por favor preencha a parte seguinte. | | | | | | |

Tabela 42: Questionário destinado aos utilizadores que realizaram interações com o ecrã.

| | Bom / Totalmente de Acordo → Suficiente / Concordo → Medíocre / Não Concordo → Mau/ Totalmente em Desacordo → Não Sei/ Não Respondo → | 😊 | 🙂 | 😐 | 😞 | 😡 | ? |
|---------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 6 Interações | | 😊 | 🙂 | 😐 | 😞 | 😡 | ? |
| 6.1 | Considera que o ecrã apresenta conteúdo relevante considerando os interesses especificados nas suas interações? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.2 | Considera que o ecrã responde às suas interações de forma oportuna? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.3 | A influência das suas interações é visível no comportamento do ecrã? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.4 | Considera os mecanismos de interação adequados para a interação com o ecrã? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.5 | Conseguiu realizar a interação com o ecrã de forma espontânea e sem ajuda além da disponibilizada visualmente no ecrã? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.6 | Considera que as tarefas necessárias para configurar o seu dispositivo de interação são fáceis e simples de realizar? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.7 | Tem algum comentário/sugestão relativamente às interações com o ecrã _____ | | | | | | |
| 7 Privacidade | | 😊 | 🙂 | 😐 | 😞 | 😡 | ? |
| 7.1 | Considera que o benefício resultante da interação com o ecrã é superior ao custo de exposição do nome do dispositivo Bluetooth? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.2 | Activou a funcionalidade Bluetooth do seu dispositivo especificamente para interagir com o ecrã? | <input type="checkbox"/> | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 7.3 | Tem algum comentário/sugestão relacionado com questões de privacidade _____ | | | | | | |