

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Understanding and evolving tag usefulness

Tese de Doutoramento em Informática

Joaquim Filipe Peixoto dos Santos

Sob orientação da Professora Doutora Ana Almeida

Sob coorientação do Professor Doutor Paulo Moura Oliveira

Sob coorientação do Professor Doutor Ramiro Gonçalves



Vila Real, Março de 2017

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Dissertação apresentada por Joaquim Filipe Peixoto dos Santos à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Informática, sob a orientação da Prof. Doutora Ana Almeida, coorientação do Prof. Doutor Paulo Moura Oliveira e do Prof. Doutor Ramiro Gonçalves.

Este trabalho foi escrito ao abrigo do novo Acordo Ortográfico.



Agradecimentos

Existe um grupo de pessoas que, de forma direta ou indireta contribuíram e influenciaram positivamente a elaboração deste trabalho de doutoramento, a quem gostaria de expressar a minha gratidão.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer, aos meus orientadores, Professora Doutora Ana Almeida, Professor Doutor Paulo Oliveira, Professor Doutor Ramiro Gonçalves e ainda Professor Doutor Constantino Martins pela sua dedicação e cooperação durante o desenrolar deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Superior de Engenharia do Porto (e em particular ao Departamento de Engenharia Informática), nomeadamente a todos os seus docentes e técnicos pela colaboração e constante incentivo.

Queria também agradecer ao Instituto Politécnico do Porto que através do seu programa de formação avançada de docentes me apoiou neste trabalho.

Os meus agradecimentos finais vão para a minha família, especialmente para a minha esposa Susana pela extraordinária ajuda, incentivo e companheirismo, para a minha filha Matilde por ser a motivação fundamental que me leva a continuar, para a minha mãe Maria Lucinda por tudo o que até hoje fez e continua a fazer por mim.

Por último agradecer ao meu pai Albino pois apesar de já não estar entre nós para testemunhar mais este meu passo, foi e será sempre um elo fundamental no meu caminho.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Re

Resumo

O Turismo é do ponto de vista global, uma das áreas da economia com maior crescimento, mas o surgimento de novas geografias com novos atrativos coloca desafios importantes, implicando que os destinos tradicionais inovem, tornando-se apelativos para outras faixas da população que todos os anos adquirem capacidade económica para viajar.

Uma das formas mais eficaz de responder a estes desafios é procurar conhecer melhor quem nos visita, traçando os seus perfis individuais com informação o mais adequada e diversificada possível, seja ela de cariz físico, intelectual, gostos individuais, similaridade com outros, etc.

A modelação de um utilizador como entidade única e individual é, normalmente, pobre e claramente rudimentar, quer nos métodos, quer no alcance dessa mesma modelação, porque uma parte significativa da informação disponível não é processada e utilizada, de forma a permitir um conhecimento mais correto de cada um.

Para além de pobre e rudimentar, a modelação do utilizador dedica pouca importância a questões fulcrais, como sejam as limitações de cariz físico e/ou mental que cada indivíduo possui e que muitas vezes são fatores inibidores das atividades que cada um pode levar a cabo.

A deficiência ou limitação caracteriza-se como uma alteração biomédica significativa na estrutura ou funções físicas e psicológicas do corpo humano, em relação a um padrão de normalidade, mas a ocorrência destas não deve determinar imediatamente uma incapacidade, pois pode ser possível encontrar alternativas válidas para que seja possível a um determinado indivíduo viver determinada experiência, independentemente das suas limitações. A incapacidade é a junção de uma deficiência com um determinado ambiente que pelas suas características propicia o condicionamento do indivíduo, logo não é uma inevitabilidade.

Os Sistemas de Recomendação para Turismo podem desempenhar um papel fundamental na melhoria das experiências dos utilizadores e, conseqüentemente, na percepção que estes adquirem de determinada localização (baseando os seus resultados em conhecimento, quer dos utilizadores, quer dos locais que lhes permitam efetuar sugestões que evitem ou pelo menos minimizem a possibilidade de uma limitação se tornar numa incapacidade durante as visitas turísticas).

Neste trabalho, e com base na metodologia de investigação *Design Science Research*, é proposta uma arquitetura e desenvolvido um protótipo de Sistemas de Recomendação Turística, onde utilizadores são modelados com novos tipos de informação para além da tradicional, como sejam os seus níveis de funcionalidade em termos de um conjunto de patologias e limitações de cariz físico e intelectual. Os pontos de interesse são também modelados com a mesma estrutura de informação, nomeadamente, no caso das patologias, permitindo, dessa forma, definir o seu nível de acessibilidade.



Abstract

Tourism is in a global perspective, one of the most fast growing areas in the economy, but the appearance of new offers in different geographies with new attractions creates important challenges to the traditional destinations that needs to evolve and turn themselves the best option for large groups of world population that every year gain the capacity to travel.

One of the most effective ways to respond to these challenges is to seek better knowledge about our visitors, tracing their individual profiles with the most appropriate and diverse information, like physical and intellectual issues, personal tastes, similarity with others, etc.

The modelling of a user as a unique and individual entity is usually poor and clearly rudimentary either in the methods or in the scope because a significant part of the available information is not processed and used in order to allow a more correct knowledge of each one.

In addition to poor and rudimentary traditional user modelling approaches devotes low attention to key issues such as the physical and/or mental limitations of the each one has and which often these are inhibiting factors of the activities that each one can carry out.

Limitations or impairments are characterized as a significant biomedical change in the structure or physical and psychological functions of the human body, compared to a normal pattern, but the occurrence of these should not immediately determine a disability, it may be possible to find valid alternatives to became possible for an individual to live certain experience, regardless of their physical or mental state. Disability is the addition of a

deficiency with a certain environment whose characteristics provide the individual conditioning, so it's not inevitable.

Tourism Recommender Systems for can play a key role in improving the user's experiences and consequently the perception that they acquire of a certain location, if the results can be based in user and POI related knowledge that allow them to make suggestions capable of avoiding or at least minimize the appearance of disabilities during sightseeing.

In this study based on the Design Science Research research methodology, an architecture is proposed and a Touristic Recommendation system prototype is developed where users are modelled with new types of information in addition to traditional approaches such as their levels of functionality regarding a set of physical and intellectual issues. POI are also modelled with the same information structure particularly in the case of diseases thereby allowing define their accessibility level.



Palavras-chave

Perfis de Utilizador - Modelação de um indivíduo, de acordo com as suas características físicas, intelectuais, preferências pelas mais diversas temáticas, limitações, etc.

Sistemas de Recomendação – Conjunto de aplicações baseadas em conhecimento diversificado que funcionam como sistema de apoio à decisão.

Pontos de Interesse – Localização que pelas suas características desperta interesse na visita.

Tags – Conjunto de palavras utilizadas para caraterizar algo, num determinado tempo e contexto.

Acessibilidade – O conceito de acessibilidade neste trabalho divide-se em:

Acessibilidade no Turismo: pode ser definida como a capacidade dos turistas com alguma limitação provocada pelas suas questões físicas e/ou intelectuais, usufruírem das experiências existentes em cada local turístico, de forma a que não exista exclusão.

Acessibilidade Digital: aqui a acessibilidade está relacionada com a criação de interfaces com o utilizador que sejam perceptíveis e, como tal, facilmente utilizados por pessoas com alguma limitação provocada pelas suas questões físicas e/ou intelectuais (Cavender *et al.*, 2011).

Níveis de Funcionalidade - Caracterização de cada pessoa, enquanto entidade capaz de participar nos diversos contextos ambientais e pessoais em que se inserem em cada momento.



Keywords

User Profiles – User model according to their physical, intellectual characteristics, preferences for various issues, limitations, etc.

Recommendation Systems - Set of applications based on diverse knowledge that act as a decision support system.

Points of Interest - Location whose characteristics arouse interest in the visit.

Tags – Set of words used to describe something in a given time and context.

Accessibility - The concept of accessibility this work is divided into:

Accessible Tourism: it can define as the ability of tourists with any limitations caused by physical and/or intellectual issues, live a comparable touristic experience like any other patterned tourist.

Digital media Accessibility: In digital media accessibility is related to the creation of user interfaces that are noticeable and, as such, easily used by people with some limitations caused by physical and/or intellectual questions (Cavender *et al.* 2011).

Functionality Levels - Characterization of each person as an entity able to participate in various time-related environmental and personal contexts and experiences.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice Geral

1.	Introdução	1
1.1.	Problema de investigação, background e contexto.....	2
1.2.	Importância do estudo e contributo para a ciência.....	4
1.3.	Objetivos do trabalho e questões de investigação.....	6
1.4.	Abordagem metodológica	7
1.5.	Abordagem orientada ao problema	9
1.6.	Organização do documento	12
2.	Modelação do utilizador e sistemas de recomendação	13
2.1.	Modelação de Utilizadores	13
2.1.1.	Perspetiva histórica de Modelação de Utilizadores.....	14
2.1.2.	Domínios de aplicação	16
2.1.3.	Aplicações de ensino.....	16
2.1.4.	Aplicações críticas	17
2.1.5.	Interface de utilizador.....	17
2.1.6.	Aplicações de produto	17
2.2.	Técnicas de modelação de Utilizadores.....	18
2.2.1.	Modelos Lineares	19
2.2.2.	Árvores de Decisão	19
2.2.3.	Redes Neurais	20
2.2.4.	<i>Text mining</i>	22

2.2.5.	Redes Bayesianas	23
2.2.6.	<i>Data mining</i>	24
2.2.6.1.	Classificação	24
2.2.6.2.	<i>Clustering</i>	24
2.2.6.3.	Regras de associação.....	26
2.2.7.	Comparação entre as técnicas de modelação de utilizadores	26
2.3.	Sistemas de Recomendação	28
2.3.1.	Técnicas de Filtragem para Recomendação.....	29
2.3.1.1.	Filtragem baseada em conteúdo.....	30
2.3.1.2.	Filtragem colaborativa.....	31
2.3.1.3.	Filtragem baseada em Conhecimento.....	32
2.3.1.4.	Filtragem Híbrida.....	33
2.3.1.5.	Comparação entre técnicas de filtragem	34
2.4.	Alguns exemplos de Sistemas de Recomendação	35
2.4.1.	TIP e Heracles.....	35
2.4.2.	Proximo	36
2.4.3.	GeoNotes	36
2.4.4.	MacauMap.....	37
2.4.5.	etPlanner.....	37
2.4.6.	mobiDENK	37
2.4.7.	AccessSights	38
2.4.8.	Tourist Guide.....	38
2.4.9.	m-ToGuide	39
2.4.10.	The GUIDE	39
2.4.11.	CRUMPET	40

2.4.12. Cyberguide	40
2.4.13. CATIS	40
2.4.14. Deep Map.....	41
2.4.15. POST-VIA 360	41
2.4.16. Tousplan.....	42
2.4.17. TRSO.....	42
2.4.18. E-Tourism 2.0	43
2.5. Tags – Recommendation, Relevance, Ranking and ambiguities.....	43
2.5.1. Detecção de preferências dos utilizadores através das tags	50
2.6. Affective Computing	51
2.6.1. Perspetiva Histórica	52
2.6.2. Reconhecimento de Emoções.....	52
2.6.2.1. Reconhecimento das expressões faciais	52
2.6.2.2. <i>Eye Tracking</i>	53
2.7. Súmula do Capítulo.....	54
3. Acessibilidade e Turismo	55
3.1. Contexto	55
3.2. O problema da Acessibilidade aplicada ao Turismo	59
3.2.1. Estudos sobre a problemática da acessibilidade para o Turismo e respetivas abordagens para a resolução dos problemas existentes	60
3.3. A Acessibilidade nos meios digitais	62
3.4. Tipologias de deficiência/incapacidades e necessidades específicas	64
3.4.1. Deficiência Motora.....	64
3.4.2. Deficiência Visual	65
3.4.3. Deficiência Auditiva	66
3.4.4. Deficiência Intelectual.....	67

3.5.	Sistemas de Classificação de POI	68
3.5.1.	Places4all	69
3.5.2.	Portal de Acessibilidade / CMP	71
3.5.3.	Outros sistemas	72
3.6.	Súmula do Capítulo.....	72
4.	Abordagem Proposta	75
4.1.	Arquitetura	78
4.2.	Especificação Formal	80
4.3.	Conhecimento	84
4.3.1.	Turista	85
4.3.1.1.	Modelo de Funcionalidade.....	85
4.3.1.2.	Modelo Perfis genéricos.....	86
4.3.1.3.	Modelo Emocional	88
4.3.1.4.	Modelo Tags	90
4.3.2.	POI.....	90
4.3.2.1.	Modelo POI/Perfis genéricos.....	91
4.3.2.2.	Modelo de Acessibilidade	91
4.3.2.3.	Modelo POI/Tags.....	92
4.3.2.4.	Aprendizagem	92
4.3.3.	Modelo de Sociedade	92
4.3.3.1.	Modelo Social	93
4.3.3.2.	Modelo Comunidade.....	93
4.4.	Raciocínio.....	93
4.4.1.	Recomendação.....	94
4.4.1.1.	Modelo de Funcionalidade/Incapacidade	96

4.4.1.2.	Modelo Perfis Genéricos	98
4.4.1.3.	Modelo Emocional	99
4.4.1.4.	Modelo de Tags	100
4.4.1.5.	Modelo Sociedade	103
4.4.1.6.	Modelo Social	104
4.4.1.7.	Modelo de comunidade	106
4.4.2.	Aprendizagem	110
4.4.2.1.	Aprendizagem na modelação de utilizadores	111
4.4.2.2.	Aprendizagem na modelação de POI	111
4.4.2.3.	Aprendizagem na modelação de Sociedade	112
4.5.	Interface	113
4.5.1.	Acessibilidade Digital	113
4.6.	Súmula do Capítulo.....	115
5.	Caso de Estudo e avaliação de resultados.....	119
5.1.	Objetivos.....	120
5.2.	Participantes.....	121
5.3.	Metodologia	121
5.3.1.	Obtenção e incorporação de feedback dos utilizadores no processo de estudo	122
5.3.1.1.	Inquérito de satisfação com a plataforma implementada	122
5.3.1.2.	Inquérito de satisfação com a Recomendação Turística Obtida	123
5.4.	Simulação do Protótipo	124
5.4.1.	Modelação de Utilizadores	125
5.4.2.	Modelação de POI.....	128
5.4.3.	Recomendação.....	130
5.4.4.	Feedback e Aprendizagem	138

5.5. Súmula do Capítulo.....	139
6. Conclusões	141
6.1. Visão Crítica	144
6.2. Análise de objetivos/contributos deste trabalho	145
6.3. Limitações do trabalho de investigação	147
6.4. Trabalho Futuro	148
6.5. Considerações Finais	150
7. Lista de Referências.....	151
8. Bibliografia	171
9. Anexos.....	181

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comparação entre Técnicas de Modelação de Utilizadores	27
Tabela 2 – Tipos de Sistemas de Recomendação	35
Algoritmo SR1 Recomendar POI	96
Algoritmo SR2 Algoritmo para relacionar o nível de funcionalidade do utilizador com o nível de acessibilidade do POI.....	98
Algoritmo SR3 Recomendar POI através dos perfis genéricos	99
Algoritmo SR4 Recomendar POI através do modelo emocional	100
Algoritmo AP1 Atualização de uma tag k com atualização a , num utilizador com n tags	101
Algoritmo AP2 Propagação de tag numa comunidade C de n tags, de valor a (PropagarComunidade)	102
Algoritmo SR3 Recomendar POI através das tags	103
Algoritmo SUA1 Cálculo da similaridade entre o utilizador U e os seus amigos	105
Algoritmo SR6 Recomendar POI através de do modelo social	106
Algoritmo MC_nó - Propagação de um POI.....	108
Algoritmo MC_ligação - Propagação das ligações entre POI.....	109
Algoritmo MC_AtivaçãoNó - Condição de ativação de um nó k	109
Algoritmo MC_AtivaçãoLigação - Condição de ativação de uma ligação ab	109
Algoritmo SR7 Recomendar através de do modelo de sociedade.....	110
Tabela 17 – Dados básicos dos turistas	125
Tabela 18 – Níveis de Funcionalidade dos turistas.....	126
Tabela 19 – Relação de cada Turista com os perfis genéricos considerados	127
Tabela 20 – Reação emocional dos turistas	128
Tabela 21 – Caracterização dos POI em relação aos perfis genéricos considerados	129

Tabela 22 – Caracterização dos POI em relação aos perfis genéricos considerados	129
Tabela 23 – Caracterização dos níveis de acessibilidade dos POI	130
Tabela 24 – Resultados da Recomendação do modelo de perfis genéricos	131
Tabela 25 – Resultados da Recomendação do modelo Emocional	132
Tabela 26 – Resultados da Recomendação pesada entre o modelo Emocional e o modelo de Perfis Genéricos	133
Tabela 27 – Recomendação ordenada resultante da junção pesada entre o modelo Emocional e o modelo de Perfis Genéricos.....	134
Tabela 28 – Resultados da Recomendação do modelo Funcionalidade/Acessibilidade	135
Tabela 29 – Resultados ordenados de Recomendação do modelo Funcionalidade/Acessibilidade.....	136
Tabela 30 – Resultados Finais da Recomendação com aplicação dos pesos de cada modelo	137
Tabela 31 – Geração da recomendação final através do cálculo da média dos índices entre os 2 vetores considerados	138
Tabela 32 – Resultados Finais da Recomendação com aplicação dos pesos de cada modelo	139



Índice de Figuras

Figura 1 – Metodologia DSR (Peffer et al., 2008).....	9
Figura 2 – Metodologia DSR para este projeto	11
Figura 3 – Exemplo de uma Rede Neural Artificial de 2 camadas com 4 entradas e 2 saídas. 21	
Figura 4 – Neurónio artificial (Hopgood, 2001).....	21
Figura 5 – Modelo de fomento de melhorias nos níveis de acessibilidade web (Gonçalves <i>et al.</i> , 2015)	63
Figura 6 – Classificação – Torre/Igreja Clérigos (Places4All, 2016)	70
Figura 7 – Dístico de Classificação POI – Torre/Igreja Clérigos (Places4All, 2016)	70
Figura 8 – Mapa Plataforma SIA (SIA/CMP, 2016)	71
Figura 9 – Caracterização dos tipos de Turista através das experiências - Produtos Estratégicos para o Turismo (CityBreaks) (TP, 2006).....	76
Figura 10 – Adaptação Pirâmide Maslow - Produtos Estratégicos para o Turismo (CityBreaks)(TP, 2006)	77
Figura 11 – INE - Informação à Comunicação Social (INE, 2002).....	78
Figura 12 - Arquitetura da abordagem proposta	79
Figura 13 – Representação do Conhecimento referente à modelação de utilizadores	81
Figura 14 - Representação do Conhecimento referente à modelação de POI	83
Figura 15 – Modelação de utilizadores e POI	84
Figura 16 – Taxonomia de limitações/deficiências	86
Figura 17 – Taxonomia de perfis genéricos (Turismo de Portugal)	87
Figura 18 – Ordenação pelo utilizador das imagens relacionadas com os perfis genéricos ...	87
Figura 19 – Detecção de Emoções (Øygard)	89
Figura 20 – Caracterização de um POI.....	91

Figura 21 – Modelos do Sistema de Recomendação.....	94
Figura 22 – Visão geral da recomendação com enfoque na funcionalidade e acessibilidade.	97
Figura 23 – Hierarquização dos POI para um utilizador de acordo com as tags.....	102
Figura 24 – Representação de um Modelo de Comunidade	107
Figura 25 – Representação de um modelo de comunidade com evolução	112
Figura 26 – Protótipo da aplicação.....	115
Figura 27 – Inquérito de satisfação com a plataforma.....	123
Figura 28 – Inquérito de satisfação dos resultados da Recomendação	124



Acrónimos

Nesta dissertação são utilizadas abreviaturas de designações comuns, apenas apresentadas aquando da sua primeira utilização:

POI – Pontos de Interesse

OMS - Organização Mundial de Saúde

PENT – Plano Estratégico Nacional para o Turismo

TP - Turismo de Portugal, I.P.

OMS – Organização Mundial da Saúde

SIA – Sistema de Itinerários Acessíveis

CMP - Câmara Municipal do Porto

POPH - Programa Operacional Potencial Humano

INR - Instituto Nacional para a Reabilitação

INE – Instituto Nacional de Estatística

SR – Sistemas de Recomendação

DSR - Design Science Research

UNWTO - United Nations World Tourism Organization

ICF - International Classification of Functioning, Disability and Health

ICIDH - International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps

WWW - *World Wide Web*

TSP - *Traveling Salesman Problem*

PCVCP - *Prize Collecting Travelling Salesman Problem*

1. Introdução

O Turismo é, hoje em dia, uma das áreas da economia com maior crescimento a nível mundial, representando para Portugal uma das suas maiores fontes de receita e exportações, sendo um contribuinte líquido positivo para a balança comercial (UNWTO, 2016; INE, 2016). Com o aparecimento constante de novas propostas, é importante que os destinos ditos tradicionais inovem, adequando as suas ofertas a novos públicos que permitam manter ou melhorar as taxas de crescimento atuais.

Uma das melhores formas de responder a estes desafios é procurar conhecer melhor quem nos visita, traçando os seus perfis individuais com informação o mais adequada possível, seja ela de cariz físico, psicológico, gostos individuais, entre outros. Este conhecimento mais específico e individual de cada utilizador é um fator diferenciador que permite que ferramentas como um Sistema de Recomendação Turística seja capaz de adequar as suas sugestões às características de cada indivíduo, nomeadamente às suas capacidades ou dificuldades físicas e psicológicas e aos seus gostos particulares.

Numa economia globalizada, onde todos os anos milhões de novas pessoas vão conseguindo atingir patamares financeiros que lhes permitem viajar, é necessário que as aplicações de apoio à tomada de decisão mostrem capacidade de ir além do conhecimento básico que, normalmente, serve de base ao seu processamento, tais como: a idade, a naturalidade ou o género e caminhem numa direção capaz de obter novo conhecimento

sobre os seus utilizadores, como sejam os seus gostos pessoais ou as suas capacidades físicas e psicológicas.

A modelação de utilizador como entidade única e individual é, muitas vezes, pobre e algo rudimentar, quer nos métodos, quer no alcance dessa mesma modelação. A generalidade dos sistemas desaproveita uma parte significativa da informação que solicita aos seus utilizadores, através de métodos morosos e fastidiosos. A recomendação, na perspetiva de apoio à decisão, com base nas características do utilizador é, normalmente, incipiente, pois o conhecimento individual é, na maior parte dos casos, muito escasso (Coelho *et al.*, 2010; Almeida *et al.* 2010).

Os Sistemas de Recomendação Turística podem desempenhar um papel fundamental na melhoria das experiências dos turistas, caso consigam produzir resultados que respeitem as condições particulares de cada indivíduo (Coelho *et al.*, 2010; Almeida *et al.* 2010; Lucas *et al.*, 2011).

1.1. Problema de investigação, background e contexto

A implementação de mecanismos de modelação de utilizadores é, normalmente, efetuada com recurso a técnicas baseadas em conhecimento e técnicas baseadas em comportamentos (Kobsa, 2001; Coelho *et al.*, 2010).

O mecanismo baseado em conhecimento é, geralmente, o resultado do processamento de informação obtido em formulários, consultas e outros estudos de utilizadores, com o intuito de desenvolver um conjunto de heurísticas (Burke, 1999; Ghani, 2002; Toule, 1999).

A técnica baseada nos comportamentos está relacionada com a monitorização dos utilizadores durante as suas tarefas e atividades diárias (Kobsa, 2001).

A abordagem utilizada por este trabalho é baseada em conhecimento, na medida em que recorre a informação recolhida em formulários preenchidos pelos utilizadores. O mesmo foca-se na utilização de informação diferenciada de cada utilizador, como a sua relação com um conjunto de estereótipos de turistas predefinidos (negócios, natureza, residencial, etc.), os seus níveis pessoais de funcionalidade em relação a questões físicas ou psicológicas, como sejam: a locomoção, a visão, a audição ou questões de índole mental/intelectual para permitir a melhoria dos perfis de utilizadores criados. É fundamental que a modelação dos perfis de utilizador seja considerada como um processo entre outros que compõem um sistema.

A modelação de utilizadores pode ser definida como uma técnica que permite aos sistemas obter informação relacionada com os utilizadores, com o objetivo fundamental de melhorar e adequar as suas experiências (Kobsa, 1994). É, normalmente, um processo que inicia com uma representação do utilizador, criada a partir de diversos componentes e fontes de dados. Os dados são, geralmente, depois utilizados para inferir e gerar novo conhecimento sobre os utilizadores que será adicionado ao perfil existente, permitindo gerar um modelo computacional do utilizador mais próximo da sua representação humana. Este trabalho foca-se na aquisição de informação sobre os utilizadores que, em conjunto com a caracterização de cada um dos Pontos de Interesse (POI), permitirá perceber se um dado POI é adequado para visita por um dado utilizador.

Um sistema de recomendação pode ser definido como um conjunto de diferentes técnicas utilizadas por sistemas, para filtrar e organizar um conjunto de itens, permitindo, assim, seleccionar os melhores ou os mais adequados para apresentação, de acordo com o utilizador (Porter, 2006). Ainda que o cenário mais comum seja o sistema seleccionar os itens melhores de um conjunto que, caso contrário (sem a filtragem) seriam aleatoriamente seleccionados, existem casos muito importantes, onde certos itens ou tipos de itens não devem ser mostrados e/ou seleccionados para um utilizador, devido, por exemplo, a

handicaps individuais. Este tipo de aplicações dividem-se em três paradigmas distintos (baseado em conteúdo, colaborativo, baseado em conhecimento e possíveis combinações) (Berka, 2004; Schafer *et al.*, 1999; Felfernig *et al.*, 2007; Kabassi, 2010), que operam a partir de uma base de conhecimento (modelo do utilizador) para efetuar uma série de cálculos, a fim de inferir quais serão os que entre todos os itens existentes têm as características necessárias para satisfazer o utilizador, de acordo com um conjunto de teorias e abordagens. Neste trabalho considera-se que a melhor forma de corresponder aos anseios dos utilizadores é respeitar a precisão da sua relação com um conjunto de estereótipos de turistas (natureza, negócios, residencial, etc.) e os seus níveis de funcionalidade (relacionados com as suas capacidades físicas e psicológicas em diversas questões, como a locomoção, visão, audição e outras questões de índole intelectual).

O problema em questão neste projeto baseia-se na definição de uma metodologia de modelação computacional de utilizadores, que permita aos diversos sistemas que a usarem conhecer melhor esses mesmos utilizadores, para que seja possível adaptar esses mesmos sistemas, de acordo com as características e preferências de cada utilizador. Esta metodologia aposta na utilização de informação individual referente a questões de cariz funcional, quer sejam questões físicas ou psicológicas que devem condicionar os sistemas de apoio à decisão no caso aplicado ao Turismo. Existem questões mais pormenorizadas que são um desafio para este trabalho, nomeadamente, a definição de escalas e a sua relação com os níveis funcionais dos utilizadores nas diversas questões consideradas.

1.2. Importância do estudo e contributo para a ciência

O Turismo desempenha um papel fulcral na afirmação económica e global de inúmeros países, sendo, portanto, importante que surjam novas ferramentas que permitam aumentar o grau de satisfação dos turistas, em relação aos locais que visitam (UNWTO, 2015). As ferramentas informáticas podem e devem desempenhar um papel importante neste processo de evolução e adaptação cada vez maior das experiências turísticas às

capacidades físicas e psicológicas, aos traços de personalidade e aos gostos pessoais de cada turista.

O desenvolvimento de perfis de utilizador é uma área de investigação já bastante trabalhada (Kobsa, 1994). Este trabalho foca-se na melhoria e evolução dos perfis de utilizador, com recurso à definição de níveis de funcionalidade, relacionados com características físicas e psicológicas, sobretudo, a locomoção, a visão, a audição ou questões de índole mental/intelectual.

Os perfis criados por esta abordagem destinam-se a fornecer informação diferenciada a um mecanismo de Recomendação para Turismo, o que levou a que este projeto se focasse no desenvolvimento de uma forma de caracterização dos Pontos de Interesse, de acordo com as mesmas características físicas e psicológicas referidas anteriormente, permitindo, assim, definir o nível de acessibilidade de cada local.

O cruzamento entre os Perfis de Utilizador, compostos por níveis de funcionalidade e os Perfis dos Pontos de interesse, compostos por níveis de acessibilidade para o mesmo tipo de características físicas ou psicológicas permite, assim, tornar a recomendação mais adequada a cada utilizador, pois recomendar algo a alguém implica uma responsabilidade acrescida, logo, é fundamental assegurar a correção e qualidade dos resultados gerados.

Os contributos deste trabalho incluem: o desenvolvimento de uma nova abordagem de modelação de perfis de utilizador, considerando aspetos de cariz físico e psicológico; a criação de uma forma diferenciada de caracterizar os POI, incluindo na análise a sua adequação ou não, para ser visitado por turistas com determinados níveis de funcionalidade nas mesmas questões físicas e psicológicas consideradas na criação do perfil do Turista; o desenvolvimento de um estudo sobre o impacto que as alterações, quer no Perfil de Turista, quer no Perfil do POI têm na recomendação turística efetuada pelo sistema.

1.3. Objetivos do trabalho e questões de investigação

O objetivo fundamental deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema híbrido de recomendação turístico baseado em perfis de utilizador/turista melhorados, através da incorporação de nova informação e conhecimento particular relacionado com cada indivíduo. Estes perfis serão compostos, para além da informação básica (idade, nacionalidade, género, etc.), por classificações/relacionamentos entre o turista e um conjunto de estereótipos de turistas e por níveis de funcionalidade do turista, em relação a aspetos físicos e psicológicos, tais como: a locomoção, a visão, a audição ou questões de índole mental/intelectual. Para permitir relacionar esta nova informação existente no perfil de turista com os POI, estes serão também caracterizados de acordo com a mesma estrutura de informação e o seu grau de adequabilidade a cada um dos itens considerados nessa nova estrutura.

Para o desenvolvimento deste trabalho é necessário responder a algumas questões mais específicas, tais como:

- Determinar novas estratégias de adaptação e uma arquitetura para a implementação de Sistemas de Recomendação (SR) Turísticos para apoiar e melhorar a recomendação de POI tomando em consideração *handicaps* físicos e psicológicos do turista;
- Definir os atributos do Modelo do Turista para descrever a informação, conhecimento, preferências e *handicaps* físicos e psicológicos necessários para conduzir os mecanismos de recomendação;
- Definir um Modelo de POI, com as regras e os mecanismos de interação entre o utilizador e a aplicação suficiente para melhorar a recomendação turística, de forma a adequar a oferta turística e melhorar a satisfação do turista.

A solução desenvolvida deverá contemplar um modelo de aprendizagem que permita melhorar a recomendação a ser proposta ao turista, de forma autónoma, através de metodologias de monitorização da interação do utilizador com o sistema.

Este projeto de investigação assume uma importância vital no desenvolvimento de sistemas de recomendação turística de nova geração, onde o conhecimento individual de cada utilizador será o fator chave de sucesso, pois permitirá atingir os objetivos de cada um em coexistência com o respeito pelas questões físicas e psicológicas que muitas vezes funcionam como limitador.

A questão fundamental a responder por este trabalho é:

“Será possível conceber um sistema híbrido de recomendação turístico inovador, que permita relacionar a representação do conhecimento, preferências e handicaps físicos e/ou psicológicos do turista com um Modelo de representação de Pontos de Interesse (POI) dinâmico, de forma a adequar as ofertas turísticas e melhorar a satisfação do turista?”

1.4. Abordagem metodológica

Este projeto recorre a uma metodologia de investigação conhecida como *Design Science Research* (DSR) para resolver o problema descrito anteriormente. Esta abordagem metodológica é adequada para resolução de questões através da criação da inovação (Cheong *et al.*, 2013).

Existem diversas razões para a escolha desta metodologia para o desenvolvimento deste trabalho, tais como:

- A metodologia DSR permite utilizar uma abordagem mais prática para a resolução dos problemas existentes, através da condução de processos experimentais que beneficiam a extração de conhecimento, acerca dos utilizadores/turistas (Nieveen *et al.*, 2006).

- A possibilidade de utilizar diferentes tipos de participantes, que com as suas experiências e questões pessoais possam aportar diversidade aos dados recolhidos (Barab *et al.*, 2004).
- Esta metodologia permite uma melhoria contínua da solução, pois o design é progressivo, permitindo incluir melhorias a partir de evidências detetadas durante as diversas fases do período experimental (Molina, 2003).

O fator chave que leva à escolha desta metodologia é o facto de permitir a criação de conhecimento, a partir do problema e dos processos experimentais, que podem ser incorporados na solução, por forma a criar um ciclo de melhoria contínua da mesma (Oates, 2006). Existem evidências na literatura (Cheong *et al.*, 2013; Hevner *et al.*, 2004; McKenney *et al.*, 2013; Molina, 2003; Nieveen *et al.*, 2006) que permitem afirmar que esta é a metodologia adequada ao problema e envolvente em questão.

A metodologia DSR é composta por um conjunto de etapas, conforme pode ser verificado na figura 1, para a utilização em trabalhos de investigação relacionados com Sistemas de Informação (IS), nomeadamente (Pefferers *et al.*, 2008) (Hevner, 2004):

- *Problem Identification and Motivation* - Consiste na definição do problema, na definição da importância do estudo, através da revisão da literatura.
- *Objective of the Solution* - Pressupõe a clarificação dos objetivos a atingir com o trabalho, podendo ser efetuado a partir da definição de uma ideia experimental.
- *Design and Development*: Implica a criação do artefacto, a partir da ideia experimental definida no ponto anterior, através da enumeração de métodos, modelos, etc.
- *Demonstration*: Este passo serve para demonstrar a utilização dos artefactos na resolução dos problemas, podendo ser efetuado através da experimentação, simulação, etc.

- *Evaluation and Communication:* A avaliação consiste na medição da eficácia do artefacto para a resolução do problema. A comunicação implica divulgação de todos os dados desenvolvidos e conclusões obtidas durante todas as fases do processo de investigação à comunidade científica.

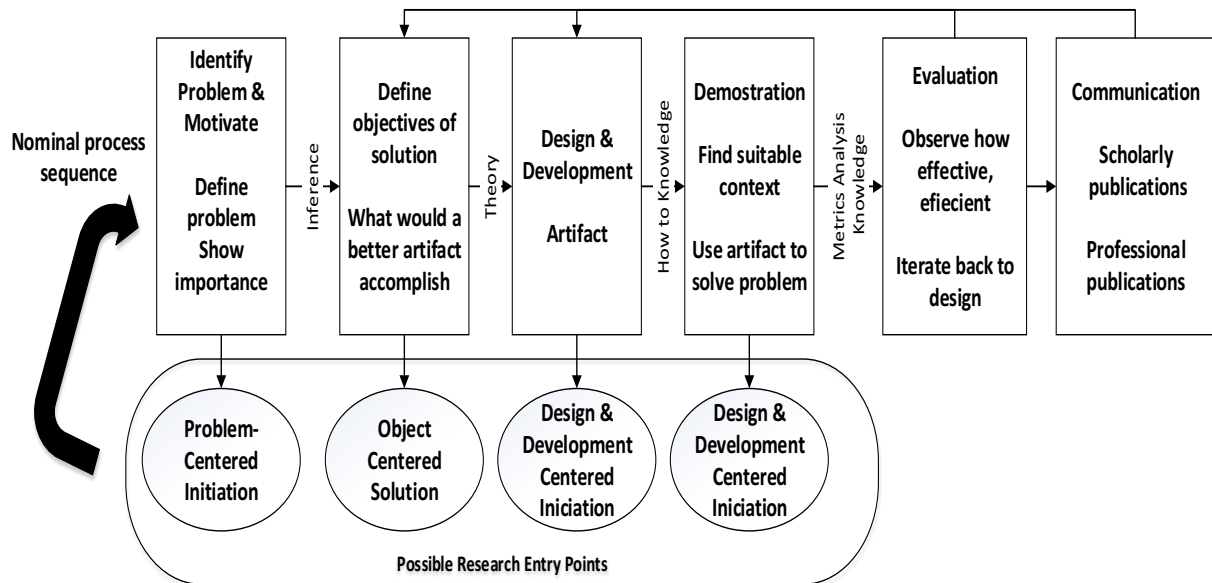


Figura 1 – Metodologia DSR (Peffers et al., 2008)

1.5. Abordagem orientada ao problema

Para responder à questão central deste trabalho “Será possível conceber um sistema híbrido de recomendação turístico inovador, que permita relacionar a representação do conhecimento, preferências e handicaps físicos e/ou psicológicos do turista com um Modelo de representação de Pontos de Interesse (POI) dinâmico, de forma a adequar as ofertas turísticas e melhorar a satisfação do turista?” é necessário proceder à definição e desenvolvimento de uma nova arquitetura que servirá de modelo à implementação de um protótipo de SR chamado Tourism2you.

Como já foi referido anteriormente, os SR tradicionais não consideram, na sua maioria, as limitações físicas e mentais dos turistas no seu processo de seleção e recomendação, o que torna os seus resultados muito pouco adequados ao indivíduo em particular. Para que esta abordagem seja possível, é também fundamental que os POI sejam caracterizados de acordo com os seus níveis de acessibilidade para as mesmas questões físicas e mentais já referidas.

O objetivo é desenvolver uma arquitetura que permite que os SR produzam resultados mais adequados aos seus utilizadores nas diversas vertentes, sejam elas os gostos e preferências pessoais ou o respeito pela sua condição física e mental. O protótipo a desenvolver, baseado na arquitetura referida, tem de modelar os utilizadores e os POI através de um conjunto de submodelos (funcionalidade/acessibilidade, perfis genéricos, emoções, tags e social) dinâmicos e com capacidade de aprendizagem contínua.

Um dos maiores desafios deste trabalho, é a correta caracterização dos utilizadores e dos POI, de acordo com os submodelos já referidos (existem aqui questões complicadas a considerar, como por exemplo, a exaustiva tarefa de classificar os POI), para que os mecanismos de recomendação consigam produzir bons resultados, de acordo com os objetivos traçados, que são, tal como referido atrás, responder às preferências dos utilizadores e respeitar as suas potenciais limitações.

Após a clara definição dos objetivos e desafios existentes, este trabalho passará para a fase de design e desenvolvimento, onde a arquitetura e o protótipo serão planeados e implementados, de forma a que seja possível atingir os objetivos já abordados. De seguida, o protótipo será colocado em testes por um conjunto de utilizadores que sejam representativos das várias vertentes que se pretende avaliar, nomeadamente, as questões de funcionalidade relacionadas com limitações físicas e mentais.

No que concerne ao estudo e avaliação da solução adotada, a proposta deste trabalho pretende observar um processo de inovação no domínio do turismo, nomeadamente, na adoção de tecnologias para o suporte de métodos tradicionais de recomendação que tomasse em consideração os *handicaps* físicos e mentais do turista. Integra-se, assim, na área de Sistemas de Informação, nomeadamente de Recomendação e, como tal, na avaliação justifica-se a aplicação de uma abordagem qualitativa, através de um estudo de caso (Martins, 2003).

O trabalho desenvolvido durante este projeto será publicado em conferências e revistas de referência relacionadas com as diversas áreas que este trabalho engloba.

A figura seguinte, baseada no modelo DSR de Peffers (Peffers *et al.*, 2008), permite verificar o ciclo de desenvolvimento deste trabalho, de acordo com a metodologia de investigação escolhida.

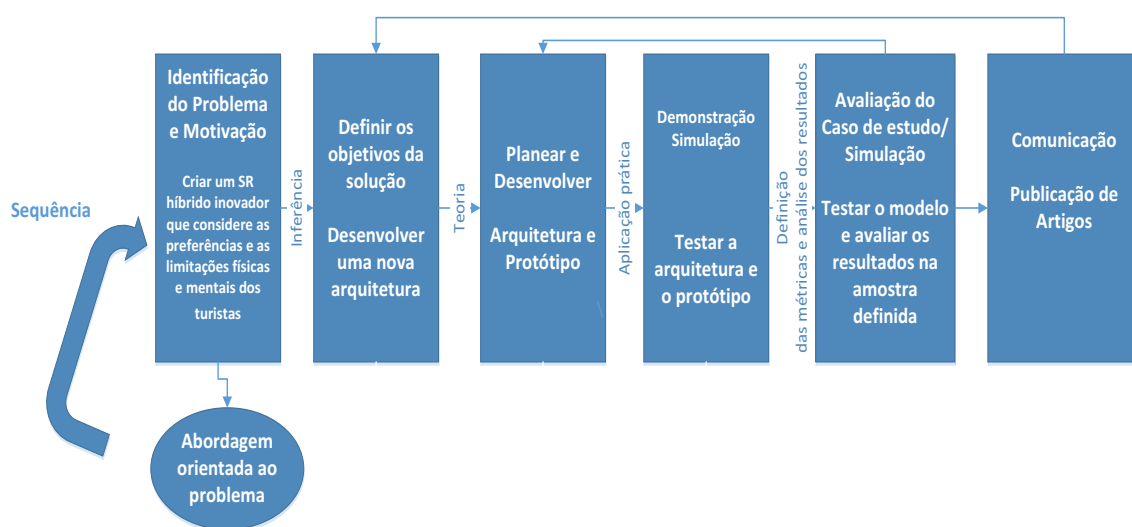


Figura 2 – Metodologia DSR para este projeto

1.6. Organização do documento

Este documento encontra-se dividido em cinco capítulos, sendo o primeiro a introdução a este trabalho.

Os capítulos dois e três contêm uma revisão do estado da arte referente aos temas fundamentais que compõem este projeto. No decurso deste capítulo são abordados conceitos como perfis de utilizador e a sua relevância, assim como é importante que estes sejam enriquecidos com informação de cariz físico/psicológico. Em conjunto com os perfis de utilizadores é abordado ainda o tema dos estereótipos de utilizadores e a sua importância para a simplificação da caracterização desses mesmos utilizadores. Neste capítulo é, também, introduzido o conceito de *tagging* e a sua relevância na construção de um processo de classificação simples e eficaz, que permita aos utilizadores expressar as suas preferências sobre diversas questões. Por fim, é ainda efetuado um levantamento de diversos sistemas de recomendação para turismo, descrevendo de forma sucinta as suas características principais e respetivos contributos.

De seguida, o capítulo quatro deste documento descreve a arquitetura proposta para este trabalho, assim como a ferramenta desenvolvida para testá-la, focando-se na descrição detalhada de cada módulo e respetivo contributo para o sistema em geral.

No capítulo cinco são novamente abordados os objetivos da investigação, os participantes no estudo e respetivos dados reunidos. É, ainda, apresentado um estudo analítico dos dados recolhidos e resultados obtidos.

O último capítulo deste documento serve para que algumas conclusões sejam retiradas acerca do trabalho desenvolvido, assim como as suas limitações, recomendações e trabalho futuro. Este capítulo é, na sua génese, uma visão crítica de todo este projeto.

2

2. Modelação do utilizador e sistemas de recomendação

O presente capítulo apresenta uma revisão da literatura acerca dos temas fundamentais em que este trabalho se baseia. Este é um passo fundamental na metodologia de investigação adotada, pois permite identificar o que os trabalhos de investigação já publicados e validados permitiram concluir, contribuindo, assim, para uma melhor definição do problema de investigação considerado.

Neste capítulo é efetuada uma visão geral sobre os conceitos inerentes a este trabalho, tais como: a modelação de utilizador e respetivas técnicas associadas, os sistemas de recomendação, suas tipologias e abordagens, assim como, métodos de classificação baseados em *tags*. No caso particular dos sistemas de recomendação para Turismo é efetuada uma revisão dos sistemas existentes, suas capacidades, características e limitações.

2.1. Modelação de Utilizadores

Neste capítulo é dada uma perspetiva histórica de modelagem de utilizadores, que inclui a sua definição, a razão pela qual os modelos de utilizador existem e como as razões mudaram ao longo dos tempos.

2.1.1. Perspetiva histórica de Modelação de Utilizadores

Historicamente, as primeiras pesquisas relacionadas com modelação de utilizadores aparecem na literatura na década de 70 realizadas por Allen, Choen, Perrault e Elaine Rich (Kobsa, 2001). De facto, tornou-se claro que Rich (Rich, 1979) e, mais recentemente Kobsa (Kobsa, 1993; Kobsa, 1994; Kobsa, 1997; Kobsa, 2001) são duas das mais importantes referências relacionadas com este assunto.

Nas últimas décadas, foram desenvolvidos vários sistemas em diferentes domínios que armazenam e usam diferentes tipos de informações do utilizador. Uma revisão do estado da arte sobre a modulação do utilizador foi analisada e revista em trabalhos realizados por Morik, Kobsa, Wahlster e McTear (Kobsa, 2001). Nos primeiros sistemas, a modelação de utilizadores foi apenas um componente da aplicação, o que causou dificuldades na separação entre os processos relacionados com os perfis de utilizadores e os outros componentes da aplicação. Este era um problema normal no design de software antes das técnicas de encapsulamento e modulação de software se tornaram populares.

Apesar da evolução da tecnologia relacionada com a modelação dos perfis dos utilizadores (tornou-se mais complexa e inteligente, fazendo uso de evoluções tecnológicas recentes), os conceitos básicos, ideias e problemas que tornaram possível o aparecimento desta área de investigação são quase os mesmos: a identificação das necessidades dos utilizadores, desejos, personalidades e, mais importante ainda, os objetivos (Martins *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2009; Faria *et al.*, 2015).

O *boom* na década de 90 da *World Wide Web* (WWW) potenciou a transformação da relação homem máquina, porque os produtos e aplicações passaram a ser vistos e utilizados por uma audiência global, cuja heterogeneidade inerente obriga a que as *software-houses* considerem as preocupações relativas à modelação de diferentes tipos de utilizadores.

Os modelos de negócio tradicionais tornaram-se obsoletos, pois os utilizadores normais passaram dos mercados locais para os mercados globalizados, em que uma parte considerável das operações comerciais são feitas on-line, o que intensificou a necessidade do reforço de vários aspetos como interface, usabilidade, velocidade, personalização e precisão dos serviços, como aconteceu décadas antes com produtos e empresas na sua forma física (Gay *et al.* 2004).

A implementação da modelação de utilizadores é, tradicionalmente, levada a cabo recorrendo a dois tipos de técnicas baseadas no conhecimento e no comportamento (Kobsa, 2001). A adaptação baseada no conhecimento é, normalmente, o resultado de informação recolhida através de formulários, consultas e outros estudos de utilizadores, com o objetivo de produzir um conjunto de heurísticas. A adaptação comportamental está relacionada com a observação do utilizador durante a execução das suas tarefas e atividades. Esta observação deve permitir a criação de conhecimento que permita uma adaptação, de acordo com os padrões observados (Webb *et al.*, 2001).

É importante ver a modelação do utilizador como um processo entre outros que compõem uma aplicação.

A modelação de utilizadores pode ser definida como: conjunto de técnicas que permitem que sistemas retenham as informações dos utilizadores e que permitam o uso desta informação, com o objetivo principal de melhorar e personalizar a experiência do utilizador dentro desse sistema (Kobsa, 1994).

Este é, normalmente, um processo que se inicia com uma representação adequada do utilizador, ou modelo de utilizador. Esta informação acerca do utilizador é utilizada para inferir e gerar novo conhecimento que pode ser adicionado ao modelo de utilizador ou usado por diversos sistemas para se adaptarem, o que permite um aumento de eficiência do sistema, pelo menos na perspetiva do utilizador.

Em (Kanoje *et al.*, 2014) é efetuada uma caracterização desta área específica de investigação, através da descrição de tendências, técnicas e aplicações existentes, permitindo, assim, ter uma visão integrada sobre conceitos, abordagens e potenciais áreas onde a modelação de utilizadores pode desempenhar um papel fulcral na personalização dos sistemas para cada utilizador.

2.1.2. Domínios de aplicação

A modelação de utilizadores é necessária numa ampla gama de aplicações e domínios, onde a dinâmica e a adaptação são fundamentais para melhorar a experiência do utilizador. Apesar disso, é importante referir alguns dos domínios mais importantes onde a utilidade da modelação do utilizador é um dos fatores críticos de sucesso.

2.1.3. Aplicações de ensino

Este tipo de sistemas começou a ter uma abordagem muito genérica, com um foco muito pequeno nas necessidades dos alunos. Tal abordagem foi imediatamente caracterizada como muito pobre, porque todos os alunos aprendem de uma forma diferente, têm diferentes velocidades de aprendizagem, etc. Em (Faria *et al.*, 2015) é proposto um modelo que contraria as questões referidas anteriormente, pois o objetivo primordial é a adaptação dos processos de ensino, encarando cada estudante como entidade única com características de aprendizagem únicas.

A modelação de informações do utilizador, tais como: testes, dificuldades reveladas e assuntos corretamente aprendidos dão ao sistema mais hipóteses de disponibilizar conteúdos de aprendizagem mais adequados para cada utilizador.

Além disso, deve ser levado em conta o facto de que o modelo de estudante não é necessariamente exponencial, tal como em muitos outros domínios. Os alunos podem deteriorar o seu desempenho em determinados assuntos, portanto pode haver um

retrocesso no seu conhecimento, o que leva ao uso de alguns novos mecanismos especiais de conhecimento.

2.1.4. Aplicações críticas

As aplicações consideradas críticas são processos muito importantes (como a indústria, mecânica, eletrônica, etc.) e são muito sensíveis a falhas, pois geralmente um único erro pode destruir as operações e trazer consequências desastrosas.

Os utilizadores de tais sistemas nem sempre podem ter o mesmo nível de conhecimento (podem ser novos operadores, por exemplo) e, portanto, um modelo de diferentes tipos de utilizador deve estar presente, juntamente com informação relativa ao *modus operandi* particular dos utilizadores. Por exemplo, para utilizadores sem experiência, as ações podem ter muitos passos de confirmação antes de serem realmente processadas pelo sistema, em oposição com os utilizadores experientes, com provas dadas de que sabem o que estão a fazer e, portanto, cujas ações serão processadas imediatamente.

2.1.5. Interface de utilizador

A adaptação da aparência e dos mecanismos de interação com as aplicações tornou-se uma necessidade nos últimos anos, devido às evoluções tecnológicas em interfaces visuais, design de computação e web design. A modelação do utilizador pode ser usada, por exemplo, para adaptar a interface de modo a que as regiões mais importantes para o mesmo sejam as mais visíveis e acessíveis e que respeitem as suas limitações individuais.

2.1.6. Aplicações de produto

As aplicações de produto são quaisquer tipo de sistemas que vendam ou ofereçam algo. Estes sistemas têm enormes bases de dados com milhares de registos, o que torna impossível a sua visualização pelo utilizador de uma só vez. É claro que o utilizador poderia, eventualmente, navegar pelo sistema até que encontre os produtos pretendidos, mas

simplesmente tal não seria admissível em termos do esforço necessário e do desperdício de tempo inerente.

2.2. Técnicas de modelação de Utilizadores

Após a apresentação de alguns domínios de aplicação, onde a modelação do utilizador pode e deve ser aplicada, serão aqui apresentadas algumas das diferentes técnicas e metodologias que têm sido usadas nos últimos anos para representar o conhecimento do utilizador.

A análise irá conter as técnicas consideradas mais importantes e mais reconhecidas, bem como algumas heurísticas ou variações que mereçam uma análise mais detalhada. É importante referir que os seguintes modelos não são mutuamente exclusivos. O seu espaço de aplicação nem sempre se sobrepõe, o que significa que alguns modelos podem e devem ser utilizados em conjunto.

As técnicas apresentadas, na verdade, representam o “*low-level*” em termos de teorias computacionais que existem incluídas em técnicas de nível superior. Por exemplo, o uso de estereótipos é uma teoria conhecida, mas numa base de mais baixo nível, são as técnicas de agrupamento (*clustering*).

As técnicas referidas nas subsecções seguintes são formas de modelos estatísticos de previsão, uma vez que são aplicadas em áreas com milhares ou milhões de itens (a partir de produtos, clientes, ações, etc.) (Zukerman *et al.*, 2001). Finalmente, nem todas elas podem, efetivamente, ser aplicadas em alguns domínios devido à sua natureza.

O livro *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Technique* (Witten *et al.*, 2016) descreve, para além das técnicas de *data mining*, os vários modelos de representação/extração de conhecimento acerca dos utilizadores, nomeadamente os modelos lineares, as árvores, as regras (classificação, associação, etc.) e o *clustering*.

2.2.1. Modelos Lineares

Esta é uma das técnicas mais comuns e, provavelmente, pode até dizer-se que cada sistema utiliza modelos lineares, de uma forma ou de outra, embora existam sistemas que dependem inteiramente de modelos lineares e exploram todas as suas possibilidades. Estes modelos são fáceis de construir e compreender, são eficientes e assumem os dados probabilísticos como efeitos verosímeis, o que tem sido uma teoria empregue com sucesso até ao momento (Zukerman *et al.*, 2001).

Geralmente recorrem a somatórios ponderados ou informação acerca de itens frequentemente acedidos para concluir os interesses dos utilizadores e inferir a probabilidade de novos itens desconhecidos, em aplicações de produtos, como as descritas anteriormente.

2.2.2. Árvores de Decisão

As árvores de decisão são também uma técnica muito fácil de usar e, provavelmente, a de mais fácil de compreensão em termos visuais. Consistem em árvores com nós que representam os diferentes valores ou escolhas entre um atributo e todo o caminho até que uma solução, ou inferência seja encontrada (Zukerman *et al.*, 2001).

Geralmente, árvores de decisão têm a desvantagem de precisar de conhecimento especializado para serem criadas e depois para evoluir. São limitadas em termos de conhecimento temporal e não suportam com facilidade novas situações, o que implica uma manutenção constante. Essa é a razão pela qual são bastante usadas em sistemas baseados no conhecimento de especialistas, devido aos altos níveis de dependência do mesmo. Isso não significa que não existam algoritmos autónomos que podem inferir novos nós de árvore e, portanto, novo conhecimento, mas estes são sempre menos confiáveis do que os iniciais, além de exigirem mais esforço computacional.

Em (Wang *et al.*, 2016) esta técnica é utilizada em conjunto com outras, para suportar a tomada de decisão de um sistema de recomendação (o mecanismo é baseado em *Logistic Regression* e *Gradient Boosting Decision Trees*) com o objetivo de gerar resultados que permitam recomendar *vertical industry commodities*.

2.2.3. Redes Neurais

As redes neurais são uma das técnicas mais importantes utilizadas na UM, em relação a outros modelos. A teoria base provém do cérebro humano, o qual é composto por neurónios que funcionam isoladamente, mas existem, a fim de ajudar uma entidade (cérebro) muito maior a trabalhar (Jennings *et al.*, 1992).

As redes neurais permitem imitar tarefas intelectuais complexas, tais como: a resolução de problemas, o reconhecimento e classificação de padrões, os processos indutivos e dedutivos, etc. Uma rede neuronal é constituída por vários elementos computacionais não lineares, os nós ou neurónios que se interconectam uns aos outros, através de ligações pesadas, formando redes capazes de armazenar e transmitir informação ou conhecimento. De uma forma simplista pode dizer-se que uma rede neuronal é composta por nós e respetivas relações, como num grafo.

Uma característica importante é a sua capacidade de auto-organização, ou seja, através da utilização de um processo de aprendizagem, é possível alterar os padrões de interconexão entre os seus elementos. Por isso se diz serem do tipo conexionista, uma vez que as propriedades computacionais são resultado dos padrões de interconexão da rede, à semelhança do que acontece também no sistema nervoso biológico.

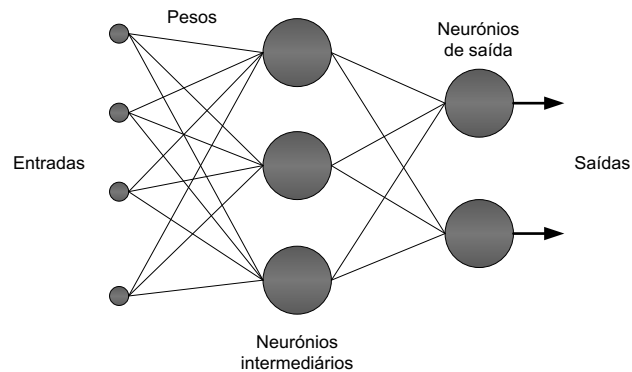


Figura 3 – Exemplo de uma Rede Neural Artificial de 2 camadas com 4 entradas e 2 saídas

O neurónio ou nó é uma estrutura que simula a forma, o comportamento e as funções de um neurónio biológico, tendo um conjunto de entradas e um conjunto de saídas (Figura 4). Pode ter conexões direcionais a outros neurónios, quer na entrada, quer na saída (Hopgood, 2001).

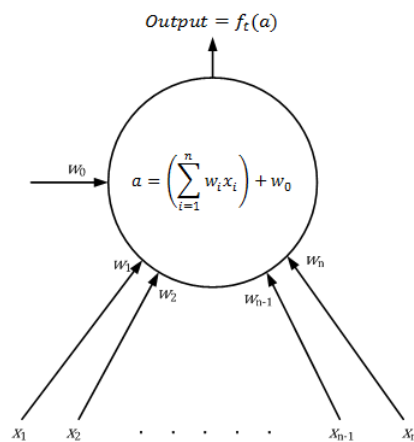


Figura 4 – Neurónio artificial (Hopgood, 2001)

Cada entrada x_i tem um peso associado w_i . No neurónio, a função soma efetua a soma dos dados pesados acrescentando-lhe um termo polarização (bias) w_0 obtendo-se, assim, o que se chama de ativação a . A função de transferência ou de ativação f_t efetua depois a ativação. Normalmente, utiliza-se a função sigmoide $f_t(a) = \frac{1}{1+e^{-a}}$.

A ativação a é dada por $a = \sum_{i=1}^n w_i x_i + w_0$

O comportamento de uma rede neuronal depende da sua topologia, dos pesos atribuídos a cada item do fator de polarização e da função de transferência utilizada.

A rede é ativada por dados de entrada, que atualizam a força, tanto dos nós, como das suas ligações e efetuam propagações até as modificações estarem concluídas. Num dado momento, os pesos da rede neuronal constituem o conhecimento atual que a mesma detém, o qual pode ser extraído e utilizado para a assunção de interesses dos utilizadores, por exemplo. As redes neuronais podem ser dinâmicas, i.e., o número de nós não é fixo, podendo a rede evoluir exponencialmente. Existem muitas formas e variantes das redes neuronais, com aprendizagem supervisionada ou não supervisionada e ainda os mapas auto-organizáveis (SOM).

Em (Sharma *et al.*, 2016) são utilizadas redes neuronais para implementar um processo de aprendizagem colaborativo no modelo de utilizador.

No trabalho de investigação efetuado por Hidasi *et al.* (2015) são utilizadas redes neuronais para efetuar recomendações baseadas na modelação de toda a interação dos utilizadores com o sistema (apelidadas de sessões completas), em vez de o fazer com a modelação de pequenas partes dessa mesma interação.

2.2.4. *Text mining*

O *text-mining* é uma abordagem particular entre os processos de mineração de dados para descoberta de conhecimento, que opera com dados não estruturados, normalmente sob a forma de documentos ou descrições textuais (Pazienza *et al.*, 2005). O objetivo do *text-mining* é extrair informações significativas do mesmo, geralmente na forma de palavras-chave. Os algoritmos mais complexos podem tentar extrair frases completas, resumir todos os documentos ou até mesmo estruturar os textos não estruturados. Um dos

maiores desafios dos algoritmos de *text-mining* é lidar corretamente com todas as nuances e irregularidades de vocabulário, tais como palavras homónimas (palavras com diferentes significados, escritos da mesma maneira), etc.

Esta técnica é muitas vezes utilizada para permitir que os resultados mais precisos, gerados a partir de uma pesquisa por palavras chave, sejam apresentados primeiro (Bhattacharya *et al.*, 2016).

2.2.5. Redes Bayesianas

Esta técnica tem sido o *hype* na área de modelação de utilizadores nos últimos anos, devido ao seu bom desempenho e às capacidades autónomas.

As redes Bayesianas consistem em nós interconectados que representam a probabilidade de um valor de atributo ou evento do utilizador ser verdadeiro. Assim como as redes neuronais, são *self-propagated*, o que significa que uma mudança na probabilidade de um *super-node* desencadeia mudanças em todos os *child-nodes*, e, portanto, evoluiu com novas informações.

Em (Zhang *et al.*, 2006) uma abordagem de modelação de utilizadores baseada numa rede Bayesiana para suporte a um sistema de recomendação é aplicada, permitindo obter um melhor desempenho em relação aos modelos tradicionais, e uma maior velocidade, devido à rapidez com que a rede Bayesiana converge para recomendações ótimas.

Em (Yue *et al.*, 2017) é utilizada uma rede Bayesiana para permitir a descoberta de similaridades entre utilizadores, a partir das interações dos mesmos em redes sociais, o que permite extrair conhecimento importante sem que tal implique questionar diretamente o utilizador.

2.2.6. *Data mining*

Existem diversas técnicas de *data mining* que podem ser utilizadas para descoberta de conhecimento que serão descritas nas subsecções seguintes e que são relevantes para este trabalho (Zukerman *et al.*, 2001).

No livro *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Technique* (Witten *et al.*, 2016) já referido anteriormente, são descritas em detalhe as várias técnicas existentes, nomeadamente a classificação, a associação e o clustering. Este trabalho aborda também os diferentes algoritmos existentes e os métodos de avaliação de credibilidade do conhecimento gerado.

2.2.6.1. Classificação

Este tipo de técnica tenta classificar novos itens, de acordo com a classificação dos itens anteriores. Analisa atributos e encontra os que vão contribuir melhor para a criação do conhecimento, associado ao processo de classificação. Geralmente, o resultado dos algoritmos de classificação é representado por uma árvore de decisão, mas também podem ser usadas redes neuronais, apesar de não ser possível fazer a sua representação visual, tal como nas árvores de decisão.

Certas heurísticas podem melhorar o desempenho dos algoritmos de classificação, como por exemplo, a heurística *error-based pruning*, que promove a limitação do tamanho da árvore de decisão resultante, para aumentar a clareza de leitura e a velocidade de todo o processo.

2.2.6.2. Clustering

O *clustering* tenta detetar grupos naturais ou *clusters* de itens dentro do espaço do item, com base na sua similaridade. O número de grupos pode ser pré-definido ou inferido automaticamente, dependendo do algoritmo utilizado. Quanto mais se permitir que estes

algoritmos tentem inferir o conhecimento por si só, mais se aumenta a probabilidade de encontrar resultados inesperados, confusos ou até mesmo de má qualidade (métodos de agrupamento não supervisionados).

As técnicas de *clustering* supervisionado parecem mais adequadas, pois permitem maior controlo sobre todas as variáveis envolvidas neste tipo de algoritmos, tais como: funções de similaridade, diferentes pesos nos atributos, etc. Um dos desafios mais importantes desses algoritmos é lidar em conformidade com casos isolados e, portanto, evitar as redes de *clusters* de complexidade elevada.

O K-Means é um dos algoritmos de *clustering* mais reconhecidos. O seu modo de operação passa por construir inicialmente um número conhecido de *clusters* através da relação iterativa de cada item com o seu conjunto mais próximo, usando a heurística *K-nearest neighbor*, redefinindo, de seguida, cada centro dos *clusters* criados. Na modelação de utilizadores, o método clássico de *clustering* é o uso de estereótipos.

A *framework* Hidra (Monika *et al.*, 2016) recorre ao K-Means para avaliar a consistência dos comportamentos dos utilizadores entre plataformas de redes sociais diferentes. Segundo este trabalho, existe uma surpreendente consistência nos comportamentos de cada utilizador nas várias redes sociais que utiliza.

O trabalho de Olieman *et al.* (2016) recorre a esta técnica para identificar grupos de tópicos com coerência em perfis de utilizadores, adicionando-lhes *labels*, de acordo com a relação com tópicos mais amplos (baseado no gráfico de categorias da Wikipédia).

Existem, de facto, diversos trabalhos (Thokal *et al.*, 2014; Joshi *et al.*, 2015) que recorrem a esta técnica para extrair preferências de utilizadores, por forma a aumentar a qualidade dos resultados dos sistemas de recomendação.

2.2.6.3. Regras de associação

Estes algoritmos foram criados para encontrar padrões e relações aparentemente invisíveis entre itens ou grupos de itens, sendo geralmente aplicados, por exemplo, a carrinhos de compras de supermercado. O seu modo de operação é, realmente, muito simples (calculam várias combinações de itens e verificam a sua ocorrência dentro do sistema em relação com os dados globais).

As combinações de itens mais importantes serão o *output* do algoritmo e com os parâmetros cuidadosamente escolhidos, vão representar novo conhecimento valioso. Uma das desvantagens destes algoritmos é que o conhecimento resultante pode ser muito lógico ou irrelevante (quem compra biberões também compra leite), ou mesmo incompreensível (quem compra frango também compra pneus de carro) para ter aplicabilidade prática.

O algoritmo *apriori* é uma das técnicas mais utilizadas e usa uma heurística, o que lhe permite evitar um problema de explosão combinatória (descartando as regras cujos itens não têm o suficiente apoio) (Agrawal *et al.*, 1994).

2.2.7. Comparação entre as técnicas de modelação de utilizadores

As técnicas de modelação de utilizadores abordadas nas últimas secções podem ser, sinteticamente descritas em termos de vantagens e desvantagens da seguinte forma:

Técnica	Vantagens	Desvantagens
Modelos lineares	Simple de usar e entender Eficiente Muitos domínios de aplicação Fácil de modificar	Não é suficiente para representações de conhecimento complexo
Árvores de decisão	Extremamente fácil de ler Bom desempenho, principalmente no caso de árvores binárias Pode enfrentar problemas de arranque a frio, porque não precisa de conhecimento inicial	Requer conhecimento especializado Difícil de manter e alterar
Redes neuronais	Bom desempenho Pode evoluir ao longo do tempo de forma autónoma	Pode levar mais tempo do que o espectável a convergir para os melhores resultados
Classificação	Pode resultar em árvores de decisão intuitivas e úteis Pode ajudar no processo de tomada de decisão	Precisa de uma quantidade substancial de dados para ser eficiente
Clustering	Pode descobrir grupos de dados invisíveis Pode detetar casos isolados, se isso for o objetivo	Desafio de lidar com casos isolados Desafio de lidar com o número ideal de agrupamentos
Regras de associação	Pode detetar associações de itens invisíveis Pode ajudar no processo de tomada de decisão	Pode resultar em associações sem importância, ilógicas ou inúteis
Text Mining	Única maneira de extrair conhecimento a partir do texto A maneira de lidar com a filtragem baseada em conteúdo	Informação textual significa um domínio bastante complexo para explorar corretamente
Redes Bayesianas	Eficiente Representa os factos iniciais e futuros Evolui de forma autónoma	Precisa de conhecimento especializado para os pressupostos iniciais

Tabela 1 – Comparação entre Técnicas de Modelação de Utilizadores

A tabela anterior sintetiza, de forma simples e clara, as vantagens e desvantagens de cada uma das técnicas referidas, sendo este resumo importante para perceber quais poderão ser úteis para o desenvolvimento deste trabalho.

2.3. Sistemas de Recomendação

O aparecimento e crescimento dos sistemas de recomendação está diretamente relacionado com o *boom* da Internet, na década de 90 (Porter, 2006).

Embora estes sistemas possam ser utilizados noutros ambientes, este estudo vai centrar a sua atenção na utilização destes sistemas na *web*. Os sistemas de recomendação são uma resposta direta à enorme quantidade de informação disponível na web, o que faz com que algumas áreas de domínio disponham de tanta informação, que torna impossível o reconhecimento cognitivo por um ser humano. Uma definição de sistemas de recomendação é a seguinte:

- Conjunto de diferentes técnicas usadas por sistemas para filtragem e organização dos seus itens, a fim de selecionar, quer os melhores, ou os mais adequados para apresentação, de acordo com o utilizador (Porter, 2006).

Embora o cenário mais comum seja quando o sistema tem que escolher os melhores itens de um determinado grupo, existem outras abordagens em que determinados itens ou tipos de itens simplesmente não podem ser exibidos ao utilizador num dado momento, por exemplo, devido a problemas relacionados com limitações/deficiências de cariz físico e mental.

Um sistema de recomendação completa deve, portanto, estar preparado para lidar com ambos os tipos de situações e objetivos. O modo de operação normalmente utilizado pelos sistemas de recomendação é a utilização de um repositório de conhecimento (o modelo de utilizador) como base para uma série de cálculos que devem permitir inferir quais são, entre todos os itens disponíveis, os que agradam mais ao utilizador, de acordo com uma ampla variedade de teorias ou abordagens. Um interessante levantamento das diversas abordagens existentes para este tipo de sistema é efetuado em (Bobadilla *et al.*, 2013),

sendo efetuada uma descrição detalhada desde os fundamentos, à avaliação dos resultados produzidos e ainda aos problemas de existentes, como por exemplo, o *cold start*.

Em (Park *et al.*, 2012) é efetuada uma alargada revisão da literatura acerca dos SR, assim como a categorização, em termos de áreas de aplicação e respetivas técnicas de *data mining* utilizadas.

Em (He *et al.*, 2016) é efetuado um levantamento abrangente sobre os SR, sendo descritas as diversas técnicas e ainda abordados em detalhe os SR interativos (com interação do utilizador no decorrer do processo de recomendação), assim como os seus desafios futuros. Este trabalho foca-se nos fatores humanos que condicionam a aceitação dos resultados de um SR, nomeadamente, a satisfação, a transparência e a sensação de controlo de todo o processo, por parte dos utilizadores deste tipo de sistemas.

O livro “*Recommender Systems: The Textbook*” (Aggarwal, 2016) descreve de forma bastante aprofundada as técnicas, fundamentos e problemas relacionados com a área dos sistemas de recomendação, servindo como uma importante revisão e resumo da literatura.

Yeung (2016) realiza um estudo muito interessante que pretende avaliar até que ponto os SR beneficiam realmente os utilizadores. Esta é uma vertente importante deste tipo de sistemas, pois é fundamental avaliar se os resultados gerados são realmente importantes para os utilizadores em questão.

2.3.1. Técnicas de Filtragem para Recomendação

Geralmente, os SR são baseados em três tipos de paradigmas (filtragem baseada em conteúdo, colaborativa e em conhecimento) e em todas as suas possíveis combinações. Apesar de existir diversos trabalhos de investigação e desenvolvimento sobre SR (Berka, 2004; Schafer, 1999, Felfernig, 2007, Kabassi, 2010), existem algumas lacunas em termos de consistência nas terminologias utilizadas.

De seguida, vão ser apresentadas as definições sobre os paradigmas que se considera melhor caracterizar as técnicas de filtragem para recomendação.

2.3.1.1. Filtragem baseada em conteúdo

A filtragem baseada em conteúdo é uma técnica que tenta captar informação a partir de conjuntos de dados desestruturados ou desorganizados (atributos textuais ou descrições), através da utilização de poderosos algoritmos de *text mining* (Pazzani *et al.*, 2007), sendo capaz de:

- Extrair palavras importantes de descrições textuais e compará-las, usando cálculos probabilísticos com diversos modelos, como por exemplo, um modelo de utilizador ou outras palavras-chave relacionadas com itens;
- Processar textos completos recorrendo a técnicas de deteção de similaridade (recorrendo a funções bidimensionais de distância).

Esta técnica é geralmente utilizada quando a informação sobre os itens do domínio só está disponível nos campos da descrição e noutros tipos de representação de dados não estruturados. Quando os dados disponíveis são estruturados, organizados e baseados em atributos, esta abordagem por si só não será suficiente, sendo, por isso, necessário recorrer a outras técnicas.

Um estudo acerca deste tipo de sistemas baseados em conteúdo é efetuado em (Khan *et al.*, 2014), colocando o foco em alguns dos problemas existentes, nomeadamente o problema das limitações de análise dos conteúdos (limitado às características explicitamente aos objetos em análise), o problema de elevada especialização (limitado a recomendações de itens com *scores* elevados no perfil do utilizador, o que limita as recomendações de itens com um grau de similaridade elevado) e o problema dos novos utilizadores (implica que os novos utilizadores façam a caracterização de um número relativamente elevado de itens antes do sistema aprender as preferências do mesmo).

2.3.1.2. Filtragem colaborativa

Este tipo de filtragem (também chamado de filtragem social) é uma das técnicas mais utilizadas atualmente e foi fortemente influenciada pelo fenómeno Web 2.0 (“social web”) (Berka, 2004). A filtragem colaborativa baseia-se no conhecimento que consegue inferir a partir de dados sobre outros utilizadores presentes nas mais variadas redes sociais para recomendar itens para o utilizador atual. A importância desta técnica tem crescido com a cada vez maior utilização das redes sociais e consequentemente dos dados disponíveis para processamento (Berka, 2004).

A filtragem com esta técnica é executada por similaridade entre utilizadores e não entre itens, como nas outras técnicas. Os utilizadores encontrados com mais semelhanças serão, então, a fonte de recomendação, usando a teoria de que, se um utilizador for semelhante a mim, então, os nossos gostos também serão semelhantes.

Um exemplo do “*modus operandi*” desta técnica colaborativa poderia ser: o sistema procura pessoas com os mesmos traços de personalidade que o utilizador atual, como sexo, idade, género preferido, etc. e depois procura os itens vistos por aqueles utilizadores que o utilizador atual ainda não tenha visto.

Em (Gorrab *et al.*, 2016) é efetuado um estudo acerca do acesso e identificação de informação relevante sobre utilizadores em redes sociais, que permitem o enriquecimento dos perfis de utilizadores, para assim suportar um processo de recomendação e personalização. Neste trabalho são descritos os processos de aquisição para os diversos tipos de informação a integrar e também algumas abordagens de recomendação, baseadas em informação social.

No trabalho desenvolvido por Jiang *et al.* (2015) é desenvolvido um processo de recomendação colaborativa baseado na extração dos tópicos preferenciais dos utilizadores

(cultura, *cityscapes*, etc.), a partir das descrições textuais existentes nas fotos presentes nas redes sociais.

Esta técnica tem uma curva de desempenho ou de utilidade muito baixa no início do ciclo de vida de uma aplicação, geralmente apelidado de arranque a frio (*cold-start*), porque precisa de dados sobre os de utilizadores para operar corretamente (esses dados inicialmente tendem a ser diminutos).

2.3.1.3. Filtragem baseada em Conhecimento

Esta técnica foca a sua atenção nos itens e nas suas propriedades ou atributos (dependente do domínio específico e representa o conhecimento do mesmo). Nesta abordagem, as funções de similaridade são realizadas entre os itens, usando um conjunto de atributos dos mesmos como base de comparação, resultando em recomendações de itens mais semelhantes aos itens já associados ao utilizador.

Assim, para além das semelhanças detetadas, esses mesmos itens terão de ser comparados com um modelo de utilizador, através da mistura de ambos os tipos de semântica, como discutido em (Burke, 1999; Ghani, 2002; Toule, 1999). Por exemplo, se um sistema deteta que o utilizador tenha selecionado vários filmes de terror, ao tentar recomendar novos filmes para ver, vai procurar filmes do mesmo género, possivelmente com títulos semelhantes, atores, etc.

A principal diferença entre esta técnica e a última é que nenhum foco é colocado sobre quaisquer outros utilizadores, mas sim nos próprios itens.

A filtragem de conhecimento é muito mais objetiva e sustentada. As suas teorias e premissas têm uma base teórica mais forte do que a última técnica referida. Isto significa que cada item recomendado, através da utilização deste tipo de filtragem, tem uma maior probabilidade de ser aceite pelos utilizadores.

Por outro lado, esta técnica tem uma menor hipótese de sair das recomendações esperadas (normalmente origina resultados claramente expectáveis e sem surpresas), o que pode ser encarado pelos utilizadores como um desempenho pobre.

Uma forma de evitar a questão anterior é alterar as funções de cálculo de similaridade para que os itens possam ser considerados semelhantes, se, por exemplo, apenas um ou dois atributos estiverem presentes.

Com esta alteração torna-se possível relacionar itens vagamente semelhantes com novos atributos e, conseqüentemente, obter recomendações de itens completamente novos, numa evolução dinâmica e cíclica, a qual se acredita ser benéfica tanto para o utilizador, o sistema e, finalmente, o domínio.

Bouraga *et al.* (2014) desenvolve um trabalho interessante de revisão da literatura relacionada com os SR baseados em conhecimento. É ainda efetuada a classificação destes mesmos sistemas baseada nos seus componentes, através de uma *framework* desenhada para o efeito.

2.3.1.4. Filtragem Híbrida

Este tipo de filtragem baseia-se na combinação de uma ou mais técnicas das referidas anteriormente.

Os sistemas de filtragem híbridos têm como principal vantagem o facto de conseguirem eliminar ou pelo menos diminuir o impacto negativo nos SR das características negativas associadas a cada uma das técnicas em particular recorrendo às características positivas das outras para o fazer.

Rajebhosale *et al.* (2016) descreve um trabalho de SR híbrido constituído por técnicas de filtragem baseadas em conteúdo e técnicas de filtragem colaborativas. São referidos os problemas de escalabilidade das técnicas colaborativas quando o número de utilizadores

crece exponencialmente e ainda os problemas de escassez de dados para novos utilizadores.

O sistema de recomendação para turismo proposto por (Lucas *et al.*, 2013) é um exemplo interessante da utilização de uma abordagem híbrida aplicada ao turismo.

2.3.1.5. Comparação entre técnicas de filtragem

Diversos autores são da opinião que os sistemas de recomendação que usam técnicas de filtragens híbridos parecem ter melhores resultados e, conseqüentemente apresenta-se como sendo uma melhor abordagem (Berka, 2004; Felfernig 2007).

Assim sendo, a abordagem híbrida apresenta-se como a solução que melhor se adapta às metas de uma aplicação que utilize informações de diferentes fontes, que seja centrada no utilizador, que exija os resultados mais precisos e, ao mesmo tempo, leve os gostos dos utilizadores em consideração, permitindo uma eficaz e flexível adaptação aos mesmos, pois permite ultrapassar as desvantagens particulares de cada paradigma (recorre às vantagens de uns, para limitar ou, no limite, eliminar as desvantagens dos outros paradigmas aplicados).

No entanto, cada técnica de filtragem tem as suas próprias vantagens e desvantagens de acordo com o resumo efetuado na Tabela 2.

Técnica	Vantagens	Desvantagens
Filtragem baseada em conteúdo	Uma maneira simples e "fácil" para recomendar itens. Não requer dados estruturados ou organizados	Considerada geralmente uma técnica pobre devido à impossibilidade de lidar com requisitos de conhecimento de domínio complexos
Filtragem colaborativa	Simula recomendações humanas Faz uso de uma ampla base social atualmente presente na web, a web social ou web 2.0	Requer uma quantidade substancial de dados para funcionar corretamente (problema de arranque a frio)
Filtragem baseada no conhecimento	Faz uso de conhecimento complexo de domínio Faz uso das preferências do utilizador/interesses Pode ser usado em qualquer altura do processo	Requer um esforço considerável para obter bons modelos de itens vs. modelos de utilizador

Tabela 2 – Tipos de Sistemas de Recomendação

A tabela anterior descreve, de forma sucinta, as vantagens e desvantagens de cada técnica, sendo de notar que uma abordagem de cariz híbrido, ou seja, que misture no mesmo sistema várias das técnicas referidas, parece ser a melhor forma de contrariar as várias desvantagens de cada uma, em termos individuais e aproveitar as suas capacidades, de forma a produzir os melhores resultados possíveis.

2.4. Alguns exemplos de Sistemas de Recomendação

Nesta secção é efetuada uma pequena descrição de alguns sistemas de recomendação existentes, de acordo com as suas capacidades e características intrínsecas.

2.4.1. TIP e Heracles

O sistema TIP (Hinze *et al.*, 2005) e o Heracles (Ambite *et al.*, 2003) prestam serviços de recomendação, através de dispositivos móveis para o turismo. Estes serviços implementam uma abordagem híbrida para calcular as preferências turísticas, usando o perfil do turista definido e os seus dados de localização(*location-aware*). A informação é enviada ao turista através de um PDA.

2.4.2. Proximo

A plataforma Proximo (Parle *et al.*, 2006) é um sistema móvel de recomendação do tipo *location-aware*. As recomendações deste SR permitem orientar os utilizadores em visitas dentro de edifícios usando as tecnologias Java e Bluetooth. O dispositivo móvel também monitoriza a localização do utilizador e cria um contexto, fornecendo ao sistema informações importantes para o mecanismo de recomendação. A posição do utilizador é obtida através de um processo de *sniffing* dos dispositivos Bluetooth fixos ou através de *beacons* enviados para a zona de utilização.

Esta precisão ao nível da sala/local onde o turista se encontra permite a sua aplicação de forma interessante em sistemas do tipo guia turístico. O serviço de mapeamento no dispositivo móvel apresenta um mapa da área pretendida, que pode ser manipulado de diversas formas (*zoom, scrolling, toggle*). Além disso, a aplicação monitoriza constantemente a localização do utilizador e exibe as áreas ativas do edifício (relativas à área onde o utilizador se encontra) em conformidade.

Uma vez que esta é uma aplicação interna, Quigley e Parle realizaram testes simulando uma galeria no edifício no *University College Dublin School of Computer Science and Informatics*, onde o sistema foi capaz de orientar os utilizadores e fornecer recomendações, utilizando as classificações de pinturas efetuadas por utilizadores similares.

2.4.3. GeoNotes

Este sistema (Espinoza *et al.*, 2001) tenta desvanecer a fronteira entre o espaço físico e digital (computação ubíqua e realidade aumentada). Ao mesmo tempo, existe um esforço para melhorar socialmente o espaço digital (filtragem colaborativa, navegação social, etc.), permitindo que os utilizadores participem na criação do espaço de informação. Este é um sistema baseado na localização que permite ao utilizador aceder a informações relativas ao seu posicionamento no espaço geográfico.

Com esta aplicação móvel, os turistas podem obter notas e comentários sobre a sua localização atual deixadas por outros turistas, assim como criar as suas próprias, de forma a deixar a sua opinião para os turistas vindouros.

2.4.4. MacauMap

MacauMap (Biuk-Aghai, 2003) é uma aplicação GIS móvel voltada para o turismo para a cidade de Macau que possui navegação através de mapa, mostrando a cada momento a localização atual do utilizador. Esta aplicação também fornece informações sobre a rede de transportes públicos para permitir a otimização das rotas. Esta aplicação também fornece guias de turismo com informações sobre museus, igrejas, templos, hotéis, restaurantes e outros locais de interesse, juntamente com a sua localização no mapa.

2.4.5. etPlanner

Este é um assistente de planeamento móvel (Höpken *et al.*, 2006), que permite a criação de visitas turísticas personalizadas. Usando um dispositivo móvel (por exemplo, um PDA ou telemóvel) a permanência do cliente é inteligentemente planeada. Desta forma, o utilizador pode ser assistido antes, durante e depois da sua viagem. O sistema não só é capaz de reagir em tempo real a ofertas especiais de destino, mas também a ocorrências relevantes, como atrasos de voo ou adversidades climatéricas.

2.4.6. mobiDENK

O assistente móvel pessoal mobiDENK (Krosche *et al.*, 2004) foi desenvolvido para um passeio pelos jardins de Herrenhausen em Hannover e inclui pontos de interesse em que a informação histórica e imagens das características mais significativas são apresentadas num PDA. Concentra-se em chamar a atenção do utilizador para locais históricos e fornece informação multimédia baseada em localização em diferentes pontos turísticos, durante a exibição de localização atual da pessoa num mapa.

2.4.7. AccessSights

A aplicação AccessSights (Klante *et al.*, 2004) é um subprojecto do mobiDENK e destina-se a fornecer informações turísticas para os utilizadores com visão normal e para pessoas com deficiência visual que disfrutam dos jardins referidos na aplicação anterior. Normalmente, os utilizadores sem problemas de visão vão fazer uso de ambos os sentidos para obter informações e podem simplesmente seguir um mapa de guia, enquanto que os invisuais recorrem a informações áudio.

O sistema usa a sonoridade, a fim de indicar a distância entre a localização atual do utilizador e o ponto de interesse, simplesmente fazendo o sinal de voz ficar mais alto à medida que o utilizador se aproxima do ponto. Estão incluídos um desafio móvel e um jogo baseado na localização que desafia os jogadores a encontrar um conjunto de *checkpoints* georreferenciados, resolvendo enigmas associados.

2.4.8. Tourist Guide

Este sistema (Simcock *et al.* 2003) é um aplicativo de guia turístico baseado na localização para atividades ao ar livre e foi desenvolvido para os visitantes do *Campus Mawson Lakes* (da Universidade do Sul da Austrália) e do recinto *North Terrace*, no centro da cidade de Adelaide. O utilizador interage com o sistema usando um PDA que exibe a sua posição atual, juntamente com informações detalhadas sobre pontos de interesse como edifícios, atrações e serviços públicos nas proximidades (telefones públicos e sanitários). Este sistema pode ser operado em três modos diferentes:

- modo de mapa, que mostra a posição atual do utilizador no mapa e as atrações nas proximidades;
- modo de guia, que fornece o utilizador com um mapa que mostra um passeio com atrações relacionadas;

- modo de atração, que fornece informação textual ou multimédia sobre a vista.

2.4.9. m-ToGuide

Este projeto (Schneider *et al.*, 2004) é voltado para o mercado de turismo europeu e oferece conteúdos multimédia sobre os principais monumentos e pontos de interesse baseados na localização específica dos utilizadores. É usado um terminal portátil para trocar informações entre o sistema m-ToGuide e o turista.

Todas as informações e serviços prestados ao turista são relacionados com a sua localização específica (*location-based*) e adaptada ao perfil pessoal do mesmo. A experiência m-ToGuide pode ser personalizada para dar aos turistas o acesso direto à informação e aos serviços que cada um prefere.

2.4.10. The GUIDE

Este projeto (Cheverst *et al.*, 2002) foi desenvolvido para fornecer aos turistas da cidade de Lancaster, no Reino Unido, informações hipermédia *context-aware*, enquanto exploram a cidade.

Neste sistema, a hipermédia adaptativa apresentada aos visitantes é adaptada para o contexto ambiental (as principais atrações da cidade) e contexto pessoal do visitante, onde ele pode produzir um *tour* personalizado da cidade e de seguida explorá-lo no seu próprio caminho. Exemplos do contexto pessoal utilizado para conduzir o processo de adaptação incluem a localização do visitante atual, o perfil do visitante (isto é, os interesses do visitante) e o conjunto de atrações que já visitou.

Esta aplicação tem outras funcionalidades, tais como: a possibilidade de fazer reservas para o jantar num restaurante e enviar mensagens para outros utilizadores ou comunicar diretamente com o pessoal do centro de informações turísticas.

2.4.11. CRUMPET

A aplicação Crumpet (Poslad *et al.*, 2001) oferece novos serviços de informações para uma população turística muito mais heterogénea. Os serviços propostos pela CRUMPET tiram partido de integrar quatro domínios principais das tecnologias emergentes e aplicá-las ao domínio do turismo: Serviços de location-aware, interação personalizada do utilizador, serviços multimédia acessíveis de forma móvel, e *middleware* baseado em componentes inteligentes ou *SmartWare* que usa tecnologias Multiagente. Este sistema é baseado em localizações e fornece informações personalizadas e serviços. O sistema aprende mais sobre as preferências do utilizador enquanto ele está a viajar e a interagir com o sistema em si. Se, por exemplo, o utilizador visitou um certo número de parques, talvez também esteja interessado em conhecer outros parques.

2.4.12. Cyberguide

O CyberGuide (Abowd *et al.*, 1997) foi desenvolvido no Instituto de Tecnologia da Geórgia (GIT), Atlanta, EUA. Baseia-se no conceito de computação ubíqua e centra-se em guias móveis *context-aware*. O sistema foi concebido para ajudar um visitante numa excursão para o GIT e ajuda à obtenção de informações do utilizador sobre as demonstrações em exibição. O conhecimento da localização atual do utilizador, bem como um histórico de últimas localizações são usados para fornecer outro tipo de serviços normais num guia de turismo real. O sistema está atualmente a ser usado dentro de casa através de *beacons* infravermelhos, mas no futuro está planeado que o sistema funcione ao ar livre usando GPS. Uma das desvantagens é que o sistema tem informações turísticas e capacidades de recomendação muito limitadas.

2.4.13. CATIS

O CATIS (Pashtan *et al.*, 2003) é um sistema de informações turísticas *context-aware* com uma arquitetura baseada em serviços Web. Os elementos do contexto considerados

para este projeto são: localização, hora do dia, velocidade, direção de viagem e preferências pessoais. Este sistema irá fornecer ao utilizador informações relevantes, de acordo com sua localização e hora atual. Por exemplo, se o utilizador está a viajar ao meio-dia, uma simples integração do contexto temporal, a localização e respetivas preferências do utilizador para restaurantes, irão resultar numa lista de restaurantes para o almoço.

2.4.14. Deep Map

O Deep Map (Malaka *et al.*, 2000) baseia-se no desenvolvimento de sistema de orientação turística que funciona como um guia móvel e como uma ferramenta de planeamento baseado na web. Este é um sistema móvel que ajuda os turistas com a navegação pela cidade de Heidelberg, gerando visitas pessoais guiadas. São considerados os interesses e necessidades pessoais, sociais e culturais (por exemplo, idade, escolaridade e sexo), tipo de transporte (por exemplo, carro, a pé, de bicicleta ou de cadeira de rodas) e outras circunstâncias diversas como a estação do ano, o tempo e condições de tráfego, tempo e recursos financeiros. O *core* desta aplicação é um sistema de informação geográfica típica (GIS).

2.4.15. POST-VIA 360

O POST-VIA 360 (Colomo-Palacios *et al.*, 2016) é uma plataforma dedicada a apoiar todo o ciclo de vida do turismo, após a primeira visita (concebida para recolher dados a partir da visita inicial) através de abordagens disseminadas. Estes dados são utilizados para produzir dados precisos pós visita que permitem, no caso de regresso ao mesmo local, oferecer recomendações relevantes com base na localização e em sistemas de recomendação inspirados na natureza. A validação é baseada num estudo de caso que compara recomendações de aplicação com recomendações de um painel de especialistas.

2.4.16. Tousplan

Neste projeto (Coelho *et al.*, 2009) pretende-se o desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao planeamento turístico (TOURSPLAN) com a intenção de ajudar os turistas a encontrar um plano personalizado de assistência que lhes permita usar o seu tempo de forma eficiente e promover a cultura e o turismo nacional.

Assim, esta pesquisa concentra-se no suporte ao planeamento de turismo, visando definir e adaptar um plano de estadia que combine numa visita, os produtos mais adequados de turismo, ou seja, lugares interessantes para visitar, atrações, restaurantes e alojamento, de acordo com o perfil específico do turista (que inclui interesses, valores pessoais, desejos, limitações e incapacidades) e meios de transporte disponíveis entre os produtos selecionados. Os horários de funcionamento dos diversos locais turísticos são levados em conta, bem como os horários de transportes.

Este projeto tenta resolver de forma eficiente o âmago do processo de planeamento turístico, através da definição de um modelo de otimização que represente claramente o problema descrito e de um algoritmo heurístico que aborde de forma eficaz o problema. O Traveling Salesman Problem (TSP) e algumas das suas variações com restrições adicionais, tais como, janelas de tempo (TSPTW) ou o Prize Collecting Travelling Salesman Problem (PCVCP) são utilizados como base para o desenvolvimento de algoritmos que tratem de questões de planeamento turístico.

2.4.17. TRSO

O projeto TRSO (Chu *et al.*, 2016) descreve de forma detalhada um sistema de recomendação turística baseado em ontologias. Inicialmente, o sistema recorre a regras de associação para relacionar utilizadores a partir de um grupo alargado. A partir deste

momento, o sistema passa a ter na sua base de dados duas categorias de utilizadores, os relacionados e os não relacionados. Para os utilizadores relacionados é proposto um algoritmo de recomendação colaborativa. Para os utilizadores não relacionados é utilizado um mecanismo de recomendação colaborativa diferente que integra informação da ontologia acerca da atratividade turística.

2.4.18. E-Tourism 2.0

A aplicação *web* ETourism 2.0 (Ibáñez *et al.*, 2016) foi desenvolvida para permitir a geração de recomendações de *tour*s turísticos personalizados na cidade de Valência. Esta aplicação leva em consideração um conjunto de preferências dos utilizadores para definir o estilo de turista de cada um. Esta abordagem considera importante relacionar a duração da visita a dado ponto com o interesse de um utilizador em efetivar essa mesma visita, permitindo considerar as preferências dos utilizadores na configuração da sua agenda, em termos da quantidade de locais a visitar e a duração total do *tour*.

2.5. Tags – Recommendation, Relevance, Ranking and ambiguities

A Web 2.0 faz parte da vida de todos nós, quase de uma forma inconsciente. Hoje em dia, quase toda a gente usa o Twitter, o Flickr e outras aplicações relacionadas para o seu próprio benefício ou para fins sociais. Dada a alfabetização média atual das pessoas que utilizam estas tecnologias, é incrível o seu crescimento exponencial. O Twitter, por exemplo, cresceu 752% em 2008 (Ostrow, 2008). A maioria dos estudos atuais que analisam estas tecnologias, tentam, numa abordagem muito teórica, explicar esses fenómenos e entender como as pessoas são influenciadas por eles. No entanto, não obstante as conclusões lógicas que são tomadas, o facto é que a informação avaliada não é utilizada, a fim de desenvolver os sistemas estudados (Kelkar *et al.*, 2007; Otis, 2005; Kipp, 2006; Golder *et al.*, 2006; Marlow *et al.*, 2006). Outros estudos apontam apenas diretrizes futuras, do ponto de vista do utilizador ou da aplicação (Mejias, 2005; Sen, 2006).

Uma das tecnologias usadas, como exemplo, nesta revisão da literatura são as *tags*, às quais o sistema proposto recorre num dos seus módulos. Em relação às *tags*, existem três subcategorias que são geralmente referidas (Trant, 2007):

- *folksonomy itself*
- *tagging*
- *social tagging systems*

Cada uma destas subcategorias pode e deve ser alvo de estudos mais aprofundados, nomeadamente a opção 2, uma vez que as pesquisas efetuadas denotaram menos trabalho feito nesse assunto.

Como já foi referido, existem estudos realizados no aspeto cognitivo de *tags*, mas são na sua maior parte, inconsequentes (Rashmi, 2005; Zollers, 2007; Morrison, 2007; Ames, 2007; Lawley, 2005). O uso de informação de cariz emocional, fundamental num ambiente social, parece praticamente ausente. Além disso, os trabalhos de análise desta área, considerando aspetos negativos de tais tecnologias, são raros e muito superficiais (Tim, 2007).

A maioria dos trabalhos de investigação relacionados com as *tags* foram realizados utilizando os mesmos conjuntos de dados, nomeadamente o Flickr e o del.icio.us para elencar os mais usados (Golder *et al.*, 2006; Marlow *et al.*, 2006). O processo de recolha de dados é geralmente realizado de uma forma muito manual e aleatória, resultando em conclusões pouco confiáveis e sólidas, o que é, por vezes, admitido pelos autores de tais trabalhos.

Uma questão importante a colocar é: Porque razão as pessoas fazem *tagging*? Em (Nov *et al.*, 2010) os autores consideram que a popularidade das *tags* pode ser atribuída aos benefícios dos utilizadores com a partilha eficaz e com a organização de grandes quantidades de informação.

Em (Kim, 2011) é efetuado um estudo sobre as percepções dos utilizadores sobre o papel e o valor das *tags* nos meios de comunicação social. O estudo revela que "as percepções dos utilizadores de *tags* diferem dos pressupostos comuns assumidos por investigadores de *social tagging*". É afirmado que "os utilizadores experimentam um nível elevado de incerteza sobre a natureza, o propósito e o valor de *tags*".

Estas conclusões sugerem que é importante avaliar a percepção do utilizador de *tags* e a sua utilidade.

A tarefa de extrair a opinião/emoção expressa em *tags* é um desafio devido a diferentes razões, como a relevância, a classificação e resolução de ambiguidades, mas é uma área de pesquisa muito interessante e promissora porque, em vez de taxonomias que recorrem a uma abordagem hierárquica para categorizar o conteúdo, as *folksonomies* permitem que os utilizadores caracterizem o conteúdo com liberdade. Como pode ser verificado nos trabalhos descritos a seguir, esta liberdade pode tornar-se um problema, porque produz um mundo muito descontrolado e imprevisível, mas também tem algumas capacidades que podem superar estes problemas.

Em (Balahur, 2010) é proposta uma abordagem (Opal) para resolver ambiguidades das *tags*. Este trabalho baseia-se em três estratégias diferentes:

- A avaliação da polaridade de todo o contexto, usando um sistema de mineração de opinião;
- A avaliação da polaridade do contexto local, dada pelas combinações entre os substantivos mais próximos e o adjetivo para ser classificado;
- Regras destinadas a aperfeiçoar a semântica local através da identificação de modificadores.

A decisão final para a classificação é feita de acordo com o *output* da maioria destas três abordagens.

Em (Dattolo *et al.*, 2011) dedicam o seu foco ao conceito de relacionamento entre *tags* (estudam pequenos grupos de *tags* semelhantes e detetam os seus relacionamentos). Para descobrir as relações entre *tags* é proposta uma "*framework* modular e extensível de análise para descobrir sinónimos, homónimos e relações hierárquicas entre os conjuntos de *tags*".

Outro trabalho importante nesta área é efetuado em (Gemmell *et al.*, 2009), onde os autores pretendem determinar o impacto da ambiguidade e da redundância sobre a eficácia das *tags* de recomendação. Para tal, usam uma abordagem baseada em *clusters* para definir a ambiguidade e a redundância onde os recursos e as *tags* são "agrupadas em partições altamente coesas com base na coocorrência". Segundo o descrito, uma *tag* é considerada ambígua quando vários recursos de *clusters* diferentes são anotados com a mesma. *Tags* do mesmo *cluster* de *tags* são consideradas redundantes.

Este artigo afirma que a abordagem baseada em *clusters* fornece um método independente e linguagem mais geral para definir a ambiguidade e redundância, através de uma variedade de abordagens semânticas e linguísticas.

Esta abordagem define métricas, com base nos *clusters* resultantes, para medir o grau de ambiguidade para uma *tag* e o nível de redundância a partir de pares de *tags*. Para testar esta abordagem foi efetuada avaliação de três *folksonomies* baseadas no mundo real, a fim de determinar o impacto da ambiguidade e redundância em vários algoritmos de recomendação baseados em *tags*.

Em (Lu *et al.*, 2011), é proposta uma solução para o problema da recomendação *tag* personalizado. É introduzido "um método de filtragem colaborativa para recomendar *tags* baseado na história de *tagging* do utilizador". Esta abordagem pode ser distinguida de outras, porque "o método proposto aproveita os relacionamentos ternários formados entre os utilizadores, documentos e as *tags* no sistema de social *tagging*".

Em (Yeung *et al.*, 2009) os autores propõem uma abordagem para resolver os problemas existentes em sistemas colaborativos de social *tagging* (sistemas onde os utilizadores podem rotular livremente vários recursos, também conhecidos como *folksonomies*), como por exemplo, a ambiguidade inerente à caracterização de algo através de palavras com significados diferentes, conforme o contexto específico. São consideradas várias representações diferentes da rede de *tags* e documentos. É aplicado um algoritmo de *graph clustering* nas redes definidas para obter grupos de *tags* ou documentos que correspondam aos diferentes significados de uma *tag* ambígua. Os autores afirmam que as experiências provam que redes que levam explicitamente o contexto social em consideração são mais propensas a dar uma melhor imagem da semântica de uma *tag*.

A aplicação TagEz (Anderson *et al.*, 2005) é uma forma abrangente de resolução de problemas relacionados com *tags* que consiste numa "linguagem, visão e um componente de agregação" aplicada ao Flickr. O componente de linguagem utiliza algumas *tags* iniciais inseridas pelo utilizador para caracterizar a imagem e para encontrar coocorrências de *tags* em toda a aplicação Flickr. Ao mesmo tempo, o componente visão "aprende as correlações entre o conteúdo da imagem e as *tags*, mas ignora quaisquer *tags* aplicadas anteriormente". Isto permite uma abordagem completamente pura, baseada na visão quando o utilizador não tenha ainda inserido quaisquer *tags* e ainda uma componente da linguagem muito eficiente e precisa, quando o utilizador já tenha introduzido algumas *tags*.

Outra proposta para resolver problemas de *tags* é apresentada em (Garg *et al.*, 2008), através da criação de um sistema de sugestão de *tags* personalizado para Flickr. Enquanto o utilizador está a introduzir/selecionar novas *tags* para uma determinada imagem, o sistema sugere *tags* relacionadas com o utilizador, combinando outras *tags* que já foram usadas com as *tags* inscritas no momento. As *tags* sugeridas são atualizadas de uma forma muito dinâmica com todas as outras *tags* que foram inseridas ao longo do tempo. São descritos um conjunto de algoritmos que podem ser aplicados para resolver este problema, permitindo na

sua opinião, a obtenção de um desempenho melhor (10-15%) em comparação com métodos similares aos utilizados atualmente pelo mesmo sistema.

Alguns investigadores afirmam que as tags escritas por um utilizador podem ser influenciadas por sistemas de recomendação baseados em *social tagging*. Em (Suchanek *et al.*, 2008) os investigadores efetuaram um estudo sobre a influência de sistemas de recomendação de tags acerca da questão da *tag meaningfulness* e concluem que "os resultados levantam a questão de saber se as aplicações baseadas em *tagging* observadas em sistemas reais refletem a verdadeira preferência dos utilizadores sobre tags ou se esta está condicionada pelas sugestões efetuadas".

Um problema que a maioria dos investigadores nesta área têm é entender a razão que leva os utilizadores a usar uma tag específica num contexto específico. Em (Kipp, 2007) este problema é analisado recorrendo a tags relacionadas fora do mesmo domínio em ferramentas de *bookmarking* social como o Del.icio.us, Connotea e CiteULike. Alguns estudos mais antigos baseados no Del.icio.us e CiteULike chegaram à conclusão de que "muitas das tags mais comuns não estão diretamente relacionadas pelo mesmo assunto/domínio".

Um esquema alternativo de classificação de tags, com o objetivo de classificar automaticamente as tags associadas a uma determinada imagem, de acordo com sua relevância para o conteúdo da imagem é proposto em (Liu *et al.*, 2009). Os autores estimam o valor numérico de relevância inicial para as tags baseado "*on probability density estimation, and then perform a random walk over a tag similarity graph to refine the relevance scores*". O ranking de tags gerado é utilizado para permitir pesquisa de imagens baseada em tags, a recomendação de tags e recomendação de grupos.

Alguns trabalhos de investigação estão a focar-se na definição da relevância das tags. Em (Li *et al.*, 2009) é proposto um algoritmo de votação baseado na vizinhança. Este

algoritmo aprende de forma precisa e eficiente a relevância das tags, acumulando votos dos vizinhos". Sob um conjunto de pressupostos bem definidos e realistas, os investigadores afirmam que o seu algoritmo é uma "boa medida de medição da relevância das tags nos rankings de imagens e de tags".

Outro problema comum relacionado com a relevância das tags é a questão do tempo. A tag ou um conjunto de tags pode ter uma relevância específica entre milhões de outras, num tempo muito específico, o que torna realmente importante contextualizar o conhecimento extraído num determinado período de tempo, o que irá permitir melhorar a precisão e relevância do mesmo.

Em (Dubinko *et al.*, 2007) é descrito um sistema que apresenta uma visualização das tags interessantes ao longo do tempo, para qualquer período de tempo especificado.

O Qtag (*Qualitative Tag*) (Lee *et al.*, 2007) é um sistema de marcação híbrida que disponibiliza aos utilizadores tags para avaliar e expressar opiniões. Este sistema tenta minimizar o perigo potencial de um vocabulário muito diversificado e a imposição de tarefas redundantes, a fim de criar melhores experiências ao utilizador, estudando de que forma os utilizadores compreendem os dados propostos pelo mesmo.

O GRETA - *Graph-Based Tag Assignment for GitHub Repositories* (Cai *et al.*, 2016) é uma aplicação que pretende desenvolver uma forma de fazer tagging aos repositórios do GitHub. Como o GitHub não disponibiliza uma ferramenta automatizada, o GRETA tenta realizar a operação de tagging recorrendo a um *Entity-Tag Graph (ETG)* baseado em conhecimento do domínio existente no site *StackOverflow*.

A aplicação Tag Thunder (Manishina *et al.*, 2016) é uma representação alternativa (baseada em áudio) das nuvens de tags (*tag cloud*) que tipicamente exprimem a importância de determinada tag pelo seu tamanho em relação às restantes dentro de uma *tag cloud*. O

valor acrescentado desta abordagem reside na capacidade de permitir a “leitura” da informação presente nas *tag clouds* a portadores de deficiência visual.

O aumento da popularidade dos sistemas de *tagging* e o enorme crescimento da quantidade de *tags* presentes nos sistemas, criaram um problema novo. Este problema é a inserção de etiquetas mal-intencionadas ou *tag spam*. Em (Koutrika *et al.*, 2007) é estudada uma "variedade de esquemas de consulta e estratégias de moderação para combater o *tag spam*".

2.5.1. Deteção de preferências dos utilizadores através das tags

Em (Li *et al.*, 2008) é proposta uma abordagem de descoberta de interesses sociais com base em *tags* geradas pelo utilizador. Esta abordagem é baseada na suposição de que numa rede social, os utilizadores humanos normalmente usam "*tags* descritivas para anotar o conteúdo em que eles estão interessados". A análise feita neste trabalho mostra que as *tags* geradas pelo utilizador são normalmente relacionadas com o conteúdo da internet a que os utilizadores estão conectados. Este facto é usado para sugerir que a análise dos padrões de ocorrências de *tags* pode ser usada para capturar os interesses dos utilizadores.

As preferências dos utilizadores são o objetivo do trabalho em (Sen *et al.*, 2007) onde os autores propõem o uso de "*tagommenders*", que são algoritmos de recomendação capazes de inferir as preferências de utilizadores por itens com base na sua preferência por diversas *tags*. O trabalho descreve um conjunto de algoritmos do tipo *tag preference inference* que se baseiam em interações dos utilizadores com *tags* e filmes".

2.6. Affective Computing

Este trabalho é composto por um conjunto de módulos que incluem modelos de geração de conhecimento, sendo um deles relacionado com a detecção de emoções dos utilizadores quando submetidos a determinados estímulos. O *Affective Computing* parece ser uma boa forma de levar a cabo esta tarefa de detetar e identificar as emoções.

Esta abordagem é composta por um conjunto de diferentes áreas científicas, como sejam a psicologia, a ciência cognitiva, a neurociência, a engenharia, a sociologia e a filosofia, que fornecem o necessário conhecimento para definir emoções, sentimentos, estado de espírito, atitudes, estilos afetivos, temperamentos, etc. (Picard, 2004).

Definir o termo emoção é uma tarefa complexa que levou ao surgimento de muita discussão e ainda mais definições díspares (Kleinginna *et al.*, 1981). O maior problema com esta definição é o facto de se estar perante algo que não pode ser medido. É apenas possível recorrer a processos algorítmicos e padrões complexos para ajudar os sistemas a reconhecer emoções.

As emoções têm um papel fundamental no processo individual de tomada de decisões e aquisição de conhecimento devido à sua influência no dia a dia de cada um, causando em determinados contextos a adaptação ou distorção da realidade. A capacidade que cada ser humano tem de tomar decisões depende em larga medida da sua capacidade para controlar alguns aspetos emocionais.

As emoções são compostas por duas partes distintas, a mental, relacionada com os aspetos cognitivos e a física, relacionada com as reações e alterações corporais. Podem ainda ser divididas em emoções primárias (relacionadas com as respostas a eventos) causadoras de respostas de cariz físico e que despoletam emoções como o medo, a raiva, a felicidade, tristeza, vergonha e desejo. As emoções secundárias são o resultado do

processamento das emoções primárias ou o resultado de um processo cognitivo como o embaraço.

2.6.1. Perspetiva Histórica

A primeira teoria conhecida relacionada com as emoções foi desenvolvida por Darwin (Darwin, 1872) e afirma que as expressões faciais e corporais dos humanos são similares às de outros animais, onde o comportamento corresponde a um conjunto de experiências emocionais relacionadas com o processo de evolução de cada indivíduo. É ainda afirmado que as expressões emocionais evoluíram através de um processo de seleção natural e têm uma expressão emocional universal correspondente.

Esta teoria falha na explicação de algumas expressões emocionais e comportamentais, pois apesar de existir um conjunto de expressões ainda consideradas universais, vários estudos têm sido desenvolvidos que desafiam esta visão (Ortony *et al.*, 1990; Russell, 1994; Russell *et al.*, 2003).

2.6.2. Reconhecimento de Emoções

A definição de emoção não é fácil, mas o processo de deteção da mesma é considerado ainda mais complexo. O processo de reconhecimento de emoções requiere a capacidade de detetar e perceber vários aspetos físicos como as expressões faciais, voz, gestos e movimentos. O Affective Computing tenta ir um pouco mais além e considera o reconhecimento de aspetos psicológicos como a respiração, cor da pele, temperatura, batimentos cardíacos, pressão arterial e dilatação das pupilas.

2.6.2.1. Reconhecimento das expressões faciais

O rosto humano é composto por um conjunto de músculos capazes de criar expressões com os seus movimentos. O reconhecimento de expressões faciais desempenha

um papel importante na comunicação natural entre o homem e a máquina (Chibelushi, 2003).

A investigação nesta área foi influenciada pelas teorias desenvolvidas por Ekman (Ekman, 1972). O seu trabalho assume que as emoções são universais entre diferentes indivíduos, etnias e culturas (Fischer, 2004). As aplicações de reconhecimento de emoções existentes conseguem reconhecer raiva, desgosto, medo, felicidade, tristeza e surpresa.

Ekman e Friesen (1978) desenvolveram o *Facial Action Coding System* que é uma técnica manual de medição de movimentos faciais. Estes sistemas permitem codificar de forma prática qualquer expressão facial que seja possível anatomicamente, através da decomposição das mesmas em *Action Units* (AU) que identificam os movimentos faciais independentes em termos de ordem temporal. Alguns trabalhos (Mcdaniel *et al.*, 2007; Bartlett *et al.*, 2006; Pantic *et al.*, 2006; Gunes *et al.*, 2007; Bänziger *et al.*, 2009) tentam automatizar este processo.

2.6.2.2. *Eye Tracking*

O processo de deteção relacionado com o olho humano tenta identificar o ponto para onde o utilizador está a olhar e também o movimento do mesmo em relação à posição da cabeça. As propriedades do olho humano podem ser a resposta humana a diversos estímulos (Lemos *et al.*, 2008; Partala *et al.*, 2003). Os parâmetros considerados na avaliação são o tamanho da pupila, o piscar e o ponto para o qual um dado utilizador está a olhar. Por exemplo, o tamanho da pupila pode indicar quando um indivíduo está perante um estímulo positivo ou negativo, pois, normalmente, ocorre uma alteração do tamanho da mesma (Partala, 2003).

O trabalho de investigação efetuado em (Calvo *et al.*, 2004) estabelece, por exemplo, um relacionamento muito interessante entre o ponto para onde um dado utilizador está a olhar em determinado momento e a sua reação emocional.

2.7. Súmula do Capítulo

Este capítulo serve de visão geral sobre alguns dos temas fundamentais abordados neste trabalho, resultando, assim, num passo fundamental na metodologia de investigação, pois permitiu clarificar o problema e objetivos inerentes a este projeto de investigação.

Esta revisão da literatura envolve um conjunto variado de temas, desde os Sistemas de Recomendação e respetivas características, abordagens e metodologias, à modelação de Utilizadores, à importância das *tags* e ao Affective Computing e respetivo papel na área da deteção de emoções.

As tecnologias de informação podem desempenhar um papel fundamental na melhoria das experiências turísticas dos utilizadores, se forem capazes de proporcionar mecanismos simples e transparentes que auxiliem no processo de seleção dos locais a visitar.

Este capítulo serve também como base importante de trabalho para o desenvolvimento da proposta de um SR híbrido, tal como foi definido na questão primordial associada a este trabalho.

3. Acessibilidade e Turismo

Este trabalho foca uma parte importante da sua atenção na necessidade de melhorar as experiências turísticas vividas por turistas com necessidades especiais, decorrentes de alguma limitação de cariz físico ou intelectual.

A inclusão deve ser um objetivo fundamental nas mais diversas áreas da vida humana. O turismo em particular deve adotar todos os mecanismos necessários para responder a este desígnio.

Neste capítulo vai ser efetuada uma caracterização do problema da acessibilidade, relacionando-o com os níveis de funcionalidade específico de cada indivíduo, em relação às limitações físicas e/ou intelectuais que se pretende analisar.

Para além disso, será também efetuada uma breve caracterização da acessibilidade em meios digitais para permitir identificar as características que um sistema deve ter para melhorar os seus níveis de acessibilidade e, por consequência, as experiências dos utilizadores dos mesmos.

3.1. Contexto

O Relatório Mundial sobre a Deficiência publicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 2011 estimava que cerca de mil milhões de pessoas (cerca de 15% da população mundial) padecessem de alguma forma de deficiência ou limitação (OMS, 2011).

O Turismo como atividade económica em franco crescimento deve olhar para esta importante parte da população com muita atenção, pois caso consiga adotar uma estratégia de desenvolvimento capaz de ir de encontro às necessidades que resultam das limitações dos turistas, terá potencialmente um desenvolvimento económico ainda mais acelerado. As vantagens económicas de garantir melhores experiências aos turistas com limitações são inegáveis, pois indivíduos que se sintam incluídos e seguros tendem a viajar mais e a usufruir de mais experiências.

Nesse contexto, o turismo apresenta-se como uma forma de promover o bem-estar e a igualdade social, na medida em que seja possível reduzir ou eliminar o impedimento, a limitação ou o condicionamento no acesso aos bens, equipamentos, atrativos e serviços turísticos, de modo a garantir a igualdade de direitos e condições a todos os cidadãos. Ou seja, um Turismo para Todos (Guia de Boas Práticas Acessibilidade, TP, 2014).

Segundo o Guia de Boas Práticas para a Acessibilidade (Guia de Boas Práticas Acessibilidade, TP, 2014), o direito à igualdade de oportunidades, à não discriminação e à inclusão têm uma presença marcante na legislação existente nos mais variados cantos do mundo. Esta terminologia traz ao pensamento as pessoas com deficiência ou com algum tipo de limitação funcional. Muito frequentemente, a acessibilidade é conotada somente com limitações de cariz motor, sendo vulgar fazer uma associação a recursos como rampas ou elevadores. Atualmente, o conceito é muito mais global e abrangente e diz respeito à participação nos mais variados aspetos da vida em sociedade, como por exemplo, o Turismo.

O desafio de classificar cada indivíduo, de acordo com as suas características particulares, levou a OMS a publicar em 2001 um documento intitulado *The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* (ICF,2001) , sendo este uma revisão da *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps (ICIDH)* (ICIDH,1980), primeira tentativa da OMS de organizar uma linguagem universal sobre lesões e deficiências, publicada em 1980.

A ICF define uma forma de classificação de pessoas a partir de dois conceitos chave - funcionalidade (*functioning*) e incapacidade (*disability*). A classificação é feita em termos da relação da pessoa com os fatores ambientais que o rodeiam, integrando as características e questões médicas da deficiência ou limitação com um modelo social, numa abordagem em que a “funcionalidade” ou “incapacidade” são o resultado de um conjunto de fatores biológicos, psicológicos e sociais.

Um indivíduo com deficiência física ou psicológica não é simplesmente um corpo com lesões, mas sim uma pessoa com lesões que vive rodeada por um ambiente que o condiciona.

O conceito de funcionalidade refere-se às funções e estruturas do corpo humano que permitem uma vida ativa com plena participação nas atividades sociais do dia a dia. Este conceito define-se como o conjunto de aspetos positivos resultantes da interação entre um indivíduo e o seu contexto ambiental e pessoal envolvente.

A incapacidade é o resultado das experiências que cada um passa ao longo da vida sempre que é colocado perante vários tipos de limitações e restrições na participação em atividades, podendo ser basicamente definida como o conjunto de aspetos negativos da interação entre um indivíduo e o seu contexto ambiental e pessoal.

A deficiência é uma experiência sociológica resultante dos contextos específicos de cada momento e não apenas o resultado de um diagnóstico médico de uma anomalia corporal.

Pode-se, portanto, definir incapacidade como a impossibilidade de desempenhar determinadas tarefas, devido à existência de uma anomalia, seja ela de cariz temporário ou permanente, sendo o resultado de vários fatores pessoais, entre os quais a deficiência (*impairment*).

A deficiência ou limitação é caracterizada como uma alteração biomédica significativa na estrutura ou funções físicas e psicológicas do corpo humano, em relação a um padrão de normalidade.

A existência de um qualquer estado de deficiência, em relação a uma determinada função física ou psicológica não deve determinar imediatamente uma incapacidade, pois pode ser possível encontrar alternativas válidas para que seja viável que um determinado indivíduo viva determinada experiência, independentemente das suas limitações.

Lennard Davis (Davis, 2000) citado por (Parish *et al.*, 2001) define a relação entre incapacidade e deficiência como:

“Disability is not so much the lack of sense or the presence of a physical or mental impairment as it is the reception and construction of that difference... An impairment is a psychical fact, but a disability is a social construction. For example, lack of mobility is an impairment, but an environment without ramps turns that impairment into a disability... a disability must be socially constructed; there must be an analysis of what it means to have or lack certain functions, appearance and so on (P. 56)”.

A ICF caracteriza as pessoas com deficiência em função dos seus níveis de funcionalidade, enquanto entidades capazes de participar nos diversos contextos ambientais e pessoais em que se inserem em cada momento. Esta caracterização é levada a cabo de acordo com os níveis de funcionalidade que apresentam, relativamente ao que é geralmente aceite como estado padrão do corpo humano e respetivas funções físicas e psicológicas. Este processo de definição e caracterização é efetuado através da aplicação a cada indivíduo das grelhas de avaliação que a ICF define (www.who.int/classifications/icf/icfchecklist.pdf).

3.2. O problema da Acessibilidade aplicada ao Turismo

A Acessibilidade é uma questão transversal a vários domínios da vida quotidiana, devendo ser considerada por todos, um ponto fundamental a considerar numa política de desenvolvimento sustentado virado para as pessoas e para as suas necessidades.

Também no Turismo, esta questão é muito importante, pois os turistas pretendem obter experiências positivas e enriquecedoras das suas viagens e, tal só será possível para pessoas com algum tipo de limitação ou deficiência, se os locais que as recebem estiverem de alguma forma preparados para lhes proporcionar aquilo que os turistas esperam.

Alguns autores (Luiza, 2010) consideram até que estamos perante uma oportunidade perdida em face da reduzida aposta no desenvolvimento de um turismo acessível, logo é fundamental reorientar parte das políticas de desenvolvimento do turismo para a questão da acessibilidade e, assim, cumprir com as próprias indicações do Secretário Geral da OMT que considera:

“A acessibilidade é um elemento central de qualquer política de turismo responsável e sustentável. Constitui simultaneamente um imperativo dos direitos humanos e uma oportunidade de negócio excecional. Acima de tudo, temos que começar a compreender que o turismo acessível não beneficia apenas as pessoas com deficiência ou com necessidades específicas, beneficia-nos a todos.”

Taleb Rifai, Secretário Geral da OMT

Segundo (Brinckmann *et al.*, 2003) as maiores dificuldades de um turista com deficiência são:

- Grande parte dos espaços turísticos não estão preparados a receber portadores de deficiência, essencialmente devido à incapacidade para os receber e atender de forma devida;

- As infraestruturas deficientes, pois apesar de muitas vezes até disporem de rampas e características afins, estas são totalmente desadequadas;
- Os locais turísticos não dispõem de pessoal com formação adequada;
- O desrespeito pela legislação nacional e internacional em termos de acessibilidade em locais onde decorrem eventos de cariz cultural, como teatros ou museus;
- Incumprimento dos planos de acessibilidade existentes, nomeadamente a nível dos municípios, sobretudo devido à inexistência da adequação necessária da via pública aos requisitos de mobilidade acessível, existentes nesses planos.

3.2.1. Estudos sobre a problemática da acessibilidade para o Turismo e respetivas abordagens para a resolução dos problemas existentes

Existem diversos estudos acerca da problemática da acessibilidade aplicada ao Turismo (Darcy *et al.*, 2009; Darcy, 2010; Vila *et al.*, 2015; Michopoulou *et al.* 2013), que se focam principalmente na relação entre deficiência, acessibilidade, idade e turismo.

Particularmente em (Vila *et al.*, 2015) o trabalho foca-se no estudo dos fatores que podem tornar um determinado destino competitivo em termos de turismo acessível, permitindo, assim, criar um ranking entre esses mesmos fatores. Os resultados obtidos sugerem que os fatores de competitividade têm importâncias distintas e são dependentes de cada localização.

A forma como se documentam e promovem, por exemplo, acomodações com bons níveis de acessibilidade, também tem um papel muito importante nas escolhas dos utilizadores. Em (Darcy, 2010) é levado a cabo um estudo acerca dos critérios utilizados pelos turistas com necessidades especiais, em termos de acessibilidade para a escolha de

hotéis. Os resultados obtidos sugerem que os fatores mais importantes são o nível de incapacidade e o nível de necessidade de suporte de cada um.

Apesar do número significativo de turistas com deficiência, a indústria do Turismo tem prestado pouca atenção a estes potenciais clientes. Em (Lyu, 2017) recorrendo a um grupo de turistas coreanos com deficiências ou limitações, é efetuado um estudo para permitir compreender melhor a forma como este tipo de turistas toma as suas decisões em termos de escolhas de produtos turísticos. Os resultados indicam que estes atribuem maior importância à acessibilidade das acomodações, para assim, maximizarem a sua satisfação. O estudo demonstra, também, que este tipo de turista demonstra maior disponibilidade para pagar serviços que lhes possam assegurar níveis de acessibilidade mais elevados.

O Instituto Nacional para a Reabilitação (INR) desenvolveu um projeto com o objetivo de conceber um sistema de análise e divulgação das condições de acessibilidade em locais de interesse turístico (INR, 2010). Este trabalho surge, também, no seguimento de outros existentes na Europa, como sejam; National Accessible Scheme e DisabledGo (Reino Unido), Label Tourisme et Handicap (França), Toegankelijk (Bélgica), Access Unlimited (Israel), Visit Oslo (Noruega), Accessibility Labelling Scheme (Dinamarca) e Europe for All (Europa).

O trabalho do INR foca-se na resposta às necessidades, quer do consumidor, pois obtém informação fiável e relevante para a escolha do destino e preparação da estadia, quer dos promotores das ofertas que ganham contacto com um segmento de mercado de grande importância estratégica. A captação deste tipo de turistas implica promover e melhorar a acessibilidade nos locais de interesse turístico e também por divulgar as condições de forma simples, clara e precisa, o que implica que o sistema de classificação seja como um ícone em termos de credibilidade e transparência.

Os princípios orientadores deste trabalho baseiam-se na legislação existente, nomeadamente no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, e a Lei n.º 46/2006, de 28 de

agosto, diplomas que estabelecem exigências específicas em matéria de acessibilidade a edificações, bens e serviços.

Este projeto do INR divide-se em três vertentes:

- Conceção e desenvolvimento da arquitetura global do sistema com todos os seus componentes (objetivos, princípios estruturantes, regras e procedimentos);
- Conceção de uma ferramenta para análise das condições de acessibilidade nos locais a serem abrangidos pelo sistema;
- Trabalho de campo para aplicação prática.

3.3. A Acessibilidade nos meios digitais

A evolução e enorme crescimento dos meios digitais nos últimos anos tem levado ao surgimento de um conjunto crescente de preocupações, acerca da exclusão a que determinadas faixas da população estão votadas no acesso à *web*, devido às suas deficiências físicas e/ou intelectuais. Como foi referido na secção anterior, não é a deficiência de um indivíduo a definir a sua incapacidade, mas sim a junção desta com um determinado meio que, pelas suas características, propicia essa mesma incapacidade.

O conceito de acessibilidade em meios digitais é definido em (Cavender *et al.*, 2011) como estando relacionado com a criação de interfaces com o utilizador que sejam perceptíveis e, como tal, facilmente utilizados por pessoas com alguma limitação provocada pelas suas questões físicas e/ou intelectuais.

Esta definição permite afirmar que a acessibilidade Web depende diretamente da existência de interfaces perceptíveis que possibilite a mesma experiência de utilização a todos os utilizadores, independentemente das suas condicionantes de cariz físico ou intelectual (Gonçalves *et al.*, 2014).

A experiência de utilização igual para todos, independentemente das suas questões físicas ou mentais, pode segundo o definido em (Ramesh *et al.*, 2014) ser atingido através da incorporação de características de acessibilidade que permitam aos utilizadores com as mais diversas limitações usá-los, de forma independente ou recorrendo a tecnologias de suporte para tal.

Para Gonçalves *et al.* (2013) e Peixoto *et al.* (2016), a implementação de acessibilidade Web consiste em “permitir que todas as pessoas que possuam um qualquer tipo de deficiência, incapacidade ou limitação possam perceber, compreender, navegar e interagir com a Web”.

Em Gonçalves *et al.* (2015) é apresentado um resumo da realidade portuguesa, em termos da acessibilidade em meios digitais e é proposto um modelo para permitir o fomento de melhorias nos níveis de acessibilidade web. Este modelo (figura 5) caracteriza as relações, atividades e metas que devem existir entre os principais atores (Associações Empresariais e da Sociedade Civil, Estado e Instituições de Ensino), a partir da identificação dos fatores com maior influência nos problemas de acessibilidade na web.

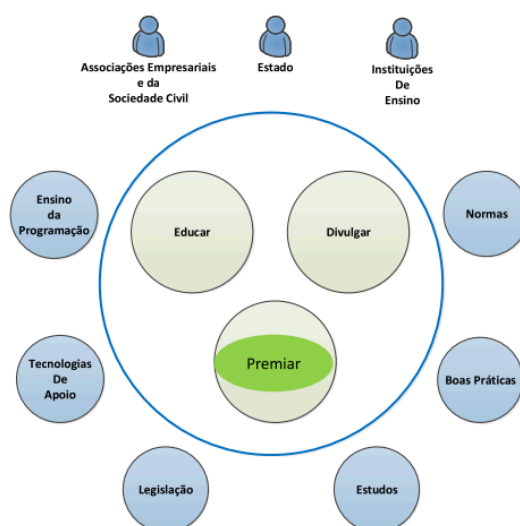


Figura 5 – Modelo de fomento de melhorias nos níveis de acessibilidade web (Gonçalves *et al.*, 2015)

Em Gonçalves *et al.*, (2015) é proposta uma plataforma chamada “AccessWeb – Barometer” que permite efetuar avaliações de acessibilidade a diversos *websites* simultaneamente. É possível nesta aplicação analisar e publicar os resultados obtidos, assim como é possível aos utilizadores criar as suas próprias análises.

3.4. Tipologias de deficiência/incapacidades e necessidades específicas

De acordo com o “Guia de Boas Práticas – Turismo Ativo” da Federação Portuguesa de Desportos para pessoas com deficiência e do Turismo de Portugal, IP, pode tipificar-se as deficiências/incapacidades em quatro grandes grupos: a deficiência motora, a deficiência visual, a deficiência auditiva e a deficiência de cariz intelectual. Este mesmo guia define com detalhe um conjunto de necessidades específicas para cada pessoa com determinado tipo de deficiência. Existe, também, um outro Guia de Boas Práticas de Acessibilidade da responsabilidade do TP na Hotelaria que caracteriza de forma simples e sucinta um conjunto de necessidades.

Nas subsecções seguintes serão descritas as necessidades associadas a cada tipo de deficiência, de acordo com o definido no “Guia de Boas Práticas – Turismo Ativo”.

3.4.1. Deficiência Motora

Necessidades específicas das pessoas com deficiência motora (citação do Guia de Boas Práticas – Turismo Ativo):

- Informação precisa e atual sobre o grau de acessibilidade do lugar para onde se dirigem (degraus, rampas, elevadores, larguras das portas, existência de instalações sanitárias adaptadas, lugar para estacionar, etc.);
- Acesso aos locais onde decorrem as atividades, às infraestruturas e respetiva utilização;

- Produtos de apoio para compensar as diversas barreiras que possam surgir;
- Locais e assentos ao longo do percurso para descanso;
- Assistência para subir escadas, caso seja necessário;
- Apoio no transporte de mochilas ou objetos pessoais para a atividade;
- Eventual assistência para se transferirem da cadeira de rodas para outro assento;
- Utilização de superfícies antiderrapantes para se evitarem quedas.

As questões a avaliar elencadas atrás são fundamentais para garantir a acessibilidade a pessoas com limitações de cariz motor. É importante salientar que no caso de monumentos e locais históricos com algumas centenas de anos muitas destas questões são complexas, mas deve existir sempre uma forma de pelo menos minimizar o impacto, caso não seja possível eliminar de todo uma barreira.

3.4.2. Deficiência Visual

Necessidades específicas das pessoas com deficiência visual (citação do Guia de Boas Práticas – Turismo Ativo):

- Contacto baseado numa contínua troca de informação oral;
- Informação em escrita Braille;
- Possibilidade de tocar nos objetos ou pessoas para uma melhor identificação;
- Iluminação e contrastes específicos que possibilitem um maior grau de autonomia;
- Descrição clara do meio físico que as rodeia, a fim de poderem detetar o caminho e os obstáculos para uma mais fácil deslocação;

- Acesso a produtos de apoio (bengalas, cães de assistência, etc.);
- Em casos de emergência receberem atenção prioritária.

Ao contrário das questões relacionadas com a locomoção referidas atrás, é mais simples a adaptação e respeito pelas necessidades que um indivíduo com problemas de visão tem, pois tal não implica alterações estruturais de monta. A maior parte das necessidades estão relacionadas com a sinalização, que deve ser pensada de forma a permitir responder a estes desafios.

3.4.3. Deficiência Auditiva

Necessidades específicas das pessoas com deficiência auditiva (citação do Guia de Boas Práticas – Turismo Ativo):

- O intérprete de Língua Gestual Portuguesa (LGP) “traduz” da língua oral portuguesa para a LGP e vice-versa. A LGP é uma língua de pleno direito com uma gramática e estrutura próprias;
- Na presença de um intérprete dirija-se ao(s) participante(s) e não ao intérprete. O intérprete começará a interpretar de seguida;
- O papel do intérprete é apenas facilitar a comunicação, não é participar. É aos participantes que deve perguntar se o entenderam e nunca ao intérprete;
- Fale ao ritmo habitual. Tente estruturar a sua exposição ou sessão de instrução (briefing) de forma a ter pequenas pausas a meio. A interpretação gestual é muito exigente e os intérpretes precisarão de uma pausa após 30 minutos, se estiverem a trabalhar de forma contínua;
- “O gesto é tudo” – use as mãos e o corpo para comunicar, seja expressivo;

- Para interpretar eficazmente é essencial que o intérprete compreenda as matérias em causa. O intérprete precisará de preparar o seu trabalho e da ajuda do animador para o contextualizar;
- Invista na memória visual da pessoa surda, complementando a sua exposição oral com imagens, gráficos, esquemas, formas e cores para processar a informação (particularmente ao tratar conceitos novos, regras de segurança, alertas, etc.). Pode optar por fornecer um glossário do vocabulário específico/técnico que vai usar;
- Se os participantes precisarem de se concentrar em materiais escritos ou em processos mecânicos, dê-lhes tempo. Só volte a falar quando eles estiverem de novo a olhar para si;
- Não assuma que o participante surdo está a acompanhar e a compreender tudo. Verifique de vez em quando, fazendo-lhe perguntas diretas sobre o assunto em causa;
- Vá dando pistas sobre o contexto dos assuntos de que está a falar;
- Torna-se impossível fazer leitura labial de palavras desconhecidas. Evite deambular pelo local enquanto fala. O participante poderá precisar de ler os seus lábios. Pessoas surdas não conseguem ler e ouvir em simultâneo.

Os requisitos enumerados, associados às questões auditivas, são, na sua maior parte resolvidos se existir um planeamento correto, tendo em conta as mesmas. Muitas destas orientações podem ser resolvidas com uma correta formação do pessoal existente em cada local para atender a pessoas com estas limitações.

3.4.4. Deficiência Intelectual

Necessidades específicas das pessoas com deficiência intelectual (citação do Guia de Boas Práticas – Turismo Ativo):

- Recomenda-se que se invista num relacionamento interpessoal entre o participante e o animador, utilizando os acompanhantes para transmitir informação estritamente necessária;
- Sem ter comportamentos paternalistas é muito importante adotar um tom de comunicação e comportamento amigáveis;
- É importante ir desmontando preconceitos e agir de forma natural e inclusiva;
- As instruções devem ser repetidas e verificada a sua compreensão e memorização, devendo investir-se na autonomia e responsabilização do participante pela sua segurança;
- Utilização de simbologia fácil de entender (pictogramas);
- Em caso de emergência devem receber atenção prioritária.

As questões relacionadas com as limitações intelectuais são passíveis de serem resolvidas em larga medida através da formação correta e adequada do pessoal existente para responder às necessidades específicas de cada indivíduo.

3.5. Sistemas de Classificação de POI

A classificação dos POI, de acordo com os seus níveis de acessibilidade, é uma das dificuldades existentes para a melhoria da informação prestada aos turistas pelos mais diversos sistemas. Esta dificuldade advém do facto de esta ser uma tarefa levada a cabo, na maior parte das vezes, através de processos de análise empíricos e extremamente morosos, devido à quantidade de locais a analisar e informação a recolher.

Existem algumas abordagens que serão analisadas abaixo, as quais definem um conjunto de regras de análise dos POI em diversas vertentes, por forma a obter uma classificação dos mesmos.

3.5.1. Places4all

O sistema **Places4all** (<http://www.places4all.com>) é descrito pelos seus criadores como “um Sistema de Classificação de Acessibilidade Universal em lugares e que visa a recolha, classificação (Figura 6) e difusão de informação detalhada das condições de acessibilidade para tomada de decisão e que garantem o maior grau de autonomia ao maior número de pessoas possível”.

A metodologia de caracterização deste sistema passa por avaliar de forma detalhada do ambiente físico, sensorial e social em seis dimensões do ponto de interesse:

- Estacionamento,
- Percurso exterior,
- Entrada,
- Percurso interior,
- Bens e Serviços,
- WC.

A escolha destas dimensões está diretamente relacionada com a necessidade de avaliar um conjunto de itens, por forma a garantir o conforto, autonomia e segurança ao utilizador.

A caracterização de cada dimensão considerada é efetuada através da compilação de informação relativa às questões associadas a cada dimensão, como pode ser verificado na imagem seguinte.

Classificação

Para saber mais basta clicar em um dos itens

Estacionamento 42/100



LARGADA DE PASSAGEIROS: Espaço amplo e sem obstáculos junto à entrada acessível (cerca de 3 metros de distância).

TRANSPORTES PÚBLICOS: Paragem de autocarro a cerca de 200 metros.

LUGARES ACESSÍVEIS: Sem lugares próprios reservados. Parque de estacionamento pago na R. de São Filipe de Nery

Percurso exterior	83/100	★★	✓
Entrada	98/100	★★★★	✓
Percurso interior	88/100	★★	✓
Bens e serviços	78/100	★★	✓
Casa de banho	91/100	★★★★	✓

Figura 6 – Classificação – Torre/Igreja Clérigos (Places4All, 2016)

O resultado da análise ponderada efetuada permite ao sistema emitir um dístico (Figura 7) que, para além de uma classificação global em percentagem, permite perceber qual a classificação obtida em cada uma das dimensões consideradas.

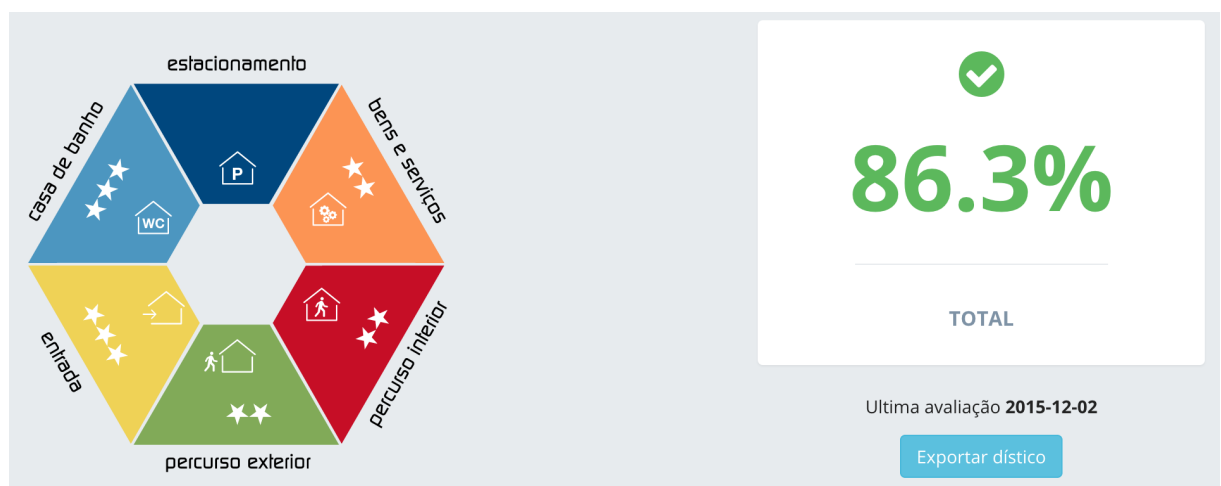


Figura 7 – Dístico de Classificação POI – Torre/Igreja Clérigos (Places4All, 2016)

3.5.2. Portal de Acessibilidade / CMP

A Câmara Municipal do Porto (CMP) no âmbito do Programa Operacional Potencial Humano - POPH, disponibiliza um Portal de Acessibilidade conhecido como “Sistemas de Itinerários Acessíveis” (<http://www.sia.cm-porto.pt>), baseado nos sistemas de transporte coletivo, que permite a consulta online de percursos otimizados para a acessibilidade, entre dois pontos previamente escolhidos na cidade.

Este projeto, inserido no Plano de Promoção de Acessibilidade para Todos (PPAT) da cidade, tenta contribuir para a sustentabilidade da cidade, adaptando-a aos condicionalismos potenciais dos seus visitantes.

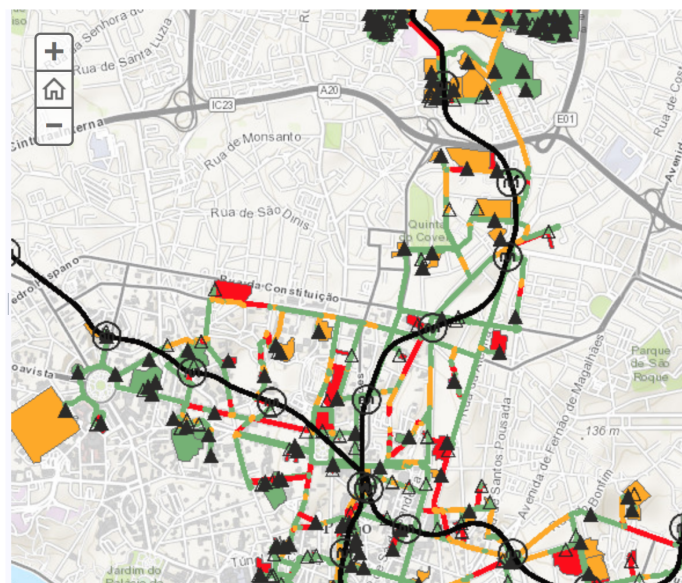
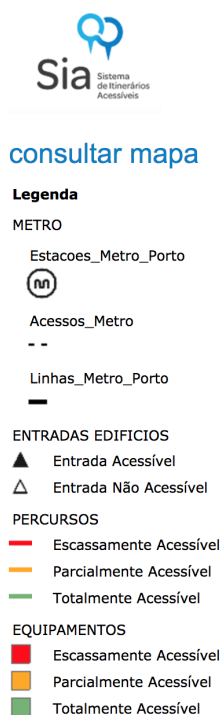


Figura 8 – Mapa Plataforma SIA (SIA/CMP, 2016)

3.5.3. Outros sistemas

Existem diversos outros sistemas relacionados com as questões da acessibilidade para turismo nomeadamente a nível internacional.

O Pantou (<https://pantou.org>) é uma aplicação web que tenta servir de elo de ligação entre fornecedores de serviços turísticos acessíveis e os turistas, através da definição de um conjunto de guias que permitem aos fornecedores de serviços aferirem os níveis de acessibilidade.

Este serviço disponibiliza, ainda, uma listagem de serviços de informação sobre acessibilidade em locais turísticos espalhados por diversas geografias espalhadas por toda a Europa (Anexo A). Esta lista é constantemente atualizada no website deste serviço para, de forma simples, ser possível acompanhar o surgimento de nova informação.

3.6. Súmula do Capítulo

Este capítulo, em conjunto com o anterior, completa a visão geral sobre os temas estruturantes deste trabalho, introduzindo o tema da acessibilidade associada ao turismo e aos sistemas digitais permitindo, assim, complementar o passo da metodologia de investigação, referente à clarificação do problema e objetivos inerentes a este projeto.

Esta revisão da literatura permitiu aquilatar da necessidade de apostar em abordagens de recomendação turística, em que as palavras-chave sejam a definição dos níveis de acessibilidade dos POI e a definição dos níveis de funcionalidade e incapacidade de cada turista, relativos às suas limitações de cariz físico ou psicológico.

É fundamental nunca esquecer que, tal como foi descrito neste capítulo, a incapacidade é o resultado das experiências que cada um passa ao longo da vida, sempre que é colocado perante vários tipos de limitações e restrições na participação em atividades,

podendo ser basicamente definida como o conjunto de aspetos negativos da interação entre um indivíduo e o seu contexto ambiental e pessoal.

Os problemas associados aos níveis de funcionalidade dos utilizadores não devem constituir uma limitação que provoque exclusão social. Este perigo pode ser diminuído ou até erradicado, caso as decisões nos mais diversos temas sejam levadas a cabo sempre com o intuito de diminuir o sentimento de exclusão de cidadãos portadores de deficiência, o que permite a cumprir um desígnio importante, como seja a igualdade de oportunidades, independentemente, das características físicas, mentais e demográficas de cada um.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4. Abordagem Proposta

Após a definição clara do problema de investigação e dos objetivos inerentes à resolução do mesmo, a próxima etapa, de acordo com a metodologia definida para este trabalho, é a definição da arquitetura da solução proposta, nomeadamente o desenho e a implementação dos modelos.

Este trabalho propõe uma abordagem baseada no desenvolvimento de um Sistema de Recomendação Turística com características de recomendação personalizadas, o que requer um cuidadoso levantamento da informação disponível, dos requisitos do utilizador, a análise das tarefas, o desenvolvimento e a afinação do modelo de recomendação. A proposta aqui apresentada é uma evolução da abordagem do trabalho de Coelho (Coelho, 2009), colmatando as lacunas identificadas e inovando, no sentido de se considerar um conjunto de novos mecanismos para caracterização de utilizador e pontos de interesse, nomeadamente, níveis de funcionalidade, aspetos emocionais, *tags* e de um modelo sociocomunitário.

A personalização da solução implica caraterizar melhor os utilizadores, traçando os seus perfis individuais com informação o mais adequada possível, seja ela de cariz físico, emocional, entre outras. Este conhecimento mais específico e individual de cada utilizador é um fator diferenciador que permite que qualquer Sistema de Recomendação Turística seja capaz de adequar as suas sugestões a cada indivíduo.

Os mecanismos de recomendação baseiam-se no pressuposto implícito de que as necessidades e preferências dos utilizadores podem ser utilizadas para seleccionar e sugerir produtos, utilizando as técnicas adequadas e o conhecimento incorporado no sistema (Ricci, 2002).

As experiências turísticas devem ter um impacto positivo no turista, contribuindo para um estado de espírito positivo, evitando o aparecimento de estados de frustração. Como pode ser observado na Figura 9, cada atividade turística contribui de forma diferenciada para o estado de espírito dos turistas, sendo que cada um tem preferências distintas na forma de se envolver e interagir com o espaço e o meio que o rodeia. Esta interação é também condicionada pelo grau de funcionalidade que os turistas têm em relação a questões de índole física e psicológica que funcionam como limitação da sua participação em atividades (secção 3.2).

Tipos de experiências

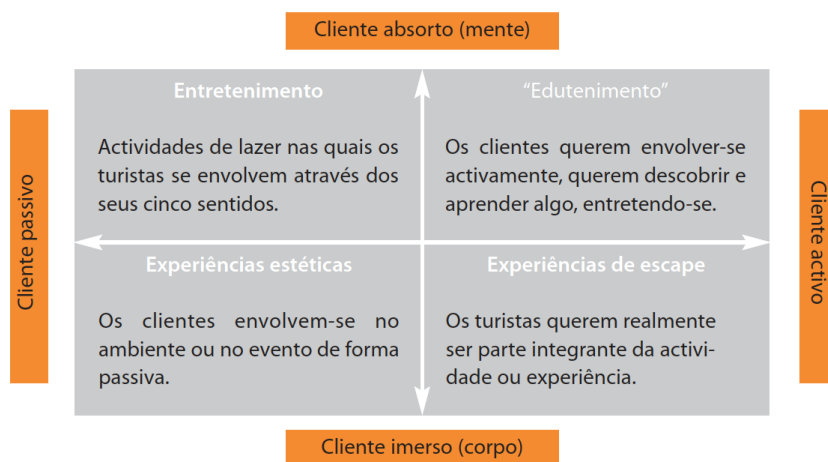


Figura 9 – Caracterização dos tipos de Turista através das experiências - Produtos Estratégicos para o Turismo (CityBreaks) (TP, 2006)

A Figura 9, retirada de uma publicação do Turismo de Portugal, faz uma adaptação da pirâmide de Maslow, permitindo definir claramente quais os principais anseios de um turista quando vive uma experiência deste tipo (TP, 2006).

Este trabalho foca-se fundamentalmente na base da pirâmide de Maslow referida anteriormente, onde questões da Segurança são fundamentais para a satisfação do cliente, por exemplo, um turista que tenha um conjunto de limitações impostas pela sua condição de deficiência tem de sentir que o espaço que está a visitar está devidamente preparado para o receber. Como foi abordado no capítulo anterior, a incapacidade não é uma inevitabilidade apenas ditada pela condição física ou mental de um turista, mas sim algo resultante também da envolvente ambiental que o rodeia, podendo esta tornar-se um fator de agravamento ou desagravamento dessa mesma incapacidade.

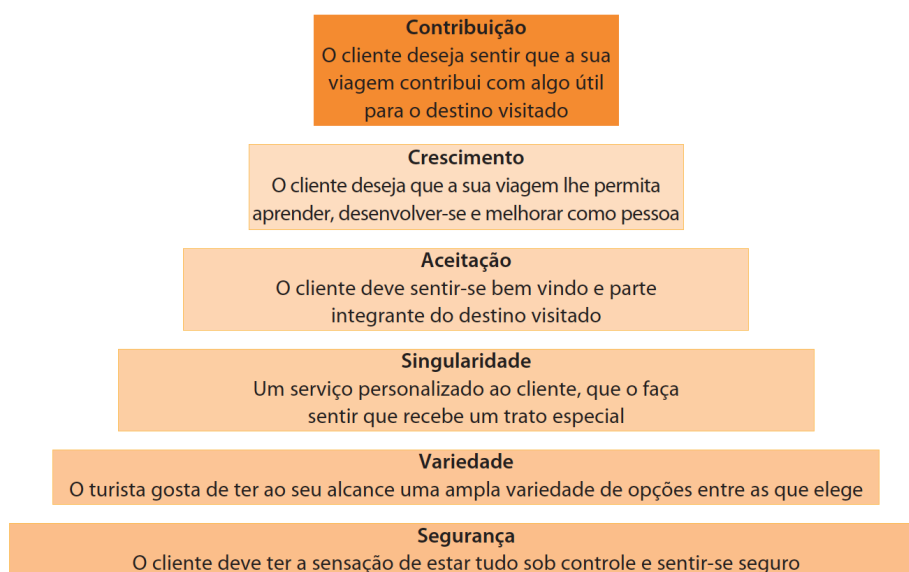


Figura 10 – Adaptação Pirâmide Maslow - Produtos Estratégicos para o Turismo (CityBreaks)(TP, 2006)

O potencial associado ao crescimento de um tipo de turismo acessível nas suas mais diversas vertentes é enorme, pois existem no mundo cerca de 1000 milhões de pessoas que padecem de alguma condição de deficiência ou limitação (OMS). Em Portugal, segundo os

Censos de 2001, tal como se pode verificar na figura 11, existem cerca de 6,1% de pessoas com deficiência, ou seja, mais de 600 000 pessoas têm algum tipo de condicionante física ou intelectual. Existe uma lacuna na consideração deste tipo de informação para caracterização dos turistas em sistemas de recomendação turística.

Este trabalho pretende contribuir para a melhoria das experiências turísticas de todos estes potenciais turistas, através da criação de mecanismos de recomendação, tendo como base um conjunto de modelos que incluem utilizadores e pontos de interesse e que consideram características como perfis, níveis de funcionalidade e aspetos emocionais, os quais sejam capazes de incluir conhecimento adquirido, para ir de encontro à necessidade de melhorar a experiência turística de cidadãos, em particular de cidadãos portadores de deficiência.

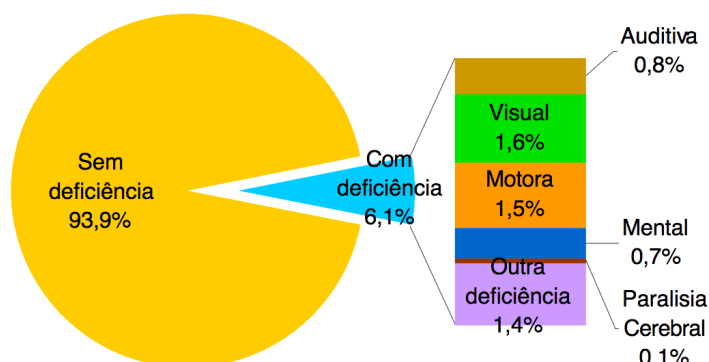


Figura 11 – INE - Informação à Comunicação Social (INE, 2002)

4.1. Arquitetura

A arquitetura proposta está organizada em três camadas distintas, compostas por um conjunto de mecanismos que serão utilizados para a geração de conhecimento, modelação dos utilizadores e Pontos de interesse (POI), recomendação turística e aprendizagem,

através da incorporação de novas informações vindas da interação e feedback dos utilizadores no sistema.

Como já foi referido, alguns destes mecanismos, nomeadamente, o perfil de utilizador teve como base mecanismos de recomendação que se encontram definidos na aplicação de Coelho (Coelho, 2009), sendo neste processo alvo de um conjunto de revisões, alterações e inovações, quer de tipologias de conhecimento consideradas, nomeadamente das questões ligadas às limitações de cariz físico e mental ou à perceção do estado emocional dos utilizadores, quer da estrutura genérica do mecanismo de recomendação, através da proposta de um novo algoritmo para a integração dos mecanismos internos do modelo e respetivos pesos.

A figura 12 mostra a arquitetura e respetivos componentes propostos para esta abordagem, de acordo com o processo de desenho de um modelo para responder às questões de investigação colocadas.

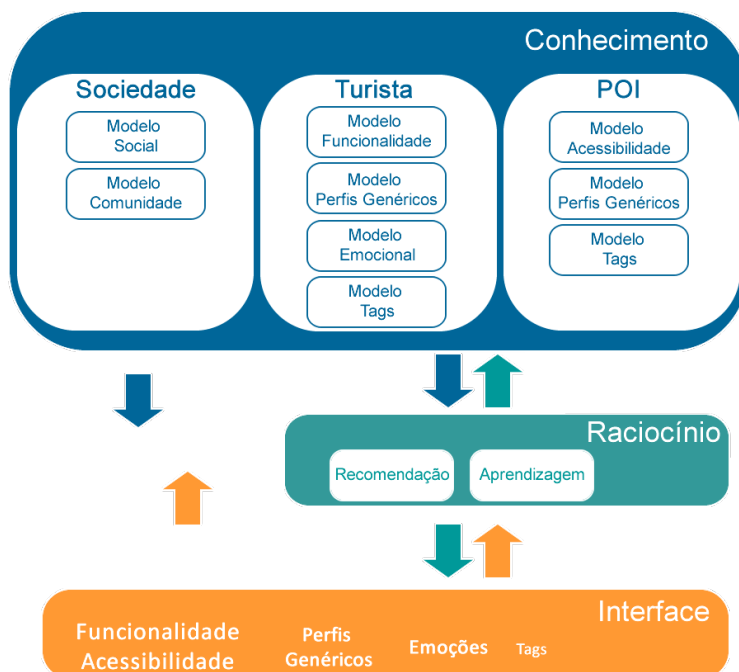


Figura 12 - Arquitetura da abordagem proposta

4.2. Especificação Formal

Após a definição da arquitetura multicamada efetuada anteriormente, é importante, para aumentar a compreensão acerca da abordagem proposta, que se especifique formalmente o modelo de utilizador (Figura 13), o modelo de POI (Figura 14) e o modelo de interação, onde se podem observar relações e respetivos pesos (Figura 15).

A modelação de utilizador recorre a alguns dos modelos particulares existentes na camada de conhecimento definida na arquitetura para compor estruturalmente o modelo de utilizador que se pretende obter, nomeadamente o:

- Modelo de funcionalidade - relacionado com as limitações físicas e intelectuais e definido por um conjunto de níveis (Figura 13) que variam para cada questão considerada entre zero e um (Figura 15);
- Modelo de perfis genéricos - relacionado com a similaridade (nível que varia entre zero e um (Figura 15)) entre cada utilizador e um conjunto de perfis genéricos previamente definidos pelo Turismo de Portugal (Figura 13);
- Modelo emocional - relacionado com a resposta emocional automaticamente detetada (nível que varia entre menos um e um (Figura 15) de cada utilizador a imagens representativas de classes de POI (Monumentos, Parques Natureza, etc.);
- Modelo de tags – relacionado com o processo de interação dos utilizadores com o sistema, durante o qual estes vão expressando a sua opinião, através de conjuntos de palavras (Figura 13) com determinado peso, relacionado com a frequência de utilização das mesmas;
- Modelo de sociedade – este modelo é composto por dois submodelos distintos (Figura 13); O social baseado nas preferências daqueles que são mais próximos

ao utilizador atual e o de comunidade que serve de suporte à representação das preferências demonstradas por todos os outros utilizadores do sistema.



Figura 13 – Representação do Conhecimento referente à modelação de utilizadores

A modelação do POI, tal como o modelo de utilizador, recorre a alguns dos modelos definidos na camada de conhecimento da arquitetura para modelar o POI, de acordo com a estrutura que foi considerada para este trabalho, nomeadamente:

Modelo de acessibilidade (similar ao modelo de funcionalidade que caracteriza os utilizadores, mas neste caso serve para caracterizar as valências de cada POI em relação às necessidades que cada utilizador tem para poder visitá-lo sempre que este é portador de alguma das limitações já referidas);

Modelo de perfis genéricos - relacionado com a similaridade (nível que varia entre zero e um (Figura 15)) entre cada POI e um conjunto de perfis genéricos previamente definidos pelo Turismo de Portugal (Figura 14);

Modelo de *tags* – relacionado com as palavras (Figura 14) com as quais os utilizadores vão caracterizando determinado POI ao longo do processo de interação com o sistema.

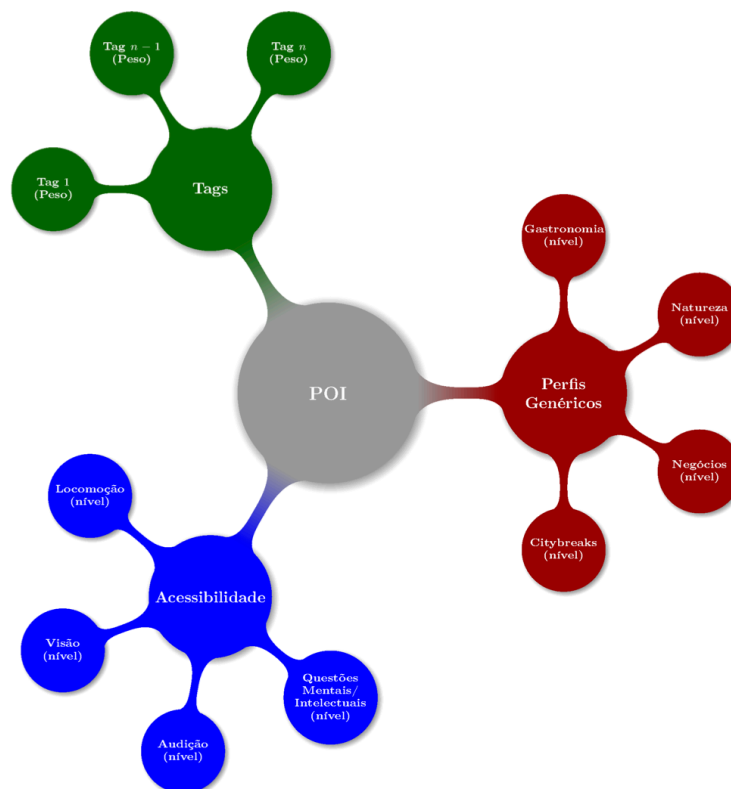


Figura 14 - Representação do Conhecimento referente à modelação de POI

A figura 15 serve de extensão às duas figuras anteriores, permitindo compreender a integração pesada de cada modelo específico na modelação global das duas principais entidades existentes neste sistema (utilizadores e POI).

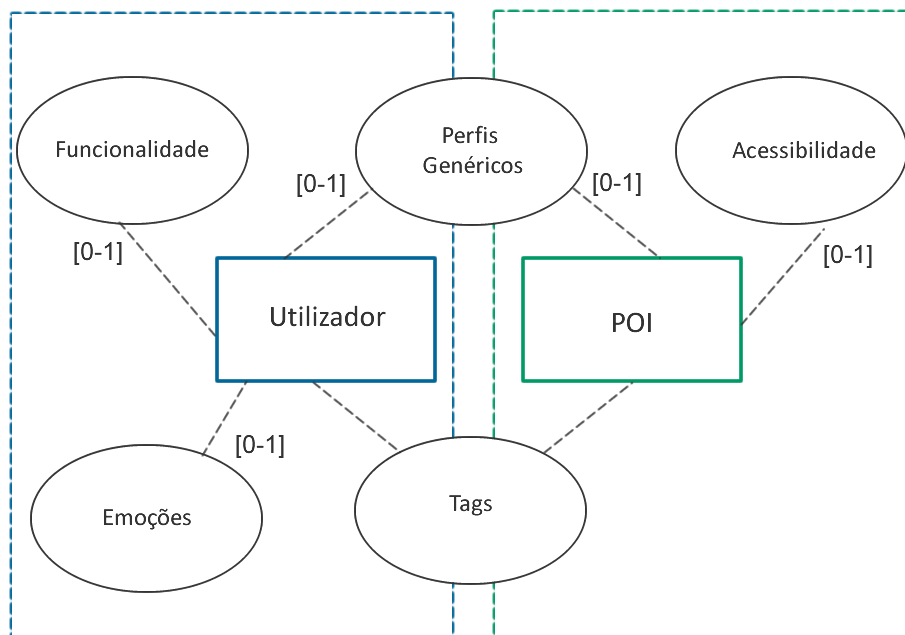


Figura 15 – Modelação de utilizadores e POI

4.3. Conhecimento

Esta camada é composta por um conjunto de modelos que permitem inferir e representar conhecimento implícito (novo conhecimento gerado), a partir do conhecimento explícito, quer das características dos utilizadores, quer dos próprios pontos de interesse e ainda da interação do utilizador com o sistema.

Estes modelos dinâmicos são atualizados sempre que há uma alteração das condições do utilizador no sistema. Alguns representam conhecimento dos POI, outros da comunidade de utilizadores, enquanto outros mapeiam relações entre utilizadores e POI e outros, ainda, permitem modelar o utilizador/turista, de acordo com diversos objetivos, nomeadamente, as questões ligadas à deteção de estados emocionais, a questão das limitações físicas e intelectuais e os respetivos níveis de funcionalidade, outros ainda modelam os POI e os seus níveis de acessibilidade.

O conhecimento existente nesta camada vai sendo atualizado ao longo do tempo através de diversas fontes, nomeadamente a camada de raciocínio ou a camada de interface que permitem incorporar novo conhecimento, através de processos de aprendizagem baseados em várias técnicas descritas mais à frente neste documento.

4.3.1. Turista

A modelação do utilizador/turista é efetuada recorrendo a conhecimento diversificado, nomeadamente à informação demográfica que tipicamente existe sobre os utilizadores (nacionalidade, género, idade, etnia, etc.), à relação de cada indivíduo com um conjunto de perfis genéricos de turistas (natureza, citybreaks, negócios e gastronomia), à informação relativa aos níveis de funcionalidade, relacionados com deficiências ou limitações físicas e intelectuais (locomoção, visão, audição ou doenças mentais), aos estados emocionais que cada um revela quando confrontado com determinada realidade (exemplo: sorrir quando se mostra uma imagem de uma praia) e às tags (conjunto de palavras que cada um utiliza para caracterizar determinado recurso ou objeto) que podem ser uma fonte de conhecimento interessante acerca das preferências de cada utilizador.

4.3.1.1. Modelo de Funcionalidade

O nível de funcionalidade define cada pessoa, enquanto entidade capaz de participar nos diversos contextos sociais em que se inserem em cada momento. Esta caracterização permite conhecer os utilizadores numa das suas vertentes mais críticas (as suas limitações e/ou deficiências).

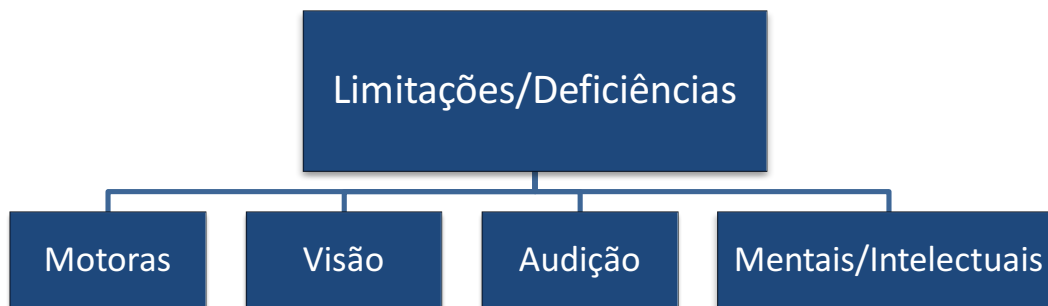


Figura 16 – Taxonomia de limitações/deficiências

Cada turista tem no seu perfil um conjunto de dados relacionados com o seu estado físico (questões de mobilidade, visão e audição) e mental (Figura 16). O conhecimento intrínseco destas características dos utilizadores permite alimentar a camada de raciocínio com os dados necessários para que sejam produzidos resultados de recomendação que respeitem as limitações existentes, permitindo, assim, tal como foi abordado na secção 3.1 deste documento, que estas não sejam geradores de incapacidades promotoras de exclusão.

Este conhecimento é dinâmico, pois as limitações e consequentemente os níveis de funcionalidade variam no tempo, de acordo com a evolução natural dos estados físicos e psicológicos de cada um.

4.3.1.2. Modelo Perfis genéricos

Os perfis genéricos considerados (Figura 17) representam grupos de turistas que são agrupados, porque têm determinadas características em comum, aos quais os utilizadores irão ser comparados. Trata-se de um componente dinâmico, no sentido em que tanto a classificação dos perfis genéricos como o seu número podem variar.

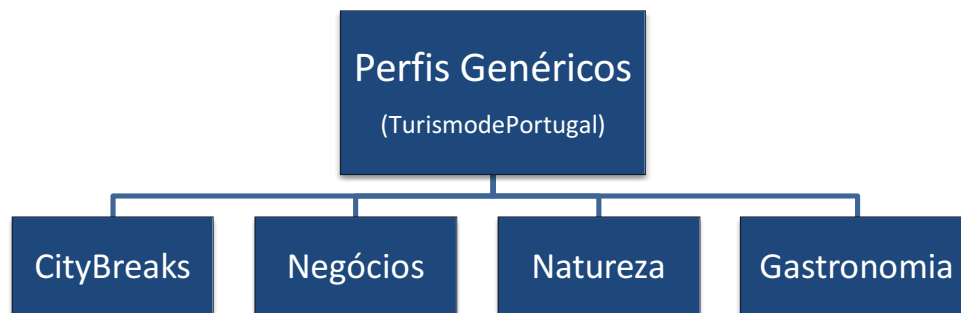


Figura 17 – Taxonomia de perfis genéricos (Turismo de Portugal)

Um perfil genérico é associado a um utilizador com determinado valor (que pode variar entre zero no caso de não existir qualquer associação e um no caso de existir um relacionamento muito significativo), a partir de um processo de interação do utilizador com a plataforma.

Nesta interação, o utilizador organiza quatro conjuntos de imagens distintos (a Figura 18 representa um desses conjuntos), em que cada um é composto por uma imagem representativa de cada um dos perfis genéricos. A ordenação destas imagens em cada conjunto permite obter um valor associado à respetiva posição. O valor de relacionamento é obtido através do cálculo da média dos valores (1) de cada perfil genérico associados a cada posição nos quatro conjuntos de imagens considerados.

$$(1) \text{ ValorRelacUtilizadorPerfilGenerico} = \sum_{i=1}^4 \text{ PosiçãoImagemPerfilGenérico}(i)$$



Figura 18 – Ordenação pelo utilizador das imagens relacionadas com os perfis genéricos

Cada POI tem também associado um valor de relacionamento com os perfis genéricos considerados, inicialmente definido através de um processo de classificação empírico. O sistema, posteriormente, e de acordo com o que for possível aprender na camada de aprendizagem, altera esta classificação incorporando o *feedback* dos utilizadores.

4.3.1.3. Modelo Emocional

Os aspetos emocionais são uma abordagem interessante no processo de melhoria dos perfis de utilizador sem recorrer a técnicas demasiado intrusivas. Este é um processo de aprendizagem, de acordo com as emoções (felicidade, tristeza, surpresa, etc.) detetadas (com recurso a uma câmara de vídeo) a partir da análise das reações dos utilizadores, quando colocados perante um qualquer estímulo.

Em (Faria *et al.*, 2015) este tipo de tecnologia e abordagem, normalmente apelidada de Affective Computing, é utilizada para perceber as emoções/personalidade dos alunos, isto é, modular o utilizador, considerando estas características, de forma a efetuar a adaptação personalizada que for considerada mais adequada e necessária para potenciar os resultados de aprendizagem.

Existem diversas abordagens e estudos sobre a área do Affective Computing (Chibelushi, 2003; Ekman, 1972; Fischer, 2004; Russell, 2003) e respetivas técnicas de deteção de emoções.

O programa CLMtrackr (Øygard) baseia o seu processamento nos algoritmos de deteção *Face Alignment through Subspace Constrained Mean-Shifts* propostos por (Saragih *et al.*, 2009), mapeando o rosto humano (criando um modelo) através da análise de setenta pontos (Figura 19). O modelo criado pode ser comparado com um conjunto de estereótipos para identificar que emoções o utilizador está a demonstrar perante determinado estímulo. Este sistema tem a capacidade de detetar quatro estados emocionais (*angry, sad, surprised, happy*).

A plataforma referida pode ser utilizada para identificar a reação emocional (2) dos utilizadores quando interagem com a plataforma e lhes são apresentadas um conjunto de imagens representativas das classes de POI existentes no sistema. Esta informação permite inferir qual a opinião de um dado utilizador sobre determinada classe de POI, aplicando a seguinte fórmula:

$$(2) \quad Emotionalstate(i) = \left(\frac{happy + surprised}{2} \right) - \left(\frac{angry + sad}{2} \right)$$

Este processo tem imensas restrições de cariz tecnológico, nomeadamente, as resultantes da fraca qualidade (em face da necessária) dos dispositivos de captura de vídeo que existem em qualquer um dos equipamentos típicos habitualmente disponíveis.

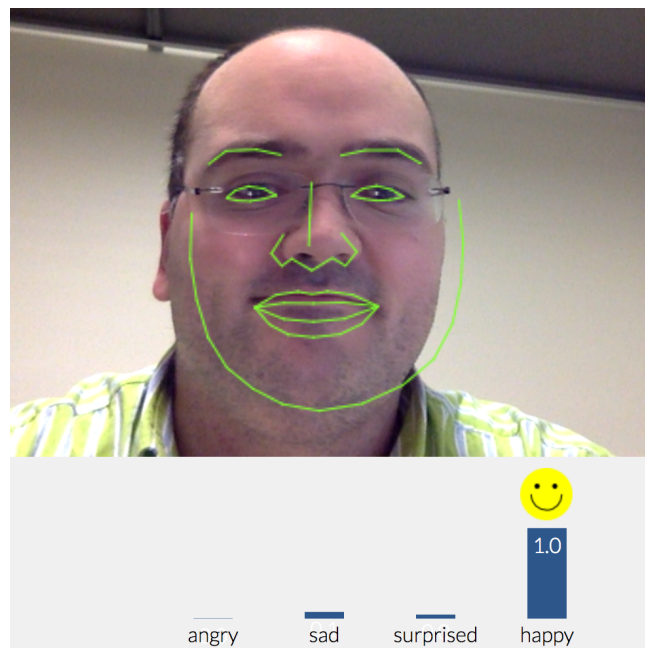


Figura 19 – Detecção de Emoções (Øygard)

4.3.1.4. Modelo Tags

As *tags* são uma forma de representação de conhecimento que tem uma enorme evolução ao longo do ciclo de vida do sistema, pois durante o processo de interação os utilizadores vão expressando a sua opinião. Assim, o sistema aprende de forma continuada (dinâmica) o que permite uma evolução (atualização) constante, quer do modelo de utilizador (preferências), quer por consequência dos resultados das recomendações.

Ao longo do ciclo de vida do sistema, este modelo vai sendo continuamente enriquecido, pois inicialmente pode existir o perigo de ocorrer um *cold start* devido à escassez de conhecimento relativo.

Em termos de representação, cada utilizador é caracterizado recorrendo a um vetor em que cada posição tem uma estrutura de dados (3) onde se encontra a representação textual da *tag* (*rep*) e o respetivo peso (*peso*) previamente calculado (este valor evolui com a interação do utilizador à medida que este vai usando as *tags*):

$$(3) \quad U = (Tag_n(rep, peso); Tag_{n-1}(rep, peso); Tag_1(rep, peso);$$

É importante sublinhar que esta modelação se reveste de alguma complexidade, devido ao vocabulário potencialmente muito extenso e às ambiguidades contextuais associadas.

4.3.2. POI

O perfil dos POI é criado usando uma abordagem que inclui um procedimento baseado numa lista de verificação (condições para uma relação máxima com estereótipos e nível de acessibilidade), que avalia a sua relação com o já referido perfil genérico e níveis de funcionalidade (determinação da capacidade de POI para receber turistas com determinados níveis de problemas físicos e intelectuais) (Figura 20).

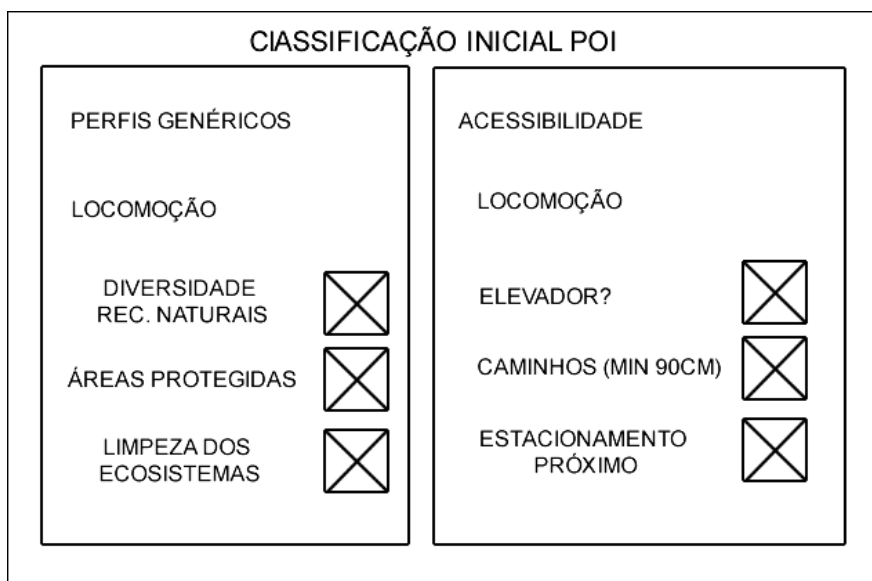


Figura 20 – Caracterização de um POI

4.3.2.1. Modelo POI/Perfis genéricos

Os POI são analisados de acordo com os mesmos perfis genéricos utilizados para a caracterização do turista. Desta forma, é possível fazer um mapeamento direto entre a classificação presente nos perfis dos utilizadores e nos perfis dos POI.

Esta classificação ainda numa fase inicial, é uma das inovações deste trabalho que será validada ou rejeitada com o desenrolar do ciclo de vida do sistema e a interação dos utilizadores com a mesma, por exemplo através da integração da opinião dos mesmos.

4.3.2.2. Modelo de Acessibilidade

Os POI são também classificados em termos de nível de acessibilidade relativo às mesmas questões físicas e intelectuais consideradas nos perfis de utilizador para definir níveis de funcionalidade. Esta caracterização é efetuada, inicialmente, através da análise ponderada das características de cada local, de acordo com as diretrizes descritas na secção 2.10 do estado da arte.

4.3.2.3. Modelo POI/Tags

Os POI são caracterizados com um conjunto de tags que são definidores das suas características. Esta modelação pode ter, no arranque, alguns problemas devido ao reduzido número de tags presentes, mas com o aparecimento no sistema de feedback dos utilizadores vai sendo enriquecida, permitindo que, no modo de recomendação através de tags, este conhecimento tenha significado no processo global de recomendação.

4.3.2.4. Aprendizagem

Ambas as análises de POI anteriores têm uma margem importante de melhoria, através da incorporação da opinião expressa pelos utilizadores da plataforma acerca da caracterização dos POI que conhecem. Com este mecanismo é possível fazer evoluir a classificação dos POI para um modelo baseado na opinião pesada da comunidade.

É também importante integrar no processo de aprendizagem sobre os POI as estatísticas de visitas genéricas e, em particular, dos cidadãos portadores de deficiência, pois é considerado que se um dado POI tem um número de visitas de pessoas com limitações elevado, muito provavelmente a experiência proporcionada deve ser positiva e não promotora de exclusão.

4.3.3. Modelo de Sociedade

O modelo de sociedade definido nesta abordagem tem um papel de posicionar o utilizador num contexto de integração com o mundo que o rodeia, seja através dos que lhe são mais próximos (modelo social), ou dos outros intervenientes no sistema (modelo de comunidade).

4.3.3.1. Modelo Social

O modelo social representa as preferências daqueles indivíduos que são mais próximos a cada utilizador, nomeadamente, os seus amigos e familiares, de acordo com a assunção de que todo o ser humano é influenciado, de uma forma ou outra, pelas preferências daqueles que o rodeiam.

Esta forma de geração de conhecimento pode ter algum grau de deturpação em termos teóricos, pois não é possível definir com clareza se um determinado grau de relacionamento interpessoal, como por exemplo, a amizade tem uma influência clara e direta nos gostos e preferências de cada utilizador. A abordagem, neste trabalho, foi considerar um grau de similaridade, a partir de algumas características identificadoras, como se pode observar na secção 4.4.1.5.

4.3.3.2. Modelo Comunidade

O modelo de comunidade permite a identificação de padrões relativos à comunidade inteira de utilizadores do sistema. É representado visualmente por uma rede pesada de POI alimentada pelas interações dos utilizadores do sistema. O seu desenvolvimento baseia-se num modelo de rede neuronal proposto por (Jennings *et al.*, 1993) para modelação do utilizador, na qual os nós representam *tags* relacionadas com itens e as relações representam a coocorrência de dois desses itens, todos relacionados com o utilizador atual.

4.4. Raciocínio

A camada de raciocínio definida na arquitetura da secção 4.1 engloba um mecanismo de recomendação híbrido, composto por diversas técnicas de recomendação (Figura 21) com pesos distintos e um conjunto de mecanismos de aprendizagem que permitem enriquecer a camada de conhecimento, por forma a permitir uma evolução, quer

dos modelos de utilizador, quer dos diversos componentes da plataforma. As técnicas de recomendação serão devidamente descritas e exploradas nas subsecções seguintes. Os mecanismos de aprendizagem, que também serão descritos adiante, permitem adquirir nova informação, quer dos utilizadores, quer dos POI.

4.4.1. Recomendação

O módulo de recomendação encaixa-se no paradigma dos Sistemas de Recomendação (SR) híbridos, considerando que integra vários componentes que recorrem a diversas técnicas distintas para obter conhecimento (tal como abordado no estado da arte). Os modelos considerados no processo de recomendação encontram-se representados na Figura 21. A ordem pela qual estão representados está diretamente relacionada com a relevância de cada componente no mecanismo.

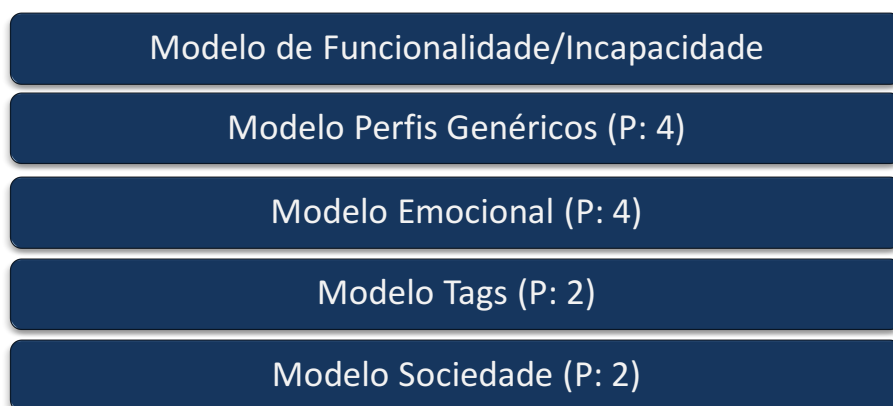


Figura 21 – Modelos do Sistema de Recomendação

O método de recomendação pode caracterizar-se como o resultado da soma pesada de cada recomendação efetuada pelos vários modelos presentes na camada de conhecimento (modelo perfil genéricos, emocional, tags e sociedade). A recomendação resultante da junção pesada das recomendações locais dos quatro modelos referidos é depois refinada, de acordo com a recomendação gerada pelo modelo de funcionalidade/

acessibilidade (o processo é descrito em detalhe mais à frente neste documento), para assim assegurar que as limitações dos utilizadores são respeitadas.

Nesta abordagem nenhum POI é excluído à partida, a menos que faça parte de uma classe que o utilizador explicitamente excluiu, pois as várias condicionantes que poderiam levar à exclusão são consideradas por cada modelo, de acordo com as suas regras, o que permite tornar os resultados mais claros para o utilizador.

O sistema impede que sejam recomendadas classes de POI que o utilizador explicitamente recusa na interface, aprendendo sempre que o utilizador nega uma determinada classe de POI e numa próxima interação pergunta se a recusa se mantém.

O algoritmo utilizado apresenta-se de seguida.

Algoritmo SR1 Recomendar POI

Se ($c = 0$)

$classes_a_remover \leftarrow \{1,2\}$

Senão Se ($TemFilhos(c) \cap c \neq 1 \cap c \neq 2$)

$classes_a_remover \leftarrow \{1,2\} + ClasseEFilhos(c)$

Senão

$classes_a_remover \leftarrow \neg c$

Fim

$pois \leftarrow AdicionarRecomendações(classes_a_remover, técnica_1)$

$pois \leftarrow AdicionarRecomendações(classes_a_remover, técnica_2)$

$pois \leftarrow AdicionarRecomendações(classes_a_remover, técnica_3)$

$pois \leftarrow AdicionarRecomendações(classes_a_remover, técnica_4)$

$pois \leftarrow AdicionarRecomendações(classes_a_remover, técnica_5)$

Para cada $x \in pois$, **repetir**

Se ($JáVisitou(x) = true$)

```

    Remove( $x$ )
Fim
Por cada  $poi \in c(pois)$ , repetir
    Por cada  $tecnica \in t(tecnicas)$ , repetir
         $rec(poi) \leftarrow \sum(Peso(valortecnica(poi)))$ 
    Fim
Fim
Ordenar( $pois, rec, funcional\_acessib$ )

```

Algoritmo SR1 Recomendar POI

O algoritmo SR1 processa os resultados de cada técnica, aplicando os pesos relativos de cada uma para obter um conjunto de recomendações (rec). De seguida, é calculada a média entre os índices de cada POI neste vetor (rec) e os índices desses mesmos POI no vetor de recomendação funcional_acessib (resultado do modelo de recomendação local funcionalidade/acessibilidade). Os valores resultantes da operação anterior determinam a posição de cada POI na solução final, garantindo que o modelo de funcionalidade/acessibilidade tem influência na recomendação gerada. Em caso de ocorrência de médias de índice iguais para vários POI, tem prioridade o que estiver melhor posicionado no modelo de funcionalidade/acessibilidade.

4.4.1.1. Modelo de Funcionalidade/Incapacidade

A recomendação com base no modelo Funcionalidade/Incapacidade baseia-se na relação entre os níveis de funcionalidade dos utilizadores, tendo em conta uma determinada deficiência ou limitação de cariz físico ou intelectual (locomoção, visão, audição e patologias mentais) e nos níveis de acessibilidade que os POI têm, de acordo com as mesmas limitações referidas anteriormente (Figura 22). Este modelo baseia-se na publicação efetuada durante o decorrer deste trabalho (Santos *et al.*, 2016), tendo evoluído no sentido de melhor focar a sua importância na arquitetura proposta.

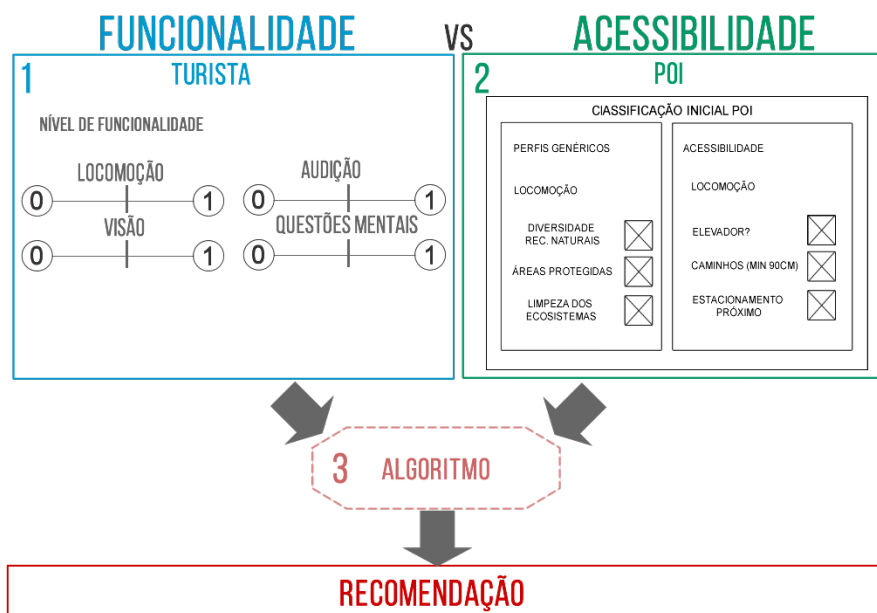


Figura 22 – Visão geral da recomendação com enfoque na funcionalidade e acessibilidade

O algoritmo SR2 descrito abaixo, efetua o relacionamento do nível de funcionalidade de cada utilizador em particular com o nível de acessibilidade de cada POI para a mesma sintomática, produzindo recomendações que respeitam as limitações dos utilizadores e as capacidades dos POI. Em termos de processamento, sempre que um dos níveis, seja o de funcionalidade (utilizador) ou acessibilidade (POI) for 1, este não é considerado para obtenção do valor de recomendação, pois é importante não penalizar um POI que não tenha problemas de acessibilidade ou um utilizador que não tenha problemas de funcionalidade, nas questões físicas e mentais consideradas neste trabalho. No caso de os resultados deste algoritmo para determinados POI serem iguais, estes são ordenados de acordo com a ordem desses mesmos POI no modelo pesado resultante da junção do modelo de perfis genéricos e do modelo emocional (no caso de ser indiferente a ordem neste modelo de funcionalidade/acessibilidade interessa ordenar de forma a ir de encontro aos gostos e preferências dos utilizadores que são utilizados nas já referidas técnicas).

O peso relativo deste modelo no processo global de recomendação está diretamente ligado ao valor obtido pelo modelo para determinado POI.

Algoritmo SR2 Algoritmo para relacionar o nível de funcionalidade do utilizador com o nível de acessibilidade do POI

Se ($c \notin \text{classes_a_remover}$)

Para cada $x \in \text{niveisfuncionalidade}$, **repetir**

Para cada $u \in \text{Utilizadores}$, **repetir**

Por cada $poi \in c(\text{pois})$, **repetir**

Se ($\text{funcional}(x)(u) \neq 1 \text{ E } c(\text{acessib}(x)(poi) \neq 1)$)

$$\text{Snf} \leftarrow \sum (u(\text{funcional}(x)(u)) * c(\text{acessib}(x)(poi)))$$

 contador = contador + 1

Fim

Fim

Fim

Fim

Recomendar($poi, \text{Snf} / \text{contador}$)

Algoritmo SR2 Algoritmo para relacionar o nível de funcionalidade do utilizador com o nível de acessibilidade do POI

4.4.1.2. Modelo Perfis Genéricos

A recomendação com base em perfis genéricos faz parte duma proposta a que se chamou de filtragem comportamental. São extraídos os POI relacionados com os perfis genéricos definidos para o utilizador atual. Este modelo tem um peso global de 4 valores no processo global de recomendação.

O algoritmo SR3 descrito abaixo permite recomendar POI com base em perfis genéricos.

Algoritmo SR3 Recomendar POI através dos perfis genéricos

Por cada $e \in \text{PerfisGenéricos}(u)$, **repetir**

Por cada $x \in (e)$, **repetir**

Se ($c \notin \text{classes_a_remover}$)

Por cada $u \in \text{Utilizadores}$, **repetir**

Por cada $poi \in c(pois)$, **repetir**

$$Spf \leftarrow \frac{\sum_1^4 u(\text{rel}(e)) * poi(\text{rel}(e)))}{4}$$

Fim

Fim

Fim

Fim

Fim

Recomendar(poi, Spf)

Algoritmo SR3 Recomendar POI através dos perfis genéricos

4.4.1.3. Modelo Emocional

A recomendação com base no modelo emocional funciona internamente, recorrendo aos tipos de POI que são positivamente relacionados (de acordo com o processo de deteção de emoções já referido na camada de conhecimento) com o perfil de emoções de cada utilizador. Produz recomendações atualizadas, e tal possui um peso de 4 valores.

Segue-se o algoritmo de recomendação com base nos aspetos emocionais, que começa por uma deteção dos tipos de POI comportamentalmente mais próximos do utilizador.

Algoritmo SR4 Recomendar POI através do modelo Emocional

Por cada $c \in \text{Classes}$ **repetir**

Se ($c \notin \text{classes_a_remover}$)

Por cada $poi \in c(pois)$, **repetir**

 Recomendar($poi, c(\text{EmotionalState}(poi))$)

Fim

Fim

Fim

Algoritmo SR4 Recomendar POI através do modelo emocional

4.4.1.4. **Modelo de Tags**

As *tags* fazem parte de um mecanismo de representação de conhecimento, e subsequentemente, das preferências do utilizador, que se reveste de muita incerteza relacionada com as quase infinitas possibilidades existentes, podendo resultar dessa forma em recomendações muito diversificadas (tal como foi abordado no estado da arte, esta área de investigação tem problemas relacionados com a ambiguidade linguística), inclusive das outras técnicas incluídas no MR. A recomendação baseada em *tags* tem também um peso de dois valores. O tipo de recomendação efetuado através deste mecanismo é classificado como de filtragem por conteúdo (abordado na secção 2.1.1 do estado da arte).

Com a crescente adesão da população à utilização de plataformas da chamada *Web 2.0* (por exemplo as diversas redes sociais que têm proliferado), existe uma possibilidade interessante de extrair conhecimento de forma automatizada, através da análise dos textos que vão sendo deixados e que expressam importantes preferências dos utilizadores. A importância desta abordagem foi alvo de estudo durante este trabalho e resultou em duas publicações (Santos *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013)

As *tags* têm um peso associado, calculado a partir da frequência com que o utilizador a utilizou nos processos de interação existentes na plataforma. Este peso é utilizado neste

processo de recomendação local para ordenar os POI que até podem ter o mesmo número de *tags* em comum com o utilizador, mas estas podem ter um peso relativo diferente.

Tal como foi referido no modelo de *tags* para os utilizadores definido na camada de conhecimento, em termos de representação a cada utilizador está associado um vetor (4) com as *tags* que o representam associadas a um peso específico:

$$(4) \quad U = (Tag_n(rep, peso); Tag_{n-1}(rep, peso); Tag_1(rep, peso);$$

Segue-se o algoritmo que efetua a evolução de uma tag em relação ao perfil de um utilizador.

Algoritmo AP1 Atualização de uma tag k com atualização a , num utilizador com n tags

Se ($k \notin tags(U)$)

$$k(value) \leftarrow a$$

$$k(ratio) \leftarrow \frac{a}{x \in tags(U), \sum_1^n x(value)}$$

Senão

$$k(ratio) \leftarrow \frac{(k(value) + a) \times k(ratio)}{k(value)}$$

$$k(value) \leftarrow k(value) + a$$

Fim

PropagarComunidade(k)

Algoritmo AP1 Atualização de uma tag k com atualização a , num utilizador com n tags

Algoritmo AP2 Propagação de tag numa comunidade C de n tags, de valor a (PropagarComunidade)

Se ($k(ratio) = 0$)

$k(value) \leftarrow a$

$k(ratio) \leftarrow \frac{a}{x \in tags(C), \sum_1^n x(value)}$

Senão

$k(ratio) \leftarrow \frac{(k(value) + a) \times k(ratio)}{k(value)}$

$k(value) \leftarrow k(value) + a$

Fim

Algoritmo AP2 Propagação de tag numa comunidade C de n tags, de valor a (PropagarComunidade)

O processo de recomendação através das *tags* compara (Figura 23) as *tags* existentes no modelo de *tags* do utilizador com as existentes no modelo de *tags* do POI, fazendo uma recomendação, de acordo com o maior número de coocorrências e peso específico de cada uma *tag* (5).

$$(5) \quad ValorAssociacUtilizadorPOI = \sum_{i=1}^n PesoTagCoocorrência(i)$$



Figura 23 – Hierarquização dos POI para um utilizador de acordo com as tags

Na solução proposta para esta arquitetura, as *tags* para um utilizador são inferidas através da interação com um conjunto de várias *tags* diferentes, que podem ser utilizadas para expressar uma opinião. O algoritmo utilizado para recomendar com base nas *tags* associadas ao utilizador é apresentado de seguida.

Algoritmo SR5 Recomendar POI através das tags

Por cada $p \in \text{POI}(k)$, **repetir**

Se $(p(\text{classe}) \notin \text{classes_a_remover})$

Por cada $poi \in c(pois)$, **repetir**

 Recomendar($poi, \text{ValorAssociacUtilizadorPOI}(poi)$)

Fim

Fim

Fim

Algoritmo SR3 Recomendar POI através das tags

Esta técnica pode ser utilizada como um fator de desempate, face a redundâncias que poderão acontecer com as outras técnicas englobadas no sistema de recomendação.

4.4.1.5. Modelo Sociedade

Na arquitetura proposta, o modelo de sociedade desempenha o papel de relacionamento e integração dos utilizadores com a sua envolvente mais ou menos próxima. O peso atribuído a esta técnica é inferior, pois apesar deste tipo de técnicas baseadas nos comportamentos em rede ser muito popular, é indesmentível a dificuldade em relacionar a recomendação colaborativa com as características intrínsecas e pessoais dos utilizadores.

Esta técnica é composta por duas abordagens distintas, a abordagem social que se baseia na premissa de que se alguém é amigo de outro, ambos terão gostos similares, o que

nem sempre se verifica, e a abordagem comunitária que se baseia na detecção de preferências dos restantes utilizadores existentes no sistema.

Este é um modelo que deve ser estendido para comportar novas abordagens baseadas numa representação não individualizada de um utilizador, ou seja num modelo que permita definir um utilizador como uma entidade integrante de algo maior que influencia as suas preferências. Esta abordagem permite caracterizar um utilizador ao mesmo tempo como um todo e uma parte. Esta modelação permite comparar um utilizador a um *holon* e o mundo que o rodeia a um sistema holónico de uma forma simples (Koestler, 1967).

Devido às questões referidas atrás, este modelo tem um peso de 2 no processo global de recomendação.

4.4.1.6. Modelo Social

Para a integração da componente social, considerou-se a base teórica de que, se alguém é amigo de outro, ambos terão facetas e características similares, o que de facto, raramente acontece. Mas neste caso, optou-se por encontrar de entre os amigos aqueles que terão características similares, esta classificação efetuou-se à custa do perfil genérico, das *tags* e dos níveis de funcionalidade. A intenção é fazer sentir a influência das opções de alguém que tem características muito similares, ao invés de se considerar apenas uma relação de amizade. Com certeza que eliminando a similaridade, os resultados seriam diferentes, apesar de se verificar com uma elevada frequência que os amigos têm uma influência significativa nos processos de decisão, nomeadamente no que concerne a opção em caso de indecisão.

Segue-se o algoritmo de cálculo de similaridade entre utilizador e amigos.

Algoritmo SUA1 Cálculo da similaridade entre o utilizador U e os seus amigos

Para cada $a \in Amigos(U)$, **repetir**

Para cada $p1 \in Perfil(a)$, **repetir**

Para cada $p2 \in Perfil(U)$, **repetir**

Se $(p1 = p2)$

$Contabilizar(n)$

Fim

Fim

Fim

$$Sp \leftarrow \frac{n}{n(Perfil(a)) + n(Perfil(U))}$$

Para cada $t1 \in Tags(a)$, **repetir**

Para cada $t2 \in Tags(U)$, **repetir**

Se $(t1 = t2)$

$Contabilizar(n)$

Fim

Fim

Fim

$$St \leftarrow \frac{n}{n(Tags(a)) + n(Tags(U))}$$

$$Sf \leftarrow \frac{Sp + St}{2}$$

Fim

Ordenar($Amigos(U), Sf$)

Algoritmo SUA1 Cálculo da similaridade entre o utilizador U e os seus amigos

O fator Sf , considerado como similaridade, será considerado para a ordenação do grupo de amigos, de forma a que se considere uma influência superior naqueles que se consideram mais próximos.

Algoritmo SR6 Recomendar POI através de do modelo social

Para cada $a \in \text{AmigosOrdenados}(U)$, **repetir****Por cada** $poi \in \text{JáVisitou}(a)$, **repetir****Se** $(poi(\text{classe}) \notin \text{classes_a_remover})$ $Rs \leftarrow \text{Recomendar}(poi, Sf)$ **Fim****Fim****Fim**

Algoritmo SR6 Recomendar POI através de do modelo social

4.4.1.7. Modelo de comunidade

O modelo de comunidade é representado visualmente por uma rede pesada de POI alimentada (Figura 23) pelas interações dos utilizadores do sistema. O principal propósito é o facto de se poder descobrir padrões de interações não antecipados, ou seja, relacionamentos entre POI não esperados. Essa descoberta de conhecimento faz-se sentir no Sistema de Recomendação.

O MC presente no sistema procede à recolha de dados, sendo, no final da sessão efetuada a atualização, devido ao facto de se relacionarem conjuntos de POI e não um POI de forma singular.

O desenvolvimento deste MC baseou-se no modelo proposto em (Jennings *et al.*, 1993) baseado numa rede neuronal utilizada para a modelação do utilizador, na qual os nós representam palavras-chave relacionadas com itens e as relações representam a coocorrência de dois desses itens, todos com alguma relação com o utilizador atual.

O MC permite a identificação de padrões relativos à comunidade inteira de utilizadores. É representado visualmente por uma rede pesada de POI alimentada pelas recomendações efetuadas à comunidade de utilizadores do sistema.

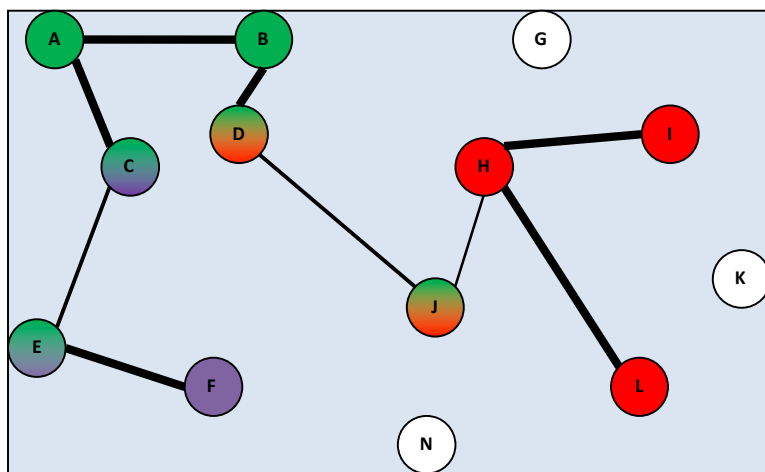


Figura 24 – Representação de um Modelo de Comunidade

Os nós presentes no MC (Figura 24) representam os POI, que foram mais recomendados. Os padrões representados pelas diferentes cores dos nós referem-se ao agrupamento (*clustering*) geográfico dos POI.

No exemplo apresentado (Figura 24), existem três grupos (*clusters*) de POI, que podem corresponder a zonas da cidade de maior concentração de locais de interesse (centro histórico, zona nova, etc.). Os nós brancos podem corresponder a POI mais isolados e com menos importância no panorama global do sistema (por exemplo com menos recomendações). A ligação entre nós significa a frequência com que os dois POI ligados foram relacionados em recomendações geradas/escolhidas. Essa operação apresenta-se de seguida, num exemplo de um MC U , de tamanho n , com um número de k POI nele introduzidos. As energias de cada nó e ligação (e_i e e_{ij} , respetivamente) são dadas por $p(valor)$ na sua forma absoluta e por $p(racio)$ na sua forma relativa. N_c diz respeito ao número de ligações válidas entre os k nós introduzidos.

Algoritmo MC_nó - Propagação de um POI p

Se ($p \notin U$)

$$p(valor) \leftarrow 1$$

$$p(racio) \leftarrow \frac{1}{x \in U, \sum_1^n x(valor)}$$

Senão

$$p(valor) \leftarrow p(valor) + 1$$

$$p(racio) \leftarrow \frac{p(valor)}{x \in U, \sum_1^n x(racio)}$$

Fim

Para cada $x \in U$, **repetir**

$$x(racio) \leftarrow \frac{x(valor)}{y \in U, \sum_1^n y(valor)}$$

Fim

Algoritmo MC_nó - Propagação de um POI

A variável *valor* representa o peso absoluto do nó ou relação dentro do MC e é representado e evoluído com um valor inteiro. O *rácio* (ou valor relativo) representa igualmente o peso do nó ou da relação, mas de forma relativa, ou equilibrada, em relação ao resto do MC e é representado por um número de vírgula flutuante. A existência destes dois tipos de valores possibilitará a ocorrência de diferentes tipos de análises aos dados do MC, ou seja, respetivamente a importância de um POI no modelo e a importância da relação entre POI.

Algoritmo MC_ligação - Propagação das ligações entre POI

$\text{Combinações}(k) \leftarrow Nc = (x - 1) + (x - 2) + \dots + (x - (x - 1))$

De 1 até Nc , repetir

Se ($c_{ab} \notin U$)

$c_{ab}(\text{valor}) \leftarrow 2$

$c_{ab}(\text{racio}) \leftarrow \frac{2}{a(\text{valor}) + b(\text{valor})}$

Senão

$c_{ab}(\text{valor}) \leftarrow c_{ab}(\text{valor}) + 1$

$c_{ab}(\text{racio}) \leftarrow \frac{c_{ab}(\text{valor})}{a(\text{valor}) + b(\text{valor})}$

Fim

Fim

Algoritmo MC_ligação - Propagação das ligações entre POI

Em relação à função de ativação dos nós e das suas ligações, e embora o sistema de recomendação dê uma importância baixa a este componente (o modelo global de sociedade tem peso 2 no sistema de recomendação), as mesmas apresentam-se de seguida. Com estas funções, o sistema saberá quais são os nós e ligações mais importantes, e com isso poderá executar as ações correspondentes.

Algoritmo MC_AtivaçãoNó - Condição de ativação de um nó k

$k(\text{racio}) > \text{threshold}(U)$

Algoritmo MC_AtivaçãoNó - Condição de ativação de um nó k

Algoritmo MC_AtivaçãoLigação - Condição de ativação de uma ligação ab

$ab(\text{racio}) > \text{threshold}(U)$

Algoritmo MC_AtivaçãoLigação - Condição de ativação de uma ligação ab

Em ambos os casos, a ativação de um nó ou ligação é feita com base na sua importância relativamente à rede inteira, através do uso de um limiar (*threshold*) dessa mesma importância.

Algoritmo SR7 Recomendar POI através do modelo de sociedade

Para cada $a \in \text{AmigosOrdenados}(U)$, **repetir**

Por cada $poi \in \text{JáVisitou}(a)$, **repetir**

Se ($poi(\text{classe}) \notin \text{classes_a_remover}$)

$R_s \leftarrow \text{Recomendar}(poi, S_f)$

Fim

Fim

Fim

Por cada $poi \in \text{ModeloComunidadeOrdenado}$, **repetir**

Se ($poi(\text{classe}) \notin \text{classes_a_remover}$)

$R_c \leftarrow \text{Recomendar}(poi, poi(\text{posição}))$

Fim

Fim

Recomendar ($R_s \cap R_c$)

Algoritmo SR7 Recomendar através de do modelo de sociedade

4.4.2. Aprendizagem

Um SR depende em larga medida da qualidade do conhecimento que dispõe para produzir resultados que possam ir ao encontro das necessidades e gostos dos utilizadores. Como essas necessidades e gostos estão muitas vezes diretamente relacionadas com o tempo e o espaço, torna-se fulcral incorporar um mecanismo capaz de aprender e evoluir.

No caso deste trabalho em particular, a aprendizagem é um fator importante, pois a modelação de um dado utilizador é muito volátil, devido às mais diversas condicionantes que rodeiam qualquer ser humano.

É também importante permitir a inclusão da aprendizagem que provém da opinião de cada utilizador sobre as recomendações e acerca de cada POI, permitindo que o sistema de classificação de POI evolua quase para um sistema distribuído e baseado na comunidade.

A aprendizagem pode ser dividida em duas fases. Numa primeira fase os vários modelos e submodelos são alimentados com conhecimento de acordo com as técnicas descritas na secção 4.4.1. Numa segunda fase a aprendizagem tem um papel de assegurar a evolução que permita manter os diversos modelos atualizados.

4.4.2.1. Aprendizagem na modelação de utilizadores

O Sistema baseado na arquitetura descrita anteriormente, capta novo conhecimento ao longo do seu tempo de vida, quer com as interações dos utilizadores, nomeadamente, através das *tags*, quer a partir do modelo de sociedade que vai evoluindo ao longo do tempo, de acordo com a nova integração de conhecimento.

O modelo emocional é um dos componentes onde a aprendizagem é mais importante, pois muito facilmente e num curto espaço de tempo um utilizador pode vivenciar emoções distintas perante situações semelhantes, devido a um qualquer estímulo externo que provoque uma alteração do seu humor.

Esta aprendizagem permite criar um modelo dinâmico personalizado dos utilizadores. Por exemplo, pode evoluir, devido ao surgimento de uma qualquer patologia ou limitação de entre aquelas consideradas neste trabalho. Assim, os resultados de recomendação vão sendo refinados a partir das alterações de conhecimento base que alimenta os algoritmos das diversas técnicas/mecanismos.

4.4.2.2. Aprendizagem na modelação de POI

A classificação inicial dos POI é efetuada de acordo com um conjunto de premissas relacionadas, quer com os perfis genéricos, quer com as questões da acessibilidade que são

consideradas neste trabalho, para assim permitir modelar o POI em função dos utilizadores e das questões fundamentais que têm de ser verificadas num POI para este ser ou não recomendado a determinado turista. Esta classificação inicial é efetuada para evitar um *cold start* da aplicação. Após esse arranque, a aplicação é capaz de incorporar as classificações dos POI efetuadas por cada utilizador, num processo de aprendizagem distribuído e comunitário que permite fazer evoluir o modelo de cada POI, de acordo com as perceções individuais de cada um na comunidade.

4.4.2.3. Aprendizagem na modelação de Sociedade

A modelação da sociedade evolui de forma constante nos seus dois submodelos específicos, o social e o de comunidade.

O modelo social evolui naturalmente através da integração no modelo de novas preferências do círculo próximo de relacionamentos de um dado utilizador. Quanto ao modelo de comunidade, depende das recomendações que vão sendo efetuadas aos utilizadores. Na figura 25 é representado um diagrama ilustrativo da evolução a partir do diagrama representado na figura 24, se o mesmo recebesse os seguintes parâmetros: POI {M, A, C}.

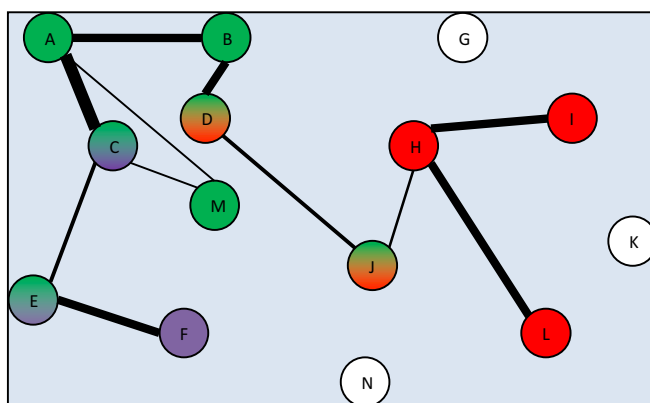


Figura 25 – Representação de um modelo de comunidade com evolução

As alterações produzidas no modelo são as seguintes:

- A ligação entre A e C cresceu;
- O nó M foi criado;
- Foram criadas duas ligações iniciais desse novo ponto M para os nós A e C.

As alterações referidas anteriormente permitem manter o MC atualizado, para que reflita claramente o estado atual da comunidade.

4.5. Interface

O Sistema proposto neste trabalho baseia-se na arquitetura genérica de três camadas definidas na secção 3.1. A camada de interface é a responsável por todas as interações com o utilizador, seja através da aquisição do diverso conhecimento que se encontra presente na camada Conhecimento, seja através da disponibilização aos utilizadores, dos resultados do processamento efetuado pela camada de raciocínio.

Apesar de não ser o *core* que define o desempenho da proposta, a interface desempenha um papel fundamental, pois providencia a interação entre o sistema e os utilizadores, logo se esta não for do agrado dos mesmos em termos de usabilidade e acessibilidade, isso influenciará a perceção geral da comunidade.

Como a interação com a aplicação é utilizada para extrair conhecimento acerca dos utilizadores é deveras importante que esta não cause qualquer efeito menos positivo nos mesmos, condicionando o processo.

4.5.1. Acessibilidade Digital

Tal como já foi referido na secção 3.3 do estado da arte, o conceito de acessibilidade em meios digitais é definido (Cavender *et al.*, 2011) como estando relacionado com a criação

de interfaces com o utilizador que sejam perceptíveis e, como tal, facilmente utilizados por pessoas com alguma limitação, provocada pelas suas questões físicas e/ou intelectuais.

A evolução dos meios digitais nas últimas décadas tem sido acompanhada do aparecimento de um conjunto crescente de preocupações relacionadas com a exclusão a que determinadas faixas da população estão votadas no acesso à *web*, devido às suas deficiências físicas e/ou intelectuais.

Tal como se pode observar na Figura 26, este sistema reveste-se de interações simples entre utilizador e o sistema. O sistema proposto tem um processo de desenvolvimento associado que permite respeitar um conjunto de diretrizes presentes na Web Content Accessibility Guidelines (WCAG20) definida pela W3C, nomeadamente:

- Texto alternativo nas imagens;
- Os cabeçalhos estão definidos de forma hierárquica;
- Os metadados identificam com clareza os conteúdos e os propósitos da página;
- O atributo *Lang* está preenchido permitindo, assim, marcação do idioma principal da página;
- Cumpre os standards W3C (X)HTML + CSS;
- Os formulários têm as etiquetas atribuídas e o atributo *title* preenchido.

Perfil de Utilizador/Turista

Nome *

Email *

Idade *

Genero *

Nacionalidade *

Ordene cada grupo de 4 imagens seguintes de acordo com as suas preferências, arrastando as imagens(mais interessante à esquerda).



Indique o seu nível aproximado de funcionalidade em relação aos itens físico/mentais indicados.

0 - Tem um nível baixo funcionalidade em relação ao item.

100 - Tem um nível alto funcionalidade em relação ao item.

Locomoção: 0

Visão:

Audição: 0

Questões Mentais/Intelectuais: 0

Figura 26 – Protótipo da aplicação

4.6. Súmula do Capítulo

Este capítulo propõe uma arquitetura para o desenvolvimento de um SR híbrido composta por três camadas: conhecimento, raciocínio e interface. Esta proposta está enquadrada no passo relativo ao planeamento e desenvolvimento, descrito na metodologia delineada para este trabalho.

A camada de conhecimento divide-se em três grandes componentes: a modelação de utilizador que é composta por vários submodelos relacionados com o tipo de dados e conhecimento gerado, nomeadamente, os modelos de funcionalidade, o modelo emocional,

o modelo de perfis genéricos, e o modelo de *tags*, podendo cada um ser descrito da seguinte forma:

- O modelo de funcionalidade está relacionado com os níveis funcionalidade que cada utilizador tem em relação a um conjunto de limitações ou deficiências abordadas neste trabalho, tais como: as limitações locomotoras, de visão, auditivas e outras de cariz intelectual;
- O modelo emocional está relacionado com as emoções que os utilizadores demonstram quando confrontados com determinados estímulos, o que permite adquirir novo conhecimento sobre as preferências do mesmo;
- O modelo de perfis genéricos estabelece uma relação entre cada utilizador e um conjunto de perfis genéricos predefinidos pelo Turismo de Portugal;
- O modelo de *tags* permite caracterizar os utilizadores, de acordo com um conjunto de *tags* que estes vão introduzindo no sistema e que são representativas dos seus gostos e preferências;

O modelo de POI proposto é composto por um modelo de acessibilidade, um modelo de perfis genéricos e um modelo de *tags*.

- O modelo de acessibilidade está relacionado com os níveis de acessibilidade que cada POI tem em relação a um conjunto de limitações ou deficiências abordadas neste trabalho, tais como: as limitações locomotoras, de visão, auditivas e outras de cariz intelectual;
- O modelo de perfis genéricos estabelece uma relação entre as características de cada POI e um conjunto de perfis genéricos predefinidos pelos Turismo de Portugal;
- O modelo de *tags* permite caracterizar os POI, de acordo com um conjunto de palavras representativas das suas características intrínsecas;

O modelo de sociedade é composto pelo modelo social, que regista as preferências de cada indivíduo que seja amigo do utilizador atual e pelo modelo de comunidade que regista as interações e preferências dos restantes membros da comunidade aplicacional.

A camada de raciocínio é composta por mecanismos de recomendação turística e por mecanismos de aprendizagem dedicados aos diversos modelos existentes na camada de conhecimento descrita anteriormente.

O mecanismo de recomendação é um sistema híbrido composto por um conjunto de algoritmos baseados no conhecimento existente da camada de conhecimento que processam esse mesmo conhecimento, de acordo com as regras e pesos relativos definidos. Cada uma das técnicas utilizadas (modelo funcionalidade/acessibilidade, modelo emocional; modelo perfis genéricos, modelo de *tags* e modelo de sociedade) tem um peso distinto, conforme a importância que se pretende dar a cada modelo no processo de recomendação geral.

Cada um destes modelos assenta num conjunto de algoritmos que permitem obter uma recomendação, de acordo com as suas regras particulares de processamento de conhecimento.

Os resultados globais do mecanismo de recomendação são obtidos através da aplicação do peso específico de cada modelo/componente aos resultados gerados por cada um de forma individualizada.

O mecanismo de aprendizagem serve para processar dados de vários tipos e provenientes de várias fontes para alimentar a camada de conhecimento, mantendo-a atualizada. Praticamente todos os modelos referidos na camada de conhecimento podem ser alterados/melhorados pela incorporação de novo conhecimento gerado por esta camada.

A camada de interface disponibiliza a forma de interação com os utilizadores, de acordo com um conjunto de regras de usabilidade e acessibilidade digitais que permitam melhorar a experiência do utilizador.

Com esta arquitetura, pretendeu-se criar uma abordagem evolutiva, flexível, capaz de considerar informação importante para o processamento do SR. Em paralelo é fundamental que esse processamento respeite as preferências (nas mais variadas vertentes que o sistema conheça) e limitações/deficiências de cada um em particular.

5. Caso de Estudo e avaliação de resultados

A avaliação dos resultados obtidos através da recolha de dados produzidos pelos utilizadores do protótipo, é uma das fases da metodologia de investigação proposta quando este trabalho foi delineado. Este processo implica a observação dos resultados obtidos, através de métodos estatísticos que permitam extrair conhecimento útil para as conclusões a retirar de todo este processo.

A criação de amostras representativas que possam abranger as várias questões de funcionalidade/incapacidade incorporadas no protótipo (secção 3.3) revelou-se um problema bastante complexo, pois como se pode observar pela introdução efetuada no capítulo três, os dados do CENSOS de 2001 existem cerca de 6.1% de pessoas em Portugal com diagnósticos relacionados com algum tipo de deficiência. Por exemplo, cerca de 1,5% (INE - Informação à Comunicação Social fevereiro de 2002) da população residente em território nacional padece de deficiência motora (sendo esta a questão escolhida para testar o protótipo), o que torna a criação de uma amostra representativa da população, um processo complicado.

Neste capítulo será descrito qual o processo de recolha e avaliação de resultados para que se torne possível retirar conclusões acerca dos objetivos definidos e de que forma é possível responder às questões de investigação consideradas.

5.1. Objetivos

Num caso de estudo, a formulação da questão deve identificar o objetivo e explicitar o objeto do trabalho de investigação. A formulação da questão deve ser o mais precisa e cuidada possível, já que todas as restantes fases do trabalho vão ser influenciadas pelo modo como a questão for colocada (Yin, 1994; Martins, 2003).

A questão central que orientou o trabalho foi a seguinte:

“Será possível conceber um sistema híbrido de recomendação turístico inovador, que permita relacionar a representação do conhecimento, preferências e handicaps físicos e/ou psicológicos do turista com um Modelo de representação de Pontos de Interesse (POI) dinâmico, de forma a adequar as ofertas turísticas e melhorar a satisfação do turista?”

Para escolher que tipo de dados é necessário recolher, foi essencial definir as proposições (Yin, 1994). Cada proposição centra-se diretamente sobre um aspeto relevante da investigação escolhida (Yin, 1994; Martins, 2003).

Para este trabalho, a seguinte proposição é suficientemente específica para analisar a questão proposta:

A avaliação da definição adequada de classificação dos turistas e de POI e de uma arquitetura para a implementação de um sistema híbrido de recomendação que tome em consideração os handicaps físicos e psicológicos do turista e que permita apoiar e melhorar a satisfação e a inclusão dos turistas é mensurável através da observação dos atores principais do processo de inovação, ou seja, turistas e promotores turísticos a sua interação com a tecnologia.

5.2. Participantes

Os participantes de estudo estão divididos em dois grandes grupos, o grupo experimental (pessoas com diversos *handicaps* físicos e/ou intelectuais) e o grupo de controlo (sem *handicaps* físicos e intelectuais).

A criação destes dois grupos distintos surge da necessidade de manter o processo controlado, ou seja, existe a necessidade de comparar os resultados dos mecanismos propostos em indivíduos que padeçam das limitações consideradas, mas também em indivíduos isentos dessas deficiências para permitir retirar conclusões acerca do diferente comportamento de ambos, quando estão perante a necessidade de tomar decisões em que o seu estado físico e/ou mental possa ter influência, como é o caso de escolhas do tipo turístico.

5.3. Metodologia

De acordo com a proposição definida, seleccionaram-se ferramentas de recolha de dados que permitissem responder à questão formulada. Todos os dados devem ser guardados numa folha de cálculo, tendo em seguida que ser importados para uma aplicação de tratamento estatístico de dados, como o SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*).

Da mesma forma, foi definido um planeamento em fases para a aplicação das ferramentas, essencialmente de acordo com o seguinte plano:

Numa primeira fase, foram definidas as amostras necessárias para a condução da experiência, tendo sido decidida a criação de duas amostras de conveniência: grupo experimental (pessoas com diversos *handicaps* físicos e/ou psicológicos) e grupo de controlo (sem *handicaps* físicos e psicológicos);

A segunda fase é composta pela realização de inquéritos para recolher os dados necessários dos turistas do grupo experimental e de controlo para instanciar as variáveis do

Modelo do turista da plataforma desenvolvida. Nesta fase é também necessário recolher informação acerca de conjunto de Pontos de Interesse da cidade do Porto que permita a sua classificação nas vertentes já definidas no capítulo anterior.

A terceira fase corresponde à utilização do protótipo pelo grupo experimental e de controlo.

Por fim, a quarta e última fase consiste na realização de um inquérito para avaliar a adequação, usabilidade, aceitação, e satisfação de algumas funcionalidades do protótipo, fundamentalmente da recomendação produzida.

5.3.1. Obtenção e incorporação de feedback dos utilizadores no processo de estudo

O processo de estudo necessita de um conjunto de ferramentas (descritas de seguida) que permitam aos indivíduos envolvidos dar o seu *feedback* acerca dos vários componentes tecnológicos disponibilizados para a recolha de dados e também acerca dos resultados produzidos pelo sistema de recomendação.

Este processo de recolha das reações e opiniões dos utilizadores desempenha um papel importante na avaliação do modelo proposto.

5.3.1.1. Inquérito de satisfação com a plataforma implementada

Este trabalho disponibiliza uma plataforma web de interação com o grupo que participa neste estudo. Tal como foi abordado na secção 3.3, a acessibilidade digital é uma das maiores preocupações existentes nos dias de hoje com a enorme explosão de sistemas baseados na internet, pois muitos destes sistemas têm um baixo nível de acessibilidade para utilizadores portadores de alguma deficiência física e/ou intelectual.

Para verificar e registar a opinião dos utilizadores do protótipo é disponibilizado um inquérito (Figura 27) que permite ao utilizador identificar de forma simplificada quaisquer dificuldades que tenham tido no uso da plataforma.

Inquérito de satisfação com a plataforma

Qual o seu grau de satisfação com a plataforma?



Como avalia a acessibilidade da plataforma?



GUARDAR

Figura 27 – Inquérito de satisfação com a plataforma

5.3.1.2. Inquérito de satisfação com a Recomendação Turística Obtida

A implementação de um sistema híbrido de recomendação implica a definição de um mecanismo para que os utilizadores possam dar a sua opinião acerca dos resultados de recomendação turística propostos.

Esta tarefa é levada a cabo através de um questionário (Figura 28) presente na plataforma que permite ao utilizador introduzir a sua opinião acerca da qualidade da recomendação turística efetuada, quer em termos de solução geral, quer em termos de cada POI sugerido, permitindo ao utilizador indicar quais eliminaria da solução proposta.

Inquérito de satisfação com a Recomendação

Qual o seu grau de satisfação com os resultados de recomendação?



Eliminava algum dos POI que lhe foram sugeridos? Se sim por favor seleccione da lista abaixo:

Torre dos Clérigos: ☒

Ponte D. Luís ☐

Sé do Porto ☐

Funicular dos Guindais: ☐

GUARDAR

Figura 28 – Inquérito de satisfação dos resultados da Recomendação

5.4. Simulação do Protótipo

Nas subsecções seguintes vai ser efetuada uma simulação de demonstração da potencial utilização do protótipo, respetivos componentes e mecanismos para se avaliar a arquitetura proposta no capítulo anterior. Este processo de simulação é independente do processo descrito anteriormente para a recolha e avaliação de dados, num contexto em que fosse possível recolher as amostras de população descritas.

Para o desenvolvimento desta simulação, foi considerada uma amostra genérica de 200 indivíduos com ou sem qualquer patologia de onde foram extraídos os cerca de 6% de população portadora de algum tipo de limitação, de acordo com o gráfico da figura 11 (capítulo 4 deste documento).

5.4.1. Modelação de Utilizadores

A modelação de utilizadores, de acordo com as características individuais de cada um, é um passo fundamental na criação do conhecimento necessário para que o SR seja capaz de produzir resultados adequados.

A caracterização do turista no protótipo começa por recolher um conjunto de dados básicos (tabela 17) através de formulários (Figura 25 presente na secção 4.5.1). No caso particular desta simulação, foi efetuada uma distribuição, de acordo com os dados genéricos presentes no documento de estatísticas demográficas de 2014 (INE, 2015), onde 14,4% são jovens, 65,3% são indivíduos em idade ativa e 20,3% são idosos. Em termos de distribuição referente ao género, o mesmo documento refere uma distribuição de cerca de 48% para homens e 52% para mulheres (para esta amostra convencionou-se uma distribuição equitativa entre géneros).

Nome	Idade	Género	Nacionalidade
Utilizador1	20	M	PT
Utilizador 2	60	F	PT
Utilizador 3	40	F	PT
Utilizador 4	50	M	PT
Utilizador 5	30	M	PT
Utilizador 6	80	M	PT
Utilizador 7	21	F	PT
Utilizador 8	18	F	PT
Utilizador 9	75	M	PT
Utilizador 10	35	M	PT
Utilizador 11	30	F	PT
Utilizador 12	18	M	PT

Tabela 17 – Dados básicos dos turistas

No formulário da Figura 25 presente na secção 4.5.1 é solicitado ao utilizador que indique os seus níveis de funcionalidade para os quatro tipos de limitações considerados (Tabela 18), sendo que este valor varia entre zero (quando o utilizador tem um nível de funcionalidade relacionado com determinada limitação muito baixo) e um (quando o nível de funcionalidade é elevado por não se verificar a existência da limitação).

Utilizadores/Limitações	Locomoção	Visão	Audição	Mentais e Outras
Utilizador1	1	1	1	1
Utilizador2	0.3	1	0.8	1
Utilizador3	0.1	1	1	0.2
Utilizador4	1	0.4	1	1
Utilizador5	1	1	1	0.8
Utilizador6	1	0.5	1	1
Utilizador7	0.6	1	1	1
Utilizador8	1	0.3	1	0.5
Utilizador9	1	1	0.4	1
Utilizador10	1	1	1	0.5
Utilizador11	1	0.6	1	1
Utilizador12	1	1	1	0.4

Tabela 18 – Níveis de Funcionalidade dos turistas

A distribuição em termos de limitações efetuada na tabela anterior, foi baseada no já referido gráfico da figura 11 (ver capítulo 4) que distribui as limitações da seguinte forma: 0,8% - limitação auditiva, 1,6% limitação visual, 0,8% limitação mental e paralisia cerebral, 1,5% limitação motora e 1,4% outra). Por questões de conveniência, considerou-se, então, na amostra de 12 indivíduos com limitações extraídos da amostra original, 2 com limitação auditiva, 4 com limitação visual, 3 com limitação motora e 5 com limitação mental/paralisia

cerebral e outras (optou-se pela junção da percentagem referente a outras limitações ao grupo de limitações mental/paralisia cerebral).

Nesse mesmo formulário (Figura 25 presente na secção 4.5.1) o utilizador organiza quatro conjuntos de imagens (em cada conjunto existe uma imagem relacionada com cada perfil genérico considerado). A posição de cada imagem num conjunto tem determinado valor (1, 0,75, 0,5, 0,25). A média dos valores, associados às posições onde cada uma das imagens relacionadas com os perfis genéricos nos quatro conjuntos, dita a relação entre determinado utilizador e um perfil genérico (quanto mais alto o valor, maior a relação) (tabela 19).

Utilizadores/Perfis Genéricos	Natureza	Negócios	Gastronomia	CityBreaks
Utilizador1	0.5	0	0.5	1
Utilizador2	0.2	1	1	0.6
Utilizador3	0.6	0.4	0.8	1
Utilizador4	1	0.9	1	0.2
Utilizador5	0.9	0.6	1	0.2
Utilizador6	0.2	1	0.6	0.9
Utilizador7	0.4	0.1	1	1
Utilizador8	1	0.5	0.6	0.9
Utilizador9	1	0.5	0.9	0.5
Utilizador10	0.5	1	0.4	1
Utilizador11	0.8	0.2	1	1
Utilizador12	1	1	0.6	0.3

Tabela 19 – Relação de cada Turista com os perfis genéricos considerados

Numa outra zona do protótipo (Figura 18 presente na secção 4.3.1.3) é recolhida a informação relativa às reações emocionais dos utilizadores, quando colocados perante

imagens representativas das classes de POI (exemplo: Monumentos, Parques Naturais, etc.). Este processo de detecção, consegue identificar quatro emoções (*angry*, *sad*, *happy*, *surprised*) variando cada uma delas entre zero (0) e um (1). A aplicação da fórmula definida na secção 4.3.1.3 permite que o valor final da reação emocional a cada classe de POI varie entre menos um (-1) e um (1) (Tabela 20).

Utilizadores/Classes POI	Monumentos	Parques Naturais
Utilizador1	-0.5	0.8
Utilizador2	1	0.2
Utilizador3	1	1
Utilizador4	0.2	0.4
Utilizador5	0.6	0.8
Utilizador6	1	-0.4
Utilizador7	0.4	0.6
Utilizador8	0.8	1
Utilizador9	0.2	0.2
Utilizador10	1	0.4
Utilizador11	-0.2	1
Utilizador12	1	1

Tabela 20 – Reação emocional dos turistas

5.4.2. Modelação de POI

A modelação dos POI, de acordo com as características de cada um, é também muito importante, pois tal como na modelação dos utilizadores, permite a criação do conhecimento necessário para que o SR seja capaz de produzir resultados adequados.

Os POI estão divididos em diversas classes (Tabela 21), de acordo com as suas características

POI	POI Classe Monumentos	POI Classe Parques Natureza
POI1	X	
POI2	X	
POI3		X
POI4		X
POI5	X	

Tabela 21 – Caracterização dos POI em relação aos perfis genéricos considerados

Inicialmente os POI são relacionados com os perfis genéricos (Tabela 22) através de uma avaliação empírica que evoluirá de acordo com a aprendizagem efetuada a partir do feedback dos utilizadores. Tal como na modelação de utilizadores varia entre zero e 1, sendo que zero significa relacionamento inexistente e um relacionamento forte entre um dado utilizador e um perfil genérico.

POI	Natureza	Negócios	Gastronomia	CityBreaks
POI1	0,5	0	0,5	1
POI2	0	1	1	0,8
POI3	1	0	0	0
POI4	0,8	0,4	0,8	0
POI5	0,2	0,8	0,6	1

Tabela 22 – Caracterização dos POI em relação aos perfis genéricos considerados

Os níveis de acessibilidade dos POI (Tabela 23) são inicialmente definidos através de uma avaliação de determinadas variáveis (abordadas na secção 3.4 deste trabalho) que permitem obter um valor (média de todas as variáveis) que varia entre zero (quando o POI tem um nível de acessibilidade relacionado com determinada limitação muito baixo) e um (quando o nível de acessibilidade é elevado, por não se verificar nenhum entrave).

POI	Locomoção	Visão	Audição	Mentais
POI1	0,9	1	1	1
POI2	1	1	0,5	0,5
POI3	0,2	0,5	1	1
POI4	0,4	1	1	0,5
POI5	0,8	0,4	0,3	1

Tabela 23 – Caracterização dos níveis de acessibilidade dos POI

5.4.3. Recomendação

O processo de recomendação inicia-se com a geração de recomendações locais (Tabela 24) em cada subprocesso considerado, a referir funcionalidade/acessibilidade, perfis genéricos, emocional, tags e sociedade.

Inicialmente, apenas os três primeiros referidos atrás são utilizados, devido à inexistência de dados que tornem o modelo de tags e de sociedade relevantes.

Sempre que um dado utilizador não seja portador de qualquer limitação, ou seja, tenha todos os níveis de funcionalidade com valor um, este modelo não é usado no processo de recomendação, pois tal seria irrelevante para este utilizador.

Na Tabela 24, podem ser observados os resultados da aplicação do algoritmo de recomendação, baseado na comparação dos utilizadores com um conjunto de perfis genéricos definidos pelo Turismo de Portugal. Estes resultados são utilizados pelo algoritmo de geração global de recomendação turística SR1 (secção 4.4.1 deste documento) em conjunto com os resultados do algoritmo de recomendação, baseado em emoções SR4 (secção 4.4.1.3 deste documento) de forma pesada (neste caso específico cada um destes modelos tem o peso relativo de 4, tal como definido na Figura 21).

Utilizadores/POI	POI1	POI2	POI3	POI4	POI5
Utilizador 1	0.375	0.325	0.125	0.2	0.35
Utilizador 2	0.3	0.62	0.05	0.34	0.51
Utilizador 3	0.425	0.5	0.15	0.32	0.48
Utilizador 4	0.3	0.515	0.25	0.49	0.43
Utilizador 5	0.2875	0.44	0.225	0.44	0.365
Utilizador 6	0.325	0.58	0.05	0.26	0.525
Utilizador 7	0.425	0.475	0.1	0.29	0.44
Utilizador 8	0.425	0.455	0.25	0.37	0.465
Utilizador 9	0.3625	0.45	0.25	0.43	0.41
Utilizador 10	0.3625	0.55	0.125	0.28	0.535
Utilizador 11	0.475	0.5	0.2	0.38	0.48
Utilizador 12	0.275	0.46	0.25	0.42	0.415

Tabela 24 – Resultados da Recomendação do modelo de perfis genéricos

Os resultados descritos na tabela 24 definem o grau de relação entre cada utilizador e o conjunto de perfis genéricos considerados. O valor obtido para cada par Utilizador/POI é o somatório das multiplicações das classificações de cada perfil genérico para cada utilizador (Tabela 19) e POI (Tabela 22).

Na Tabela 25 podem ser verificados os resultados da aplicação do algoritmo SR4 definido para o modelo Emocional (descrito na secção 4.4.1.3 deste documento). Os resultados obtidos para este algoritmo são o somatório das reações emocionais obtidas para cada utilizador/classe de POI. O algoritmo verifica se um dado POI pertence a uma dada classe e, em caso afirmativo, considera a reação percecionada para essa classe como o valor de reação emocional para esse POI.

Utilizadores/POI	POI1	POI2	POI3	POI4	POI5
Utilizador 1	-0.5	-0.5	0.8	0.8	-0.5
Utilizador 2	1	1	0.2	0.2	1
Utilizador 3	1	1	1	1	1
Utilizador 4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2
Utilizador 5	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6
Utilizador 6	1	1	-0.4	-0.4	1
Utilizador 7	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4
Utilizador 8	0.8	0.8	1	1	0.8
Utilizador 9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Utilizador 10	1	1	0.4	0.4	1
Utilizador 11	-0.2	-0.2	1	1	-0.2
Utilizador 12	1	1	1	1	1

Tabela 25 – Resultados da Recomendação do modelo Emocional

Após a obtenção dos valores de recomendação dos algoritmos locais de perfis genéricos e de emoções, é necessário gerar um plano de recomendação que seja o resultado da junção pesada dos resultados obtidos nesses mesmos modelos (Tabelas 24 e 25). O resultado dessa mesma junção pesada (no caso, cada um destes modelos tem o valor de 4 como definido na Figura 21 presente na secção 4.4.1 deste documento), podem ser observados na Tabela 26. Desta forma, obtém-se um plano genérico temporário que será de seguida melhorado pela aplicação a estes resultados do modelo de funcionalidade/acessibilidade.

Recomendação Perfis Genéricos/Emoções	POI1	POI2	POI3	POI4	POI5
Utilizador 1	-0.5	-0.7	3.7	4	-0.6
Utilizador 2	5.2	6.48	1	2.16	6.04
Utilizador 3	5.7	6	4.6	5.28	5.92
Utilizador 4	2	2.86	2.6	3.56	2.52
Utilizador 5	3.55	4.16	4.1	4.96	3.86
Utilizador 6	5.3	6.32	-1.4	-0.56	6.1
Utilizador 7	3.3	3.5	2.8	3.56	3.36
Utilizador 8	4.9	5.02	5	5.48	5.06
Utilizador 9	2.25	2.6	1.8	2.52	2.44
Utilizador 10	5.45	6.2	2.1	2.72	6.14
Utilizador 11	1.1	1.2	4.8	5.52	1.12
Utilizador 12	5.1	5.84	5	5.68	5.66

Tabela 26 – Resultados da Recomendação pesada entre o modelo Emocional e o modelo de Perfis Genéricos

A Tabela 27 contém os resultados da recomendação em termos de POI, obtidos através da ordenação dos valores da Tabela 26. Esta ordenação reflete basicamente a aplicação das preferências dos utilizadores (modelo de perfis genéricos e modelo emocional).

Utilizadores/POI	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4	Posição 5
Utilizador 1	POI4	POI3	POI1	POI5	POI2
Utilizador 2	POI2	POI5	POI1	POI4	POI3
Utilizador 3	POI2	POI5	POI1	POI4	POI3
Utilizador 4	POI4	POI2	POI3	POI5	POI1
Utilizador 5	POI4	POI2	POI3	POI5	POI1
Utilizador 6	POI2	POI5	POI1	POI4	POI3
Utilizador 7	POI4	POI2	POI5	POI1	POI3
Utilizador 8	POI4	POI5	POI2	POI3	POI1
Utilizador 9	POI2	POI4	POI5	POI1	POI3
Utilizador 10	POI2	POI5	POI1	POI4	POI3
Utilizador 11	POI4	POI3	POI2	POI5	POI1
Utilizador 12	POI2	POI4	POI5	POI1	POI3

Tabela 27 – Recomendação ordenada resultante da junção pesada entre o modelo Emocional e o modelo de Perfis Genéricos

A Tabela 28 é o resultado da aplicação do algoritmo modelo local de funcionalidade/acessibilidade (descrito na secção 4.4.1.1 deste documento). Os valores descritos são obtidos através do somatório da multiplicação entre cada classificação do utilizador para determinada limitação (apelidada neste trabalho de nível de funcionalidade) entre as consideradas e a classificação do POI para essa mesma limitação (apelidada neste trabalho de nível de acessibilidade). Se para uma dada limitação, o nível de funcionalidade do utilizador ou o nível de acessibilidade do POI for igual a 1 essa limitação não é considerada no somatório, pois não faz sentido penalizar um POI, no caso de o utilizador não ser portador de determinada limitação ou o POI não provocar qualquer dificuldade a portadores dessa mesma limitação.

Utilizadores/POI	POI1	POI2	POI3	POI4	POI5
Utilizador 1	1	1	1	1	1
Utilizador 2	0.27	0.4	0.06	0.12	0.24
Utilizador 3	0.09	0.1	0.02	0.07	0.08
Utilizador 4	1	1	0.2	1	0.16
Utilizador 5	1	0.4	1	0.4	1
Utilizador 6	1	1	0.25	1	0.2
Utilizador 7	0.54	1	0.12	0.24	0.48
Utilizador 8	1	0.25	0.15	0.25	0.12
Utilizador 9	1	0.2	1	1	0.12
Utilizador 10	1	0.25	1	0.25	1
Utilizador 11	1	1	0.3	1	0.24
Utilizador 12	1	0.2	1	0.2	1

Tabela 28 – Resultados da Recomendação do modelo Funcionalidade/Acessibilidade

Em termos de ordenação dos POI, resultante da aplicação do modelo de funcionalidade/acessibilidade, foram obtidos os resultados da Tabela 29. A posição de cada POI no vetor de resultados é muito importante, quer nos resultados deste modelo, quer nos resultados da junção pesada entre o modelo de perfis genéricos e o modelo emocional (Tabela 27), pois será a média dos índices de cada POI, em cada um destes vetores resultantes, a determinar os índices de cada POI no vetor resultado de recomendação final.

Utilizadores/POI	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4	Posição 5
Utilizador 1	POI4	POI3	POI1	POI5	POI2
Utilizador 2	POI2	POI1	POI5	POI4	POI3
Utilizador 3	POI2	POI1	POI5	POI4	POI3
Utilizador 4	POI4	POI2	POI1	POI3	POI5
Utilizador 5	POI3	POI5	POI1	POI4	POI2
Utilizador 6	POI2	POI1	POI4	POI3	POI5
Utilizador 7	POI2	POI1	POI5	POI4	POI3
Utilizador 8	POI1	POI4	POI2	POI3	POI5
Utilizador 9	POI4	POI1	POI3	POI2	POI5
Utilizador 10	POI5	POI1	POI3	POI2	POI4
Utilizador 11	POI4	POI2	POI1	POI3	POI5
Utilizador 12	POI5	POI1	POI3	POI2	POI4

Tabela 29 – Resultados ordenados de Recomendação do modelo Funcionalidade/Acessibilidade

A Tabela 30 é o resultado final de todo o processo de recomendação, após a melhoria dos resultados decorrentes da junção pesada dos modelos de perfis genéricos e emoções (Tabela 27), recorrendo aos resultados produzidos pelo modelo de funcionalidade/acessibilidade.

Utilizadores/POI	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4	Posição 5
Utilizador 1	POI4	POI3	POI1	POI5	POI2
Utilizador 2	POI2	POI1	POI5	POI4	POI3
Utilizador 3	POI2	POI1	POI5	POI4	POI3
Utilizador 4	POI4	POI2	POI3	POI1	POI5
Utilizador 5	POI3	POI4	POI5	POI2	POI1
Utilizador 6	POI2	POI1	POI4	POI5	POI3
Utilizador 7	POI2	POI4	POI1	POI5	POI3
Utilizador 8	POI4	POI1	POI2	POI5	POI3
Utilizador 9	POI4	POI2	POI1	POI3	POI5
Utilizador 10	POI5	POI1	POI2	POI3	POI4
Utilizador 11	POI4	POI2	POI3	POI1	POI5
Utilizador 12	POI5	POI2	POI1	POI4	POI3

Tabela 30 – Resultados Finais da Recomendação com aplicação dos pesos de cada modelo

Como é possível observar na Tabela 30, entre os resultados produzidos pelo processo de recomendação pesada (perfis genéricos e emoções) e o resultado de recomendação final, existe uma alteração provocada pela junção das recomendações do modelo de funcionalidade/acessibilidade. Reflete o resultado do cálculo da média dos índices entre o vetor resultante da junção das recomendações locais relacionadas com os perfis genéricos e com as emoções, com a recomendação local do modelo funcionalidade/acessibilidade (com prioridade à classificação deste em caso de empate entre médias).

Os resultados obtidos demonstram que, no vetor resultante final de recomendações para um dado utilizador, os POI pior posicionados no vetor local de recomendação do modelo funcionalidade/acessibilidade são, na maior parte das vezes, penalizados em termos de posicionamento no vetor recomendação final, o que permite garantir que os POI que

menos obstáculos colocam aos utilizadores, em termos das suas limitações próprias são recomendados primeiro.

Como exemplo do processo de aplicação dos resultados do modelo funcionalidade/acessibilidade aos resultados da junção entre os modelos de perfis genéricos e o modelo emocional, podem observar-se na Tabela 31 os índices de posição de cada POI em cada vetor resultado. Os índices de cada POI no vetor resultante final são obtidos através da média dos dois valores indicados. No caso de existirem índices resultantes iguais, estes são ordenados de acordo com a ordem no modelo de funcionalidade/acessibilidade como pode ser observado no caso de POI1 e POI5, na Tabela 31.

Utilizador 2	Índice Perfis Genéricos + Emoções	Índice Funcionalidade Acessibilidade	Média
POI1	3	2	2.5
POI2	1	1	1
POI3	5	5	5
POI4	4	4	4
POI5	2	3	2.5

Tabela 31 – Geração da recomendação final através do cálculo da média dos índices entre os 2 vetores considerados

5.4.4. Feedback e Aprendizagem

Os vários modelos de representação de conhecimento definidos na camada de conhecimento da arquitetura caraterizada na secção 4.1 evoluem ao ciclo de vida do sistema, através da incorporação de novo conhecimento, proveniente do *feedback* e interação dos utilizadores (Tabela 32) com o sistema. Esta interação e feedback permitem, nomeadamente, que os modelos de tags e de sociedade passem a ter os dados suficientes e necessários para que possam ter um papel relevante no processo global de recomendação.

Feedback/interação	Modelo afetado
Classificação POI/tags	Modelo Tags
Classificação POI/acessibilidade	Modelo Funcionalidade/acessibilidade
Interação utilizadores com plataforma (deteção de preferências)	Modelo Sociedade
Deteção de emoções	Modelo Emocional
Alteração da relação dos utilizadores com os perfis genéricos (efetuada pelos utilizadores)	Modelo de perfis genéricos

Tabela 32 – Resultados Finais da Recomendação com aplicação dos pesos de cada modelo

5.5. Súmula do Capítulo

Este capítulo efetua o enquadramento das etapas de demonstração e avaliação descritas na metodologia de investigação, através da caracterização dos testes desenvolvidos com a simulação do protótipo e da avaliação dos mesmos. Para além disto, é ainda definido um método para o estudo de um caso (com uma amostra de utilizadores representativa das questões que se pretendem avaliar neste trabalho).

Os dados obtidos, a partir da simulação do protótipo, mostram que a solução proposta, desenvolvida para implementar um sistema de recomendação híbrida que toma em consideração um conjunto muito diverso de dados e, em particular, os referentes ao nível funcionalidade dos utilizadores, apresenta ser válida.

Os resultados obtidos no processo de simulação anterior são positivos e podem ser considerados bons indicadores. Além disso, esses mesmos resultados validam a convicção de que o presente trabalho permitiu definir um novo modelo de classificação de POI (composto por vários submodelos, tal como descrito no capítulo 4 deste documento).

Os SR turísticos podem evoluir bastante na qualidade dos seus resultados do ponto de vista do utilizador se funcionar como fator de inclusão pela integração de todos, não excluindo alguém com determinada limitação da vivência de uma experiência.

A análise dos dados obtidos, sugere que uma arquitetura do tipo da que foi proposta no capítulo 4 deste trabalho é uma boa opção na implementação de SR turísticos, devido às suas capacidades intrínsecas de absorver a mudança, através da incorporação de novos dados e geração de conhecimento necessário para alimentar o SR.

Os resultados no processo de simulação também permitem suportar a tese de que o conhecimento das limitações dos utilizadores (através da definição de cada um dos os níveis de funcionalidade respetivos em paralelo com a caracterização dos níveis de acessibilidade de cada POI contribui para permitir responder à questão inerente a este trabalho de investigação e que é:

“Será possível conceber um sistema híbrido de recomendação turístico inovador, que permita relacionar a representação do conhecimento, preferências e handicaps físicos e/ou psicológicos do turista com um Modelo de representação de Pontos de Interesse (POI) dinâmico, de forma a adequar as ofertas turísticas e melhorar a satisfação do turista?”

A análise dos dados originou resultados que correspondem a indicadores fortes de que a capacidade de adaptação destas ferramentas, em relação à diversidade de limitações/deficiências e respetivas necessidades de cada utilizador consideradas neste trabalho, é fundamental para se alcançar maior eficácia e eficiência no processo de recomendação turística. Tal conclusão poderá, eventualmente, vir a ser reforçada com mais resultados com significado estatístico, se a experiência for realizada com uma amostra de maiores dimensões.

6. Conclusões

Este trabalho de investigação foi desenvolvido a partir da assunção clara de que a qualidade dos resultados de um SR depende intrinsecamente do conhecimento que este detém sobre os vários intervenientes no domínio, neste caso em particular, para o turismo sobre os utilizadores e os locais a visitar.

Com o propósito de identificar o problema e clarificar as motivações e objetivos subjacentes a este trabalho, foi desenvolvida uma revisão da literatura, envolvendo um conjunto variado de temas, desde os Sistemas de Recomendação e respetivas características, abordagens e metodologias, à modelação de Utilizadores, passando pela importância das *tags* para a caracterização dos utilizadores e respetivas preferências, e à modelação e classificação de POI, até aos enormes desafios da acessibilidade aplicada ao Turismo e aos sistemas digitais.

Em cada uma das temáticas descritas anteriormente, foram também abordadas um conjunto de técnicas, quer do ponto de vista da recolha de dados, quer do ponto de vista do processamento dos mesmos que são, normalmente, utilizadas para resolver problemas similares ao considerado neste trabalho.

Para resolver o problema e responder às motivações e objetivos já identificados e discutidos foi proposta uma nova arquitetura de um SR híbrido, capaz de produzir recomendações que levem em linha de conta tipologias de conhecimento que, normalmente, são pouco utilizadas nos SR, como por exemplo: as questões relacionadas com a dicotomia entre funcionalidade e acessibilidade ou os aspetos emocionais (percecionados e avaliados de forma automatizada), acerca dos utilizadores que permitam uma modelação computacional dos mesmos mais aproximada da realidade.

A modelação de utilizadores é, neste trabalho, efetuada através da aquisição, estruturação e processamento de dados, considerando a aplicação de vários modelos de cariz individual, como sejam o modelo de funcionalidade dos utilizadores, em relação a um conjunto de patologias de cariz físico e mental/intelectual, ao modelo de comparação com perfis genéricos predefinidos, de acordo com os características identificadas e modeladas pelo Turismo de Portugal, ao modelo de cariz emocional (através da deteção de estados emocionais) e ao modelo relacionado com a deteção de conhecimento, através do processamento de *tags* colocadas pelos utilizadores no sistema. Os dados são ainda processados, de acordo com um modelo híbrido mais genérico e relacionado com o ambiente em redor dos utilizadores, como seja o modelo de sociedade em que é inferido conhecimento, a partir das ações/preferências dos amigos de cada um (modelo social) e das interações da restante comunidade de utilizadores existente (modelo de comunidade).

Cada indivíduo é, em termos de modelação, o resultado das suas características e preferências pessoais, mas também, do condicionamento e interação natural do indivíduo com o meio envolvente, em cada momento, claramente definido no espaço e no tempo. É fundamental que esta modelação evolua através de processos estruturados de aprendizagem contínua.

A modelação de POI, neste trabalho, é efetuada recorrendo a diversos modelos, nomeadamente, o modelo de acessibilidade que a partir das necessidades específicas que

cada turista com determinada limitação tem definidas pelo Guia de Acessibilidade para Turismo (TP, 2014), permite quantificar o seu grau de adequação de cada local turístico, através da análise das suas mais diversas características que possam ser promotoras do surgimento ou não de determinada incapacidade, relacionada com as questões de cariz físico e intelectual consideradas neste trabalho. Para além do modelo de acessibilidade, o POI é caracterizado pela sua adequação a um conjunto de perfis genéricos e por um modelo relacionado com tags que permite associar um conjunto de palavras definidoras do mesmo.

O sistema de recomendação (SR) proposto neste trabalho baseia o seu processamento e geração de resultados de recomendação turística, no conhecimento obtido através dos modelos referidos anteriormente, o que permite respeitar os gostos pessoais percecionados a partir dos vários mecanismos propostos. Por comparação com perfis genéricos, por deteção e avaliação de emoções, e por caracterização das potenciais limitações físicas e intelectuais, o que permite reduzir o risco de exclusão. Para além dos mecanismos referidos, o SR é também influenciado por conhecimento proveniente do ambiente envolvente ao utilizador, através da análise das preferências, quer dos amigos, quer dos restantes indivíduos que interagem com o sistema de uma forma pesada.

Este trabalho, de acordo com o processo metodológico escolhido e já debatido em secções anteriores deste documento, levou à escrita de quatro artigos para conferências. O primeiro artigo foi submetido ao *Doctoral Symposium (KMDSS)* da CISTI 2011 - 6ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação. O segundo trabalho foi submetido ISCIES 2011 - *International Symposium on Computational Intelligence for Engineering Systems*. A terceira publicação foi na conferência C3S2E '16 - *Ninth International C* Conference on Computer Science & Software Engineering*. A última publicação foi efetuada na CIMPS 2016 - 5th International Conference on Software Process Improvement.

De seguida, serão listados os artigos publicados durante este trabalho de investigação:

1º Santos, J., & Almeida, A. (2011). Understanding and Evolving Tag Usefulness in CISTI 2011, Doctoral Symposium (KMDSS).

2º Santos, J. F. P., & Almeida, A. (2013). Web 2.0: Tagging Usefulness. In *Computational Intelligence and Decision Making* (pp. 333-343). Springer Netherlands.

3º Santos, F., Almeida, A., Martins, C., Oliveira, P., & Gonçalves, R. (2016, July). Tourism Recommendation System based in user's profile and functionality levels. In *Proceedings of the Ninth International C* Conference on Computer Science & Software Engineering* (pp. 93-97). ACM.

4º Santos, F., Almeida, A., Martins, C., Oliveira, P., & Gonçalves, R. (2016, October). Tourism Recommendation System based in User Functionality and Points-of-Interest Accessibility levels. In *International Conference on Software Process Improvement* (pp. 275-284). Springer International Publishing.

6.1. Visão Crítica

No capítulo de introdução deste trabalho foi definido que a questão fundamental a responder por este trabalho é:

“Será possível conceber um sistema híbrido de recomendação turístico inovador, que permita relacionar a representação do conhecimento, preferências e handicaps físicos e/ou psicológicos do turista com um Modelo de representação de Pontos de Interesse (POI) dinâmico, de forma a adequar as ofertas turísticas e melhorar a satisfação do turista?”

A resposta a esta questão pode ser efetuada e justificada através da análise das vantagens e desvantagens que se conseguiram identificar neste trabalho.

Em termos de vantagens foi possível verificar que esta arquitetura permite a implementação de um SR poderoso, baseado em conhecimento muito diversificado e capaz

de efetuar uma representação fiável, quer dos utilizadores, quer dos POI, que aprende através de mecanismos de recolha e tratamento de dados que são utilizados para fazer evoluir o conhecimento existente sobre todas as componentes.

Considera-se que as vantagens referidas são potenciais indutoras da confiança dos utilizadores, fator que é fundamental para a evolução durante o ciclo de vida da aplicação, pois se os utilizadores confiarem na aplicação irão interagir mais com a mesma, colaborando até através das ferramentas existentes para a evolução das diversas classificações no sistema.

Existem algumas desvantagens associadas a este tipo de sistema, como é natural em sistemas que dependem para o seu funcionamento, de dados e conhecimento, nomeadamente, a possibilidade de um *cold start*.

Outra das questões inerentes a este trabalho e que pode ser considerado um problema ou desvantagem é a dificuldade da criação da amostra de teste, devido ao facto de um dos componentes mais importantes desta aplicação ser a análise dos níveis de funcionalidade em relação às limitações já referidas. Em Portugal, cerca de 6.1% (INE, 2002) da população tem alguma deficiência ou limitação relacionada com a deficiência, o que torna difícil o acesso a uma amostra que seja representativa e que possa ser considerada para validar o modelo proposto.

6.2. Análise de objetivos/contributos deste trabalho

Este trabalho de investigação foi planeado e desenvolvido com os objetivos primordiais de desenvolver um sistema de recomendação turística personalizada, que baseie os seus resultados nos gostos e preferências pessoais de cada utilizador e também nos seus níveis de funcionalidade (o respeito pelas capacidades físicas e mentais de cada um para levar a cabo uma determinada tarefa ou experiência permitindo, assim, que tal como já

foi discutido nas secções anteriores deste documento, uma limitação não se transforme numa incapacidade) .

Em termos de necessidades, foi definido que para alcançar o objetivo referido anteriormente era necessário:

- Determinar novas estratégias de adaptação e uma arquitetura para a implementação de Sistemas de Recomendação (SR) Turísticos para apoiar e melhorar a recomendação de POI tomando em consideração *handicaps* físicos e psicológicos do turista.
- Definir os atributos do Modelo do Turista para descrever a informação, conhecimento, preferências e *handicaps* físicos e psicológicos necessários para conduzir os mecanismos de recomendação;
- Definir um Modelo de POI, com as regras e os mecanismos de interação entre o utilizador e a aplicação suficiente para melhorar a recomendação turística, de forma a adequar a oferta turística e melhorar a satisfação do turista.

A proposta efetuada no capítulo 4 deste trabalho vai de encontro às necessidades referidas, pois é efetuada a definição de uma nova arquitetura composta por diversas camadas, do conhecimento, à interface, passando pelo raciocínio. A consideração dos *handicaps* é efetuada na camada de conhecimento, com a definição de um modelo de conhecimento que permita armazenar dados relevantes a considerar e também na camada de raciocínio, com a definição de um algoritmo que permite ajustar as recomendações pesadas geradas por todos os outros mecanismos considerados, aos níveis de funcionalidade de cada utilizador.

A modelação dos POI na camada de conhecimento é também efetuada de forma a permitir um relacionamento direto e simples entre utilizador e POI, em cada uma das áreas consideradas (funcionalidade/acessibilidade, perfis genéricos, *tags*). Esta modelação facilita

a integração utilizador/POI (considerando e respeitando as características destas entidades), permitindo gerar resultados de recomendação que permitam aumentar a satisfação com a oferta turística existente.

A modelação de ambas as entidades já referidas permite que os mecanismos de recomendação da camada de raciocínio da arquitetura proposta neste trabalho, processem o conhecimento representado e gerem soluções de recomendação mais adequadas ao público em questão e aos POI potencialmente visitáveis.

Com a definição de todos os modelos e mecanismos atrás abordados, foi possível responder aos objetivos inicialmente definidos, sendo estes o contributo mais importante deste trabalho de investigação.

Para finalizar, é também importante referir que este trabalho pretende contribuir servindo para que a questão da deficiência possa ser encarada com a naturalidade necessária, para que a forma de pensar de todos seja sempre inclusiva, pois como afirma o Secretário Geral UNWTO “o turismo acessível não beneficia apenas as pessoas com deficiência ou com necessidades específicas, beneficia-nos a todos”.

6.3.Limitações do trabalho de investigação

A arquitetura de alto nível proposta na secção 3.1 inclui um módulo para a criação de um modelo emocional de cada utilizador. Este processo passa, tal como se encontra descrito na subsecção 4.3.1.3, pela aquisição automatizada das emoções dos utilizadores, para assim o sistema ser capaz de aprender sobre o utilizador da forma menos intrusiva possível.

Este módulo não foi desenvolvido neste trabalho, pois existem hoje em dia muitas limitações, nomeadamente, relacionadas com os equipamentos que cada utilizador deve possuir (as câmaras de vídeo existentes nos mais variados dispositivos que cada um, normalmente, dispõe têm muitas limitações de resolução, por exemplo) para permitir que o

processo de detecção de emoções seja simples, flexível e eficaz. Existem, no entanto, disponíveis algumas ferramentas, nomeadamente, as CLMtrackr (Øygard), a Emotion API (Microsoft) e Rekognition (Orbeus), entre outras.

Existem, tal como já definido na secção anterior, limitações no que concerne ao teste e validação de alguns dos mecanismos que compõem a arquitetura genérica e do protótipo em particular, nomeadamente, devido à dificuldade na reunião da amostra de teste em termos de indivíduos portadores de algum tipo de limitação ou deficiência, o que levou a que neste trabalho se considerasse uma amostra de tamanho mais reduzida, a chamada amostra de conveniência composta em 50% por pessoas não portadoras de qualquer limitação (grupo de controlo) e 50% por pessoas portadoras de limitações motoras.

6.4. Trabalho Futuro

A recomendação de POI com base em informação social do utilizador tem estado muito em voga nos últimos anos, devido à evolução da *Web 2.0* e das redes sociais, tal como se abordou na revisão da literatura efetuada, logo é pertinente e promissor que os modelos de utilizador sejam enriquecidos com conhecimento que possa ser adquirido de uma forma automatizada, através de processos de mineração dos textos que cada um publica nas diversas plataformas sociais.

A quantidade de dados disponíveis tem aumentado continuamente, quase de forma exponencial, sendo até alvo de aturados processos de investigação e desenvolvimento, nomeadamente, os relacionados com a temática *BigData*. Na realidade, é pouco proveitoso e muitas vezes constitui até como um grave problema para as organizações a quantidade enorme de dados que detêm (muitas vezes até pouco estruturados). Fundamental é o que se pode fazer com esses dados, o potencial conhecimento com interesse que se consegue extrair, onde pode ser utilizado, e como pode ser utilizado, para suportar o processo de tomada de melhores decisões e direções estratégicas nos mais diversos âmbitos.

Na temática deste trabalho em particular, existem potencialmente inúmeras fontes de dados, tal como já foi referido, nomeadamente, as redes sociais, mas estas armazenam informação pouco estruturada, o que implica a criação de um modelo de aquisição, estruturação e mineração destes mesmos dados, recorrendo a várias técnicas já referidas, como o *data* e *text mining* e as diversas técnicas de filtragem já abordadas atrás neste documento.

A aplicação do conceito de ontologia como um modelo de dados que represente um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos existentes entre estes, pode ser útil no processo de inferir conhecimentos sobre os objetos deste domínio em particular.

Esta abordagem de aquisição de conhecimento sem um pedido direto e formal (formulários ou técnicas similares) pode ajudar na qualidade da informação que se consegue obter, pois não existe o condicionamento natural que cada um sente quando é inquirido, muitas vezes sobre informação que, pelas mais diversas razões não se pretende divulgar.

Num futuro próximo, esta tipologia de sistemas tem de caminhar no sentido de “conhecer melhor os seus utilizadores sem na realidade os conhecer”, ou seja, terá de ser capaz de, através de processos de aquisição de dados e/ou conhecimento, aprender sobre os utilizadores, sem lhe perguntar nada ou quase nada, a não ser algo que os possa identificar com clareza.

Apesar de os processos de aprendizagem automatizada gerarem alguma controvérsia, pois existem algumas questões ligadas à confidencialidade dos dados e à intrusão na vida privada de cada um, estes serão claramente a melhor forma de caracterizar um indivíduo, pois elimina-se a possibilidade de, através de questionários (processo mais utilizado para colecionar dados e informação relevante), se “enganar” o sistema.

Como trabalho futuro, pode considerar-se também a extensão do modelo de sociedade definido no capítulo quatro deste trabalho, através da criação de um submodelo que represente o conhecimento retirado de diversas fontes estatísticas (INE, Euro Barómetro, UNWTO) e que represente “o resto do mundo”. Com esta extensão será possível integrar mais conhecimento e mais diversificado no modelo de sociedade.

6.5. Considerações Finais

Este trabalho contribui com a definição de uma arquitetura para o desenvolvimento de um SR híbrido que considere cada turista como uma entidade única (definida a partir do processamento de dados por diversos modelos de aquisição de conhecimento) com preferências próprias, mas também com limitações próprias, sejam de cariz físico e intelectual, que devem no seu conjunto influenciar os resultados obtidos do SR, para que a experiência turística seja potencialmente melhor.

O *core* da tipologia de sistemas computacionais abordados neste trabalho (SR) é já hoje e será ainda mais no futuro, a qualidade dos dados sobre as diversas entidades, sejam os utilizadores ou os POI e a forma como estes são processados (para extração de conhecimento útil à prossecução dos objetivos do sistema), devido à necessidade de diferenciação inerente ao constante aparecimento de novas propostas.

Este trabalho, para além da proposta de arquitetura já referida, contém a definição explícita das limitações identificadas e do trabalho futuro que será útil desenvolver nesta área, para fazer evoluir os SR, para que cada vez mais, estes se aproximem dos utilizadores/turistas e das suas expectativas.



7. Lista de Referências

- Abowd, G. D., Atkeson, C. G., Hong, J., Long, S., Kooper, R., & Pinkerton, M. (1997). Cyberguide: A mobile context-aware tour guide. *Wireless networks*, 3(5), 421-433.
- Aggarwal, C. C. (2016). Recommender Systems. Springer.
- Agrawal, R., & Srikant, R. (1994, September). Fast algorithms for mining association rules. In *Proc. 20th int. conf. very large data bases, VLDB* (Vol. 1215, pp. 487-499).
- Almeida A., Coelho B., Martins C. (2010). "Intelligent Hybrid Architecture for Tourism Services", IFIP Advances in Information and Communication Technology, Volume 331, Artificial Intelligence in Theory and Practice III, Pages 205-214.
- Ambite J, Knoblock C., Muslea, M., Minton, S. (2003). Heracles: Hierarchical Dynamic Constraint Networks for Interactive Planning.
- Ames, M., & Naaman, M. (2007, April). Why we tag: motivations for annotation in mobile and online media. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 971-980). ACM.
- Anderson, A., Ranghunathan, K., & Vogel, A. (2008). Tagez: Flickr tag recommendation. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.

- Balahur, A., & Montoyo, A. (2010, July). OpAL: Applying opinion mining techniques for the disambiguation of sentiment ambiguous adjectives in SemEval-2 task 18. In *Proceedings of the 5th International Workshop on Semantic Evaluation* (pp. 444-447). Association for Computational Linguistics.
- Bänziger, T., Grandjean, D., & Scherer, K. R. (2009). Emotion recognition from expressions in face, voice, and body: the Multimodal Emotion Recognition Test (MERT). *Emotion*, 9(5), 691.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1-14.
- Bartlett, M. S., Littlewort, G., Frank, M., Lainscsek, C., Fasel, I., & Movellan, J. (2006, April). Fully automatic facial action recognition in spontaneous behavior. In *Automatic Face and Gesture Recognition, 2006. FGR 2006. 7th International Conference on* (pp. 223-230). IEEE.
- Berka, T., & Plöbñig, M. (2004). Designing recommender systems for tourism. ENTER 2004: 11th International Conference on Information Technology in Travel & Tourism.
- Bhattacharya, T., Jaiswal, A., & Nagpal, V. (2016). Web usage mining and text mining in the environment of web personalization for ontology development of recommender systems. In *Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO), 2016 5th International Conference on* (pp. 78-85). IEEE.
- Biuk-Aghai, R. (2003). MacauMap: Tourism-Oriented Mobile GIS Application. *Proceedings of Map Asia 2003*, Kuala Lumpur, Malaysia: GIS Development, 1-8, 2003.
- Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A., & Gutiérrez, A. (2013). Recommender systems survey. *Knowledge-based systems*, 46, 109-132.

- Braddock, D. L., & Parish, S. L. (2001). History of Disability. *Handbook of disability studies*, 11.
- Bouraga, S., Jureta, I., Faulkner, S., & Herssens, C. (2014). Knowledge-based recommendation systems: a survey. *International Journal of Intelligent Information Technologies (IJIIT)*, 10(2), 1-19.
- Brinckmann, W. E., & Wildgen, J. S. (2003). Desafíos para los estudiosos del turismo: la construcción de la «sociedad inclusiva» y del «turismo accesible». *Cuadernos de Turismo*, (11), 41-58.
- Burke, Robin. (1999). Knowledge-based Recommender Systems.
- Cai, X., Zhu, J., Shen, B., & Chen, Y. (2016, June). GRETA: Graph-Based Tag Assignment for GitHub Repositories. In *Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, 2016 IEEE 40th Annual (Vol. 1, pp. 63-72). IEEE.
- Calvo, M. G., & Lang, P. J. (2004). Gaze patterns when looking at emotional pictures: Motivationally biased attention. *Motivation and Emotion*, 28(3), 221-243.
- Cavender, A., & Bigham, J. (2011). Toward web accessibility for older users. *Universal Access in the Information Society*, 10(4), 357-358. doi: 10.1007/s10209-011-0219-y.
- Cheong, C., Cheong, F., & Filippou, J. (2013). Using Design Science Research to Incorporate Gamification into Learning Activities. In *PACIS* (p. 156).
- Cheverst, K., Mitchell, K., & Davies, N. (2002). The role of adaptive hypermedia in a context-aware tourist GUIDE. *Communications of the ACM*, 45(5), 47-51.

- Chibelushi, C. C., & Bourel, F. (2003). Facial expression recognition: A brief tutorial overview. *CVonline: On-Line Compendium of Computer Vision*, 9.
- Chu Y., Wang H., Zheng L., Wang Z., Tan KL. (2016) TRSO: A Tourism Recommender System Based on Ontology. In: Lehner F., Fteimi N. (eds) Knowledge Science, Engineering and Management. KSEM 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9983. Springer.
- Coleho, B., Martins, C., & Almeida, A. (2010, August). Web intelligence in tourism: User modeling and recommender system. In *Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), 2010 IEEE/WIC/ACM International Conference on* (Vol. 1, pp. 619-622). IEEE.
- Coelho B. (2009). User Modeling and Recommendation Strategies for Tourism, Tese de Mestrado em Engenharia Informática, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto, Julho de 2009.
- Coelho, B., Figueiredo, A., & Martins, C. (2009). Tours planning decision support. *ISCIES09*.
- Colomo-Palacios, R., García-Peñalvo, F. J., Stantchev, V., & Misra, S. (2016). Towards a social and context-aware mobile recommendation system for tourism. *Pervasive and Mobile Computing*.
- Darcy, S. (2010). Inherent complexity: Disability, accessible tourism and accommodation information preferences. *Tourism Management*, 31(6), 816-826.
- Darcy, S., & Dickson, T. J. (2009). A whole-of-life approach to tourism: The case for accessible tourism experiences. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 16(1), 32-44.
- Darwin. (1872). *The Expression of the Emotions in man and animals*, London: John Murray.

- Dattolo, A., Eynard, D., & Mazzola, L. (2011, March). An integrated approach to discover tag semantics. In *Proceedings of the 2011 ACM symposium on applied computing* (pp. 814-820). ACM.
- Davis, L. (2000). *The Disability Studies Reader*. London: Routledge.
- Dubinko, M., Kumar, R., Magnani, J., Novak, J., Raghavan, P., & Tomkins, A. (2007). Visualizing tags over time. *ACM Transactions on the Web (TWEB)*, 1(2), 7.
- Ekman P. (1972). *Emotion in the Human Face*.
- Ekman P, Friesen W.V. (1978). *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*, Consulting Psychologists Press.
- Espinoza, F., Persson, P., Sandin, A., Nyström, H., Cacciatore, E., & Bylund, M. (2001, September). Geonotes: Social and navigational aspects of location-based information systems. In *International Conference on Ubiquitous Computing* (pp. 2-17). Springer Berlin Heidelberg.
- Faria, A. R., Almeida, A., Martins, C., Gonçalves, R., & Figueiredo, L. (2015, July). Personality traits, Learning Preferences and Emotions. In *Proceedings of the Eighth International C* Conference on Computer Science & Software Engineering* (pp. 63-69). ACM.
- Felfernig, A., Gordea, S., Jannach, D., Teppan, E., & Zanker, M. (2007). A short survey of recommendation technologies in travel and tourism. *OEGAI journal*, 25(7), 17-22.
- Fischer, R. (2004). *Automatic facial expression analysis and emotional classification* (Doctoral dissertation, MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY).
- Garg, N., & Weber, I. (2008, April). Personalized tag suggestion for flickr. In *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web* (pp. 1063-1064). ACM.

- Gay, G., & Hembrooke, H. (2004). *Activity-centered design: An ecological approach to designing smart tools and usable systems*. Mit Press.
- Gemmell, J., Ramezani, M., Schimoler, T., Christiansen, L., & Mobasher, B. (2009, October). The impact of ambiguity and redundancy on tag recommendation in folksonomies. In *Proceedings of the third ACM conference on Recommender systems* (pp. 45-52). ACM.
- Ghani, R., & Fano, A. (2002, May). Building recommender systems using a knowledge base of product semantics. In *Proceedings of the Workshop on Recommendation and Personalization in ECommerce at the 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web based Systems* (pp. 27-29).
- Guia de Boas Práticas Acessibilidade, (2014). Guia de Boas Práticas de Acessibilidade – Turismo Ativo, Turismo de Portugal, Federação Portuguesa de Desporto para Pessoas com Deficiência.
- Golder, S. A., & Huberman, B. A. (2006). Usage patterns of collaborative tagging systems. *Journal of information science*, 32(2), 198-208.
- Gonçalves, R., Martins, J., Branco, F., & Barroso, J. (2013). Web Accessibility – From the Evaluation and Analysis to the Implementation – The anoGov/PEPPOL Case. In C. Stephanidis & M. Antona (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. User and Context Diversity* (Vol. 8010, pp. 664-673): Springer Berlin Heidelberg.
- Gonçalves, R., Martins, J., & Branco, F. (2014). A Review on the Portuguese Enterprises Web Accessibility Levels—A website accessibility high level improvement proposal. *Procedia Computer Science*, 27, 176-185.
- Gonçalves, R., Martins, J., Pereira, J., Branco, F., Peixoto, C., Rocha, T. (2015). "AccessWeb Barometer - A Web Accessibility Evaluation and Analysis Platform". In *INTERNET 2015 Conference Proceedings, St. Julians*.

- Gonçalves, R., Pereira, J., Martins, J., Branco, F., & Peixoto, C. (2016). AcessWeb—Uma Perspetiva Sobre a Acessibilidade Web em Portugal. *Revista de Ciências da Computação*, 10.
- Gorrah, A., Koubi, F., & Ghezala, H. B. (2016). Overview of the social information's usage in Information Retrieval and Recommendation systems. In Proceedings of CARI (p. 155).
- Gunes, H., & Piccardi, M. (2007). Bi-modal emotion recognition from expressive face and body gestures. *Journal of Network and Computer Applications*, 30(4), 1334-1345.
- He, C., Parra, D., & Verbert, K. (2016). Interactive recommender systems: a survey of the state of the art and future research challenges and opportunities. *Expert Systems with Applications*, 56, 9-27.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, 28(1), 75-105.
- Hidasi, B., Karatzoglou, A., Baltrunas, L., & Tikk, D. (2015). Session-based recommendations with recurrent neural networks. arXiv preprint arXiv:1511.06939.
- Hinze, A., & Buchanan, G. (2005, October). Cooperating services in a mobile tourist information system. In *OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"* (pp. 12-13). Springer Berlin Heidelberg.
- Hopgood A. (2001). *Intelligent Systems for Engineers and Scientists*, 2nd edition. CRC Press.
- Höpken, W., Fuchs, M., Zanker, M., Beer, T., Eybl, A., Flores, S., ... & Rasinger, J. (2006). etPlanner: An IT framework for comprehensive and integrative travel guidance. *Information and Communication Technologies in Tourism 2006*, 125-134.

- Ibanez, J., Sebastia, L., & Onaindia, E. (2016). Planning tourist agendas for different travel styles. In Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI), p. in press.
- ICF (2001). World Health Organization, International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).
- ICIDH (1980). World Health Organization, International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps (ICIDH)
- INE (2002). Informação à Comunicação Social Fevereiro de 2002.
- INR, (2010). Turismo Acessível em Portugal, lei, oportunidades económicas e informação
- Jennings, A., & Higuchi, H. (1992). A personal news service based on a user model neural network. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 75(2), 198-209.
- Jennings, A., & Higuchi, H. (1993). A user model neural network for a personal news service. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 3(1), 1-25.
- Jiang, S., Qian, X., Shen, J., Fu, Y., & Mei, T. (2015). Author topic model-based collaborative filtering for personalized POI recommendations. *IEEE transactions on multimedia*, 17(6), 907-918.
- Joshi, R. C., & Paswan, R. S. (2015). A survey paper on clustering-based collaborative filtering approach to generate recommendations. *International Journal of Science and Research*, 4(1), 1395-1398.
- Kabassi, K. (2010). Personalizing recommendations for tourists. *Telematics and Informatics*, 27(1), 51-66.

- Kanoje, S., Girase, S., & Mukhopadhyay, D. (2014). User Profiling Trends, Techniques and Applications. CoRR.
- Kelkar, S., John, A., & Seligmann, D. D. (2007, March). An Activity-based Perspective of Collaborative Tagging. In *ICWSM*.
- Khan, M., & Nair, S. (2014). Survey of Content Based Recommendation Systems in a nutshell. International journal of advanced research in computer science and electronics engineering (IJARCSEE), 3(1), pp-24.
- Kim, Y. M., & Rieh, S. Y. (2011, May). User perceptions of the role and value of tags. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 671-674). ACM.
- Kipp, M. E. (2006). Exploring the context of user, creator and intermediary tagging. *Proceedings of the 7th Information Architecture Summit*.
- Klante, P., Krösche, J., & Boll, S. (2004, July). Accessights—a multimodal location-aware mobile tourist information system. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons* (pp. 287-294). Springer Berlin Heidelberg.
- Kleinginna, P. R., & Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and emotion*, 5(4), 345-379.
- Kipp, M. E. (2007). @ toread and cool: Tagging for time, task and emotion.
- Kobsa, A. (1993). User modeling: Recent work, prospects and hazards. *Human Factors in Information Technology*, 10, 111-111.
- Kobsa, A., D. Müller, & Nill, A. (1994). KN-AHS: An Adaptive Hypertext Client of the User Modeling System BGP-MS. *Proceedings of the Fourth International Conference on User Modeling* ,

Hyannis, MA, 99-105.

Kobsa, A., Nill, A., & Fink, J. (1997). Hypertext and Hypermedia Clients of the User Modeling System BGP-MS. In *Intelligent Multimedia Information Retrieval*, Boston, MA: MIT Press.

Kobsa, A., Koenemann, J., & Pohl, W. (2001). Personalised hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships. *The knowledge engineering review*, 16(2), 111-155.

Kobsa, A. (2001). Generic user modeling systems. *User modeling and user-adapted interaction*, 11(1-2), 49-63.

Krosche, J., Baldzer, J., & Boll, S. (2004). MobiDENK-Mobile multimedia in monument conservation. *IEEE multimedia*, 11(2), 72-77.

Koutrika, G., Effendi, F. A., Gyöngyi, Z., Heymann, P., & Garcia-Molina, H. (2007, May). Combating spam in tagging systems. In *Proceedings of the 3rd international workshop on Adversarial information retrieval on the web* (pp. 57-64). ACM.

Lawley L. (2005). "Social Consequences of Social Tagging. Many 2 Many:", A group weblog on social software.

Lee, S. E., Son, D. K., & Han, S. S. (2007, October). Qtag: tagging as a means of rating, opinion-expressing, sharing and visualizing. In *Proceedings of the 25th annual ACM international conference on Design of communication* (pp. 189-195). ACM.

De Lemos, J., Sadeghnia, G. R., Ólafsdóttir, Í., & Jensen, O. (2008, August). Measuring emotions using eye tracking. In *Proceedings of measuring behavior* (Vol. 226).

Li, X., Guo, L., & Zhao, Y. E. (2008, April). Tag-based social interest discovery. In *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web* (pp. 675-684). ACM.

- Liu D., Hua X. S., Yang L., Wang M., & Zhang H.J. (2009). "Tag ranking". In *Proceedings of the 18th international conference on World wide web - WWW '09*, pp. 351.
- Lu, C., Hu, X., Park, J. R., & Huang, J. (2011, February). Post-based collaborative filtering for personalized tag recommendation. In *Proceedings of the 2011 iConference* (pp. 561-568). ACM.
- Lucas, J. P., da Silva Coelho, B. E., García, M. N. M., de Almeida Figueiredo, A. M., & Martins, C. L. (2011). Applying Recommender Methodologies in Tourism Sector. In *Highlights in Practical Applications of Agents and Multiagent Systems* (pp. 101-108). Springer Berlin Heidelberg.
- Lucas, J. P., Luz, N., Moreno, M. N., Anacleto, R., Figueiredo, A. A., & Martins, C. (2013). A hybrid recommendation approach for a tourism system. *Expert Systems with Applications*, 40(9), 3532-3550.
- Luiza, S. M. (2010). Accessible Tourism—The Ignored Opportunity. *The Journal of the Faculty of Economics—Economic*, 1(2), 1154-1157.
- Lyu, S. O. (2017). Which accessible travel products are people with disabilities willing to pay more? A choice experiment. *Tourism Management*, 59, 404-412.
- Malaka, R., & Zipf, A. (2000). Deep Map: Challenging IT research in the framework of a tourist information system. In *Information and communication technologies in tourism 2000* (pp. 15-27). Springer Vienna.
- Manishina, E., Lecarpentier, J. M., Maurel, F., Ferrari, S., & Busson, M. (2016, October). Tag Thunder: Towards Non-Visual Web Page Skimming. In *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 281-282). ACM.

- Marlow, C., Naaman, M., Boyd, D., & Davis, M. (2006, August). HT06, tagging paper, taxonomy, Flickr, academic article, to read. In *Proceedings of the seventeenth conference on Hypertext and hypermedia* (pp. 31-40). ACM.
- Martins, C. (2003). Infra-estruturas de "campus-learning": aplicabilidade no ensino da Engenharia - Dissertação de mestrado em Gestão de Informação, com classificação final de Muito Bom, apresentada na FEUP dia 09 de Julho 2003.
- Martins, C., Faria, L., De Carvalho, C. V., & Carrapatoso, E. (2008). User modeling in adaptive hypermedia educational systems. *Educational Technology & Society*, 11(1), 194-207.
- Martins, C., Faria, L., Carrapatoso, E. (2009). Educational Adaptive Hypermedia Platform Based on Progressive Assessment and Adapted to the Characteristics and Learning Style of the Student. In *International Symposium on Computational Intelligence for Engineering Systems*.
- McDaniel, B., D'Mello, S., King, B., Chipman, P., Tapp, K., & Graesser, A. (2007, January). Facial features for affective state detection in learning environments. In *Proceedings of the Cognitive Science Society* (Vol. 29, No. 29).
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2013). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Mejias U. (2005). Tag Literacy. Ulises mejias's Blog, 2005.
- Microsoft - <https://www.microsoft.com/cognitive-services/en-us/emotion-api>
- Molina, M. (2003). Teaching Experiments within Design Research, 1–10.
- Monika, S., Anand, C., & Gnanamurthy, R. K. (2016). Analyzing the User Profile Linkage across Different Social Network Platforms. *International Journal of Computer Science and Engineering*, 4(2), 1378-1383.

- Morrison, P. J. (2007). Folksonomies: Why are they tagging, and why do we want them to?. *Bulletin of the American society for information science and technology*, 34(1), 12-15.
- Nieveen, N., Akker, J. Van Den, Gravemeijer, K., McKenney, S., Van Den Akker, J., Phillips, D., & Musta'amal, A. (2006). Educational design research. *Educational Design*, 67–90.
- Nov, O., & Ye, C. (2010). Why do people tag?: motivations for photo tagging. *Communications of the ACM*, 53(7), 128-131.
- Olieman, A., Kamps, J., Satyukov, G., & de Valk, E. (2016). Topical Generalization for Presentation of User Profiles. arXiv preprint arXiv:1608.07952.
- Orbeus - <http://rekognition.com/>
- Ortony, A., & Turner, T. J. (1990). What's basic about basic emotions?. *Psychological review*, 97(3), 315.
- Ostrow, A. (2009). Twitter's Massive 2008: 752 Percent Growth. *Mashable-The Social Media Guide*.
- Otis. (2005). "Web 2.0 Quick Study: Tag Use Patterns", Simpy Chichimichi's Blog.
- Øygaard A. <http://auduno.com/post/61888277175/fitting-faces>
- Pantic, M., & Patras, I. (2006). Dynamics of facial expression: Recognition of facial actions and their temporal segments from face profile image sequences. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 36(2), 433-449.
- Parle, E., & Quigley, A. (2006). Proximo, location-aware collaborative recommender. *School of Computer Science and Informatics, University College Dublin Ireland*, 1251-1253.

- Park, D. H., Kim, H. K., Choi, I. Y., & Kim, J. K. (2012). A literature review and classification of recommender systems research. *Expert Systems with Applications*, 39(11), 10059-10072.
- Partala, T., & Surakka, V. (2003). Pupil size variation as an indication of affective processing. *International journal of human-computer studies*, 59(1), 185-198.
- Pashtan, A., Blattler, R., Andi, A. H., & Scheuermann, P. (2003). CATIS: A context-aware tourist information system.
- Pazienza, M. T., Pennacchiotti, M., & Zanzotto, F. M. (2005). Terminology extraction: an analysis of linguistic and statistical approaches. In *Knowledge mining* (pp. 255-279). Springer Berlin Heidelberg.
- Pazzani, M. J., & Billsus, D. (2007). Content-based recommendation systems. In *The adaptive web* (pp. 325-341). Springer Berlin Heidelberg.
- Peixoto, C., Martins, J., Gonçalves, R., & Branco, F. (2016, June). A multiperspective web accessibility adoption model. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2016 11th Iberian Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- PENT, (2013 -2015). Plano Estratégico Nacional do Turismo, Horizonte 2013-2015.
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3), 45-77.
- Picard, R. W., Papert, S., Bender, W., Blumberg, B., Breazeal, C., Cavallo, D., ... & Strohecker, C. (2004). Affective learning—a manifesto. *BT technology journal*, 22(4), 253-269.

- Porter, J. (2006). Watch and learn: How recommendation systems are redefining the web. *User Interface Engineering*.
- Poslad, S., Laamanen, H., Malaka, R., Nick, A., Buckle, P., & Zipl, A. (2001). Crumpet: Creation of user-friendly mobile services personalised for tourism.
- Rajebhosale, S., & Gite, S.(2016) Personalized Travel Recommendation Based On Hybrid Approach. International Journal for Research in Engineering Application & Management (IJREAM).
- Ramesh, B., & Sekharaiah, C. (2014). A Panorama of Web Accessibility.
- Rashmi. (2005). "A Cognitive Analysis of Tagging", Rashmi's blog, 2005.
- Rich, E. (1979). User modeling via stereotypes. *Cognitive science*, 3(4), 329-354.
- Ricci, F. (2002). Travel recommender systems, Tech. Report, eCommerce and Tourism Research Laboratory, ITC-Irst, Trento, Italy.
- Russell, J. A. (1994). Is there universal recognition of emotion from facial expressions? A review of the cross-cultural studies. *Psychological bulletin*, 115(1), 102.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological review*, 110(1), 145.
- Russell, J. A., Bachorowski, J. A., & Fernández-Dols, J. M. (2003). Facial and vocal expressions of emotion. *Annual review of psychology*, 54(1), 329-349.

- Saragih, J. M., Lucey, S., & Cohn, J. F. (2009, September). Face alignment through subspace constrained mean-shifts. In *Computer Vision, 2009 IEEE 12th International Conference on* (pp. 1034-1041). IEEE.
- Schafer, J. B., Konstan, J., & Riedl, J. (1999, November). Recommender systems in e-commerce. In *Proceedings of the 1st ACM conference on Electronic commerce* (pp. 158-166). ACM.
- Schneider, J., & Schröder, F. (2004). *The m-ToGuide Project-Development and deployment of an european mobile tourism guide*.
- Sen, S., Lam, S. K., Rashid, A. M., Cosley, D., Frankowski, D., Osterhouse, J., & Riedl, J. (2006, November). Tagging, communities, vocabulary, evolution. In *Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work* (pp. 181-190). ACM.
- Sen S., Vig J., & Riedl J. (2009). Tagommenders. In *Proceedings of the 18th international conference on World wide web - WWW '09* (pp. 671). ACM Press.
- Sharma, D., & Kaur, S. (2016). Neural Network Classification for user Profile Learning over Digital Library Recommendation Engine. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(33).
- Simcock, T., Hillenbrand, S. P., & Thomas, B. H. (2003, January). Developing a location based tourist guide application. In *Proceedings of the Australasian information security workshop conference on ACSW frontiers 2003-Volume 21* (pp. 177-183). Australian Computer Society, Inc..
- Li, X., Snoek, C. G., & Worring, M. (2009). Learning social tag relevance by neighbor voting. *IEEE Transactions on Multimedia*, 11(7), 1310-1322.

- Suchanek, F. M., Vojnovic, M., & Gunawardena, D. (2008, October). Social tags: meaning and suggestions. In *Proceedings of the 17th ACM conference on Information and knowledge management* (pp. 223-232). ACM.
- Tedlow, Richard S. (2000). Exploring Marketing with Delta Airlines as a Case Study.
- Thokal, S., & Bhusari, V. (2014). Review Paper on Clustering Based Collaborative Filtering. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 2(11), 558-561.
- Tim. (2007). "When Tags Work and When They Don't", Amazon and LibraryThing. Thingology Blog.
- Towle, B., & Quinn, C. (2000). Knowledge based recommender systems using explicit user models. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Knowledge-Based Electronic Markets* (pp. 74-77).
- Trant, J. (2009). Studying social tagging and folksonomy: A review and framework. *Journal of Digital Information*, 10(1).
- Turismo de Portugal IP, <http://www.turismodeportugal.pt>
- UNWTO (2015). <http://www2.unwto.org/annual-reports>
- Vila, T. D., Darcy, S., & González, E. A. (2015). Competing for the disability tourism market—a comparative exploration of the factors of accessible tourism competitiveness in Spain and Australia. *Tourism Management*, 47, 261-272.
- Wang, Y., Feng, D., Li, D., Chen, X., Zhao, Y., & Niu, X. (2016, July). A mobile recommendation system based on logistic regression and Gradient Boosting Decision Trees. In *Neural Networks (IJCNN), 2016 International Joint Conference on* (pp. 1896-1902). IEEE.

- Webb, G. I., Pazzani, M. J., & Billsus, D. (2001). Machine learning for user modeling. *User modeling and user-adapted interaction*, 11(1-2), 19-29.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann.
- Au Yeung, C. M., Gibbins, N., & Shadbolt, N. (2009, June). Contextualising tags in collaborative tagging systems. In *Proceedings of the 20th ACM conference on Hypertext and hypermedia* (pp. 251-260). ACM.
- Yeung, C. H. (2016). Do recommender systems benefit users? a modeling approach. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2016(4), 043401.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and methods*. Applied social research methods series, 5. *Biography, Sage Publications, London*.
- Yue, K., Wu, H., Fu, X., Xu, J., Yin, Z., & Liu, W. (2017). A data-intensive approach for discovering user similarities in social behavioral interactions based on the bayesian network. *Neurocomputing*, 219, 364-375.
- Zhang, Y., & Koren, J. (2007, July). Efficient bayesian hierarchical user modeling for recommendation system. In *Proceedings of the 30th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval* (pp. 47-54). ACM.

- Zollers, A. (2007, May). Emerging motivations for tagging: Expression, performance, and activism. In *Workshop on Tagging and Metadata for Social Information Organization, held at the 16th International World Wide Web Conference*.
- Zukerman, I., & Albrecht, D. W. (2001). Predictive statistical models for user modeling. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1-2), 5-18.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

8. Bibliografia

- Almeida, A. (2009). Personalized sightseeing tours recommendation system. In *The 13th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics: WMSCI*.
- Anacleto, R., Figueiredo, L., Almeida, A., & Novais, P. (2014). Mobile application to provide personalized sightseeing tours. *Journal of Network and Computer Applications*, 41, 56-64.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Macmillan.
- Benyon, D. (1993). Adaptive systems: a solution to usability problems. *User modeling and User-adapted Interaction*, 3(1), 65-87.
- Bland, M. (2000). *An introduction to medical statistics*, 3rd ed. Oxford: Oxford University Press.
- Böcker, H. D., Hohl, H., & Schwab, T. (1990, August). Upsilon-pi-ADAPT-epsilon-rho: Individualizing hypertext. In *Proceedings of the IFIP TC13 Third International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 931-936). North-Holland Publishing Co..
- Brajnik, G., & Tasso, C. (1994). A shell for developing non-monotonic user modeling systems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 40(1), 31-62.
- Brown, J. S., & Burton, R. R. (1978). A paradigmatic example of an artificially intelligent instructional system. *International Journal of Man-Machine Studies*, 10(3), 323-339.

- Brusilovsky, P., Pesin, L., & Zyryanov, M. (1993, August). Towards an adaptive hypermedia component for an intelligent learning environment. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 348-358). Springer Berlin Heidelberg.
- Brusilovsky, P. & Beaumont, I. (eds.) (1994). In *Proceedings of the Workshop Adaptive Hypertext and Hypermedia at 4th International Conference on User Modeling*, UM97.
- Brusilovsky, P. (1996). Adaptive hypermedia: An attempt to analyze and generalize. In *Multimedia, Hypermedia, and Virtual Reality Models, Systems, and Applications* (pp. 288-304). Springer Berlin Heidelberg.
- Brusilovsky, P. (1998, August). Adaptive educational systems on the world-wide-web: A review of available technologies. In *Proceedings of Workshop "WWW-Based Tutoring" at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98), San Antonio, TX*.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. In *Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1-2), 87–110.
- Brusilovsky, P. (2003). Developing adaptive educational hypermedia systems: From design models to authoring tools. In *Authoring tools for advanced technology Learning Environments* (pp. 377-409). Springer Netherlands.
- Brusilovsky, P. and Nejd, W. (2005). Adaptive Hypermedia and Adaptive Web. In *M. P. Singh (ed.) Practical Handbook of Internet Computing. Baton Rouge*. Chapman Hall & CRC Press, pp. 1.1-1.14.
- Brusilovski, P., Kobsa, A., & Nejd, W. (Eds.). (2007). *The adaptive web: methods and strategies of web personalization* (Vol. 4321). Springer Science & Business Media.

- Brusilovsky, P. (2012). Adaptive hypermedia for education and training. *Adaptive technologies for training and education*, 46, 46-68.
- Cardoso, E., & Machado, A. (2001). A problemática da adoção de ambientes de ensino distribuído no ensino superior. In *Actas da II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Desafios* (pp. 489-497).
- Carrilho, C. (2004). Intelligent Agents To Improve Adaptivity in a Web-Based Learning Environment. Tese de Doutorado.
- Chepegin, V., Aroyo, L., Bra, P. D., & Heckmann, D. (2004). User modeling for modular adaptive hypermedia. In *Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for Educational Adaptive Hypermedia in conjunction with AH'04* (pp. 366-371).
- Coelho, B., Martins, C., & Almeida, A. (2009, August). Adaptive tourism modeling and socialization system. In *Computational Science and Engineering, 2009. CSE'09. International Conference on* (Vol. 4, pp. 645-652). IEEE.
- Collis, B. & Pals, N. (2000). A Model for Predicting an Individual's Use of a Telematics Application for a Learning-Related Purpose. In *International JI. of Educational Telecommunications*, 6 (1), 63-103.
- Cristea, A. I. (2003). Considerations on LAOS, LAG and their Integration in MOT.
- Bra, P. D., & Calvi, L. (1998). AHA! An open adaptive hypermedia architecture. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 4(1), 115-139.

- De Bra, P., Brusilovsky, P., Eklund, J., Hall, W., & Kobsa, A. (1999, February). Adaptive hypermedia (panel): purpose, methods, and techniques. In *Proceedings of the tenth ACM Conference on Hypertext and hypermedia: returning to our diverse roots: returning to our diverse roots* (pp. 199-200). ACM.
- De Bra, P., Aerts, A., Berden, B., De Lange, B., Rousseau, B., Santic, T., & Stash, N. (2003, August). AHA! The adaptive hypermedia architecture. In *Proceedings of the fourteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia* (pp. 81-84). ACM.
- De Bra, P., Aroyo, L., & Chepegin, V. (2006). The next big thing: Adaptive web-based systems. *Journal of Digital Information*, 5(1).
- De Bra, P., Smits, D., & Stash, N. (2006, August). The design of AHA!. In *Proceedings of the seventeenth conference on Hypertext and hypermedia* (pp. 133-134). ACM.
- Faria, L., Silva, A., Ramos, C., Vale, Z., & Marques, A. (2010, June). Intelligent training in control centres based on an ambient intelligence paradigm. In *International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems* (pp. 143-153). Springer Berlin Heidelberg.
- Finin, T. W. (1989). GUMS—A general user modeling shell. In *User models in dialog systems* (pp. 411-430). Springer Berlin Heidelberg.
- Fink, J., Kobsa, A., & Nill, A. (1996). User-oriented Adaptivity and Adaptability in the AVANTI Project. In *Proceedings of the Conference on Designing for the Web: Empirical Studies*, October, Redmond, WA.
- Fleming, N. (2001). Teaching and learning styles VARK strategies. Christchurch, New Zealand: Neil Fleming. Gall, M. D.: Synthesis of research on teachers' questioning. *Educational Leadership*, 42, 40-47.

- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Journal of Knowledge Acquisition*; 5(2), 199-220; Academic Press.
- Hargreaves, D., et al. (2005). About learning: Report of the Learning Working Group. Demos.
- Hothi, J., & Hall, W. (1998). An evaluation of adapted hypermedia techniques using static user modeling. In *Proceedings of the Second Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, Pittsburgh, PA*.
- Joerding, T. (1999, May). A temporary user modeling approach for adaptive shopping on the Web. In *Proceedings of Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web, Toronto and Banff, Canada. Computer Science Report* (pp. 99-07).
- Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?. *Educational technology research and development*, 39(3), 5-14.
- Kaplan, C., Fenwick, J., & Chen, J. (1993). Adaptive hypertext navigation based on user goals and context. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 3(3), 193-220.
- Kavcic, A. (2000). The role of user models in adaptive hypermedia systems. In *Electrotechnical Conference, 2000. MELECON 2000. 10th Mediterranean* (Vol. 1, pp. 119-122). IEEE.
- Kay, J. (1995). The um toolkit for reusable, long term user model. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(3), 149-196.
- Koch, N. (2001). Software engineering for adaptive hypermedia systems: reference model, modeling techniques and development process. Ludwig Maximilians University Munich 2001, ISBN 3-87821-318-2, pp. 1-355.

Kolb, D. (1984). Learning Styles Inventory. Boston: McBer & Co.

Kolb, D. A. (1976). Learning Style Inventory. Boston, MA: Hay Group, Hay Resources Direct.

Kolb, A. Y. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. In *Journal of Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193–212.

Kules, B. (2000). User modeling for adaptive and adaptable software systems. Resource document. Learning Technologies.

Landis, J.R.; & Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33 (1). 159-174.

Laroussi, M. (2001). Conception et Réalisation d'un Système Didactique Hypermédia Adaptatif: CAMELEON, PhD Thesis.

Laurillard, D. (1993). Rethinking University Teaching: a framework for the effective use of educational technology. London: Routledge.

Lefrançois, G. R. (2008). Teorias da Aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning.

Lucas, P.J., Martins, C., Silveira, R. and Carvalho, C. (2006). Capítulo 5: "Authoring Tools For Adaptive Learning Hypermedia Systems: An Overview". IEEE.

Luz N., Anacleto R., Martins C., Almeida A., Lucas J. (2013): Lightweight tourism recommendation. *Int. J. Web Eng. Technol.* 8(2). 106-123.

Martins, C. (2003). Infra-estruturas de "campus-learning": aplicabilidade no ensino da Engenharia - Dissertação de mestrado em Gestão de Informação, com classificação final de Muito Bom, apresentada na FEUP dia 09 de Julho 2003.

- Martins, C., Azevedo, I., & de Carvalho, C. V. (2005, July). The use of an Adaptive Hypermedia Learning System to support a new pedagogical model. In *Advanced Learning Technologies, 2005. ICALT 2005. Fifth IEEE International Conference on* (pp. 832-833). IEEE.
- Martins, C., Faria, L., De Carvalho, C. V., & Carrapatoso, E. (2008). User modeling in adaptive hypermedia educational systems. *Educational Technology & Society*, 11(1), 194-207.
- Martins, C., Faria, L., & Carrapatoso, E. (2008, July). Constructivist approach for an educational adaptive hypermedia tool. In *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT'08. Eighth IEEE International Conference on* (pp. 303-305). IEEE.
- Martins, C., Faria, L., & Carrapatoso, E. (2008). An adaptive educational system for higher education. *Proceedings of the 14th EUNIS*, 8, 24-27.
- Martins, C., Faria, L., Carrapatoso, E. (2009). Educational Adaptive Hypermedia Platform Based on Progressive Assessment and Adapted to the Characteristics and Learning Style of the Student. In *International Symposium on Computational Intelligence for Engineering Systems*.
- Martins, C., Couto, P., Fernandes, M., Bastos, C., Lobo, C., Faria, L., & Carrapatoso, E. (2011). PCMAT– Mathematics Collaborative Learning Platform. In *Highlights in practical applications of agents and multiagent systems* (pp. 93-100). Springer Berlin Heidelberg.
- Martins, C., Couto, P., Fernandes, M., Bastos, C., Faria, L., Carrapatoso, E. (2012). PCMAT – Mathematics Collaborative Learning Platform. KES-Springer Book Series: Smart Innovation, Systems and Technologies, Special book on: Intelligent and Adaptive Educational Learning Systems: Achievements and Trends. Peña Ayala, Alejandro (Ed.) Vol. 17, 2012, 2012, XII, ISSN: 2190-3018.

- Milosavljevic, M., Brusilovsky, P., Moore, J., Oberlander, J., & Stock, O. (Eds). (1997). In *Proceedings of the Flexible Hypertext Workshop*. Macquarie University Technical Report C/TR97-06.
- Mota, D. (2008). Um Método de Adaptabilidade de Conteúdos Multimédia num Contexto Semi-Presencial. Dissertação de Mestrado em Tecnologias Multimédia, FEUP.
- O'Brien, T. P., Bernold, L. E., & Akroyd, D. (1998). Myers-Briggs type indicator and academic achievement in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 14(5), 311-315.
- Orwant, J. (1995). Heterogeneous learning in the Doppelgänger user modeling system. *User Modeling and Useradapted Interaction*, 4(2), 107-130.
- Power, G., Davis, H. C., Cristea, A. I., Stewart, C. & Ashman, H. (2005). Goal Oriented Personalisation with SCORM. In *International Conference on Advanced Learning Technologies*, 5. IEEE.
- Rabello, E.T., Passos, J. S. (2010). Erikson e a teoria psicossocial do desenvolvimento.
- Spiro, R., Feltovich, P., Jacobson, M., & Coulson, R. (1991). Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology* 31(5), 24-33.
- Stash, N., Cristea, A., & De Bra, P. (2005, September). Explicit intelligence in adaptive hypermedia: Generic adaptation languages for learning preferences and styles. In *Proceedings of the HT 2005 CIAH Workshop, Salzburg*.
- Vassileva, J. (1996). A task-centered approach for user modeling in a hypermedia office documentation system. *User modeling and user-adapted interaction*, 6(2-3), 185-223.
- Watson, J. (1928). The ways of behaviorism. New York, NY: Harper & Brothers Pub.

- Woodward, C. A., & Chambers, L. W. (1983). *Guide to questionnaire construction and question writing*. Canadian Public Health Association.
- Wu, H., Houben, G. J., & De Bra, P. (1999). User modeling in adaptive hypermedia applications. *Computing*, 99, 20.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

An

9. Anexos

Anexo A – Lista de websites com informação de acessibilidade para Turismo

Table of Accessibility Information Schemes referenced in the Pantou Directory

Accessibility Information Scheme	AIS Website	
	Country	
Acces City	Belgium	http://www.accesscity.be
Brussels for All	Belgium	http://www.brusselvoorallen.be/?lang=fr
Toegankelijk Vlaanderen	Belgium	http://toevla.vlaanderen.be/publiek/nl/register/start
Disway	Czech Rep.	http://www.disway.org/
Jedemetaky	Czech Rep.	http://www.jedemetaky.cz/
EuropeforAll	Europe	http://www.europeforall.com
FREEDOM TO MOVE	Europe	http://www.freedomtomove.it
Sage Accessibility Rating	Europe	http://www.sagetraveling.com/Rating-System-Explanation/
Scandic Hotels Accessibility for All	Europe	http://www.scandichotels.com/Always-at-Scandic/Special-needs/
accessible.net (Handistrict.com)	France	http://accessible.net/
Handistrict	France	http://handistrict.com/
Jaccede	France	http://www.jaccede.com/en/
Tourisme et Handicaps	France	http://dgcisth.armadillo.fr/app/photopro.sk/handicap/?#sessionhistory-ready , http://www.tourisme-handicaps.org/
Access Iceland	Iceland	http://www.gottadgengi.is/
ACCESSIBILITY PASS	International	http://www.accessibilitypass.org/
AccessibleTravel.co.uk	International	http://www.accessibletravel.co.uk
Australia for All International	International	http://www.australiaforall.com/

DisabledHolidays4U	International	http://www.disabledholidays4u.com/
Euan's Guide	International	http://www.euansguide.com
HANDY SUPERABILE	International	http://www.handysuperabile.org/
NATIVE Hotels	International	http://www.nativehotels.eu
Pantou Access Statement	International	http://www.pantou.org
Travabled.com	International	http://travabled.com/
ANGOLOGIRO	Italy	http://www.accessibilitagarantita.it/
Like Home	Italy	http://www.likehome.it/ita/home_ita.html
Südtirol für alle	Italy	http://www.suedtirolfueralle.it/
Turismabile	Italy	http://www.turismabile.it
Village for All	Italy	http://www.villageforall.net/en/cerca-struttura/
Portugal Acessivel	Portugal	http://www.portugalacessivel.com/default/home/id/1
Motivation Accessibility Map	Romania	http://www.accesibil.org
Zavod Premiki	Slovenia	http://premiki.com/?page_id=6
Agencia Catalana de Turisme	Spain	http://www.turismeperatohom.com/en/
OpenBritain	UK	http://www.openbritain.net
The National Accessible Scheme (ENG)	UK	http://www.visitengland.org/busdev/accreditation/nas/
Tourism for All UK	UK	http://www.tourismforall.org.uk/TFA-Directory.html

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Anexo B – Imagens do protótipo desenvolvido

Perfil de Utilizador/Turista

Nome *

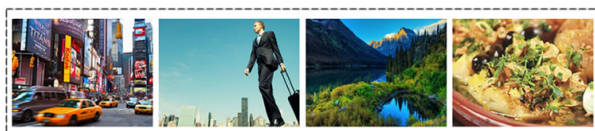
Email *

Idade *

Genero *

Nacionalidade *

Ordene cada grupo de 4 imagens seguintes de acordo com as suas preferências, arrastando as imagens(mais interessante à esquerda).



Indique o seu nível aproximado de funcionalidade em relação aos itens físico/mentais indicados.

0 - Tem um nível baixo funcionalidade em relação ao item.

100 - Tem um nível alto funcionalidade em relação ao item.

Locomoção: 0

Visão:

Audição: 0

Questões Mentais/Intelectuais: 0

Interface de criação do perfil do turista em termos de informação básica, relação com os perfis genéricos considerados e níveis de funcionalidade em cada uma das questões físicas/mentais consideradas.

Resultados da Recomendação

1. Torre dos Clérigos 2. Ponte D. Luís 3. Sé do Porto 4. Serralves 5. Funicular dos Guindais:

Interface que permite ao utilizador obter a recomendação de acordo com o seu perfil.

Inquérito de satisfação com a plataforma

Qual o seu grau de satisfação com a plataforma?



Como avalia a acessibilidade da plataforma?



GUARDAR

Interface de obtenção de feedback da avaliação que os utilizadores fazem da plataforma em termos de satisfação e acessibilidade.

Inquérito de satisfação com a Recomendação

Qual o seu grau de satisfação com os resultados de recomendação?



Eliminava algum dos POI que lhe foram sugeridos? Se sim por favor seleccione da lista abaixo:

Torre dos Clérigos: ☐

Ponte D. Luís ☐

Sé do Porto ☐

Serralves: ☐

Funicular dos Guindais: ☐

GUARDAR

Interface de obtenção de feedback da avaliação que os utilizadores fazem dos resultados da recomendação produzida