



Recomendação de Cuidados de Saúde

SÍLVIA MARIA CRAVEIRO PINHEIRO

Setembro de 2013

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Instituto Politécnico do Porto

Departamento de Física

Recomendação de Cuidados de Saúde

Sílvia Maria Craveiro Pinheiro

“Dissertação apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica”

Orientador científico: Constantino Martins e Ana Almeida

2013

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor Constantino Martins pelo apoio e dedicação demonstrados ao longo da realização desta dissertação de mestrado.

Gostaria igualmente de agradecer à minha orientadora, a Professora Doutora Ana Almeida pelo incentivo que recebi, assim como o apoio, ao longo da tese.

Gostaria de agradecer-vos pelas sugestões e comentários transmitidos.

Aos meus pais e restantes familiares, gostaria de agradecer o apoio e suporte manifestados durante este período que passou. Assim como ao meu namorado.

Aos restantes amigos que me acompanharam ao longo do meu percurso académico e que me ajudaram a manter uma atitude positiva perante vários aspetos da minha vida, nomeadamente desta dissertação.

Gostaria, por fim, de agradecer a todos, que de certa forma ajudaram a rever e a guiar-me no processo de implementação do projeto resultante desta tese, quer através de opiniões quer através de pausas para descomprimir. A todas as pessoas que de uma forma ou de outra, direta ou indiretamente, me ajudaram a tomar decisões relevantes para o processo. E a todos os demais que não mencionei, mas que são igualmente especiais e importantes!

Resumo

Atualmente, os guias turísticos são constituídos por diversos módulos, nomeadamente, módulos de recomendação e de modelação do utilizador. Estes ajudam a adaptar melhor as recomendações dadas ao utilizador de acordo com as suas preferências.

A necessidade de adaptar os guias turísticos às possíveis necessidades de saúde do utilizador, foi a motivação para a realização desta dissertação.

Quando alguém visita um local desconhecido, considera normalmente as condições tanto de alojamento como de alimentação desse local. Contudo, se por algum motivo, necessita de cuidados de saúde, essa pessoa não se encontra preparada para isso. Assim, a recomendação de uma instituição de saúde direcionada para o turista é uma solução possível para o problema encontrado.

Pretendeu-se desenvolver um módulo de recomendação híbrido no âmbito da prestação de informações relacionadas com as possíveis necessidades de saúde do turista, tendo em conta o seu perfil. Para a sua implementação seguiu-se a abordagem baseada em conteúdo e técnicas de classificação das instituições de saúde a recomendar ao utilizador.

O protótipo desenvolvido foi testado com alguns utilizadores em termos de funcionalidades.

Finalmente, pretende-se que o protótipo seja testado com mais utilizadores, possuidores de diversas características em termos de condições de mobilidade, historial clínico e necessidades. Estes testes irão permitir avaliar o protótipo ao nível da qualidade da recomendação prestada.

Poder-se-á, assim, atingir o objetivo relativo à integração deste protótipo num sistema de recomendação de apoio ao turista utilizado pela Câmara Municipal do Porto.

Abstract

Nowadays, tourist guides are composed by several modules, including recommendation and user modeling modules. These help to better adapt the recommendations given to the user according to his preferences.

The necessity to adapt the tourist guides to the potential health needs of the user was the motivation to carry out this thesis.

When someone visits an unknown place, usually considers the conditions of both accommodation and feeding of that place. However, if for some reason, he needs health care, that person isn't prepared for that. Thus, the recommendation of a health institution directed to the tourist is a possible solution for the problem found.

It was intended to develop a hybrid recommendation module concerning the supply of information relating to the possible health needs of the tourist, taking into account his profile. For its implementation, the content-based approach and classification techniques of health care institutions to recommend to the user were followed.

The prototype has been tested with some users in terms of features.

Finally, it is intended that the prototype will be tested with more users owners of different characteristics in terms of mobility conditions, medical history and needs. These tests will enable to assess the prototype in terms of quality of the recommendations provided.

Thus, the goal of integrating this prototype into a recommendation system for tourist support used by the Porto's City Hall could be achieved.

Índice

| | |
|--|----|
| Agradecimentos | 4 |
| Resumo..... | 6 |
| Abstract | 8 |
| Lista de Figuras..... | 12 |
| Lista de Tabelas | 14 |
| Lista de Abreviaturas..... | 16 |
| 1 Introdução..... | 18 |
| 1.1 Contexto | 18 |
| 1.2 Objetivos | 20 |
| 1.2.1 <i>Objetivo Geral</i> | 21 |
| 1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> | 21 |
| 1.3 Preâmbulo | 22 |
| 1.4 Contributos..... | 22 |
| 1.5 Organização da dissertação | 23 |
| 2 Sistemas de Recomendação..... | 24 |
| 2.1 Introdução | 24 |
| 2.2 Representação dos Dados..... | 25 |
| 2.3 Recolha de Informação | 26 |
| 2.4 Processamento dos Dados | 26 |
| 2.5 Abordagens para a Implementação de Sistemas de Recomendação | 28 |
| 2.5.1 <i>Abordagem Baseada em Conteúdo</i> | 28 |
| 2.5.2 <i>Abordagem Colaborativa</i> | 30 |
| 2.5.3 <i>Abordagem Baseada no Contexto</i> | 31 |
| 2.6 Outras Abordagens dos Sistemas de Recomendação | 35 |
| 2.7 Modelação do Utilizador | 36 |
| 2.7.1 <i>Implementação do Modelo de Utilizador</i> | 37 |
| 2.7.2 <i>Exemplos de Aplicação do Modelo de Utilizador</i> | 45 |
| 2.8 Sistemas de Recomendação na Saúde..... | 47 |
| 2.8.1 <i>Sistemas de Informação Clínicos</i> | 47 |
| 2.8.2 <i>Registo de Saúde Eletrónico</i> | 48 |
| 2.8.3 <i>Prescrição Eletrónica de Medicamentos</i> | 51 |
| 2.8.4 <i>Implementação dos Sistemas de Informação</i> | 51 |
| 2.8.5 <i>Vantagens e Desvantagens dos Sistemas de Informação</i> | 53 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.8.6 | <i>Exemplos de Aplicações dos Sistemas de Recomendação</i> | 54 |
| 3 | Implementação | 62 |
| 3.1 | Arquitetura do Sistema | 62 |
| 3.2 | Funcionalidades do protótipo | 65 |
| 3.3 | Implementação do Modelo do Utilizador | 79 |
| 3.4 | Implementação do Modelo de Domínio | 82 |
| 3.5 | Implementação do Sistema de Recomendação | 84 |
| 3.5.1 | <i>Matriz de classificação</i> | 85 |
| 3.5.2 | <i>Algoritmos</i> | 85 |
| 3.6 | Testes | 90 |
| 4 | Conclusões..... | 100 |
| 4.1 | Objetivos Alcançados | 101 |
| 4.2 | Desenvolvimentos Futuros..... | 101 |
| 5 | Referências..... | 104 |
| 6 | Anexo I..... | 108 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura: 2.1 - Fases de Recomendação | 24 |
| Figura: 2.2 – Processo de Modelação de Utilizador (Adaptado de Coelho [2]) | 36 |
| Figura: 2.3 – Modelo de Utilizador (Adaptado de Coelho [2]) | 37 |
| Figura: 2.4 – Representação do Método <i>Overlay</i> (Adaptado de Martins [3]) | 38 |
| Figura: 2.5 – Arquitectura geral para a implementação de um sistema de recomendação baseado no contexto (Adaptado de Beer [7])..... | 59 |
| Figura: 2.6 – Aplicação de recomendação de música “Eventogram”. (Adaptado de Beer [7]) .. | 59 |
| Figura: 3.1 – Protótipo desenvolvido | 63 |
| Figura: 3.2 – Arquitetura do protótipo..... | 64 |
| Figura: 3.3 – Diagrama de Casos de Uso | 66 |
| Figura: 3.4 – Modelo Conceptual | 75 |
| Figura: 3.5 – Tabelas relativas aos Pontos de Interesse..... | 76 |
| Figura: 3.6 – Tabelas relativas ao utilizador | 77 |
| Figura: 3.7 – Tabelas referentes às relações necessárias para as futuras classificações | 78 |
| Figura: 3.8 – Fluxograma de ecrãs..... | 79 |
| Figura: 3.9 – Ferramentas para recolha de dados (Adaptado de Martins e Faria [40])..... | 81 |
| Figura: 3.10 – Registo de utilizadores novos na aplicação | 82 |
| Figura: 3.11 – Menu de opções que o utilizador pode escolher na altura da recomendação.... | 89 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela: 3.1 – Prioridade dos Casos de Uso | 66 |
| Tabela: 3.2 – Caso de Uso C0: Registo do Utilizador | 67 |
| Tabela: 3.3 – Caso de Uso C1: <i>Login/Logout</i> | 68 |
| Tabela: 3.4 – Caso de Uso C2: Visualização dos Dados Pessoais | 68 |
| Tabela: 3.5 – Caso de Uso C3: Alteração dos Dados Pessoais..... | 69 |
| Tabela: 3.6 – Caso de Uso C4: Visualização do Historial Clínico | 69 |
| Tabela: 3.7 – Caso de Uso C5: Alteração do Histórico Clínico..... | 70 |
| Tabela: 3.8 – Caso de Uso C6: Pedir Nova Recomendação..... | 70 |
| Tabela: 3.9 – Caso de Uso C7: Visualização de Instituições | 71 |
| Tabela: 3.10 – Caso de Uso C8: Visualização de Utilizadores | 71 |
| Tabela: 3.11 – Caso de Uso C9: Alteração de Dados Pessoais/Historial Clínico..... | 72 |
| Tabela: 3.12 – Caso de Uso C10: Inserção de Utilizadores | 72 |
| Tabela: 3.13 – Caso de Uso C11: Eliminação de Utilizador | 73 |
| Tabela: 3.14 – Caso de Uso C12: Visualização /Alteração de Dados das Instituições..... | 73 |
| Tabela: 3.15 – Caso de Uso C13: Inserção de Instituições | 74 |
| Tabela: 3.16 – Caso de Uso C14: Eliminação de Instituições | 74 |
| Tabela: 3.17 – Características Usadas na Modelação do Utilizador (Adaptado de Martins e Faria [32]) | 80 |
| Tabela: 3.18 – Tipos de Instituições Existentes na Região do Porto | 83 |
| Tabela: 3.19 – Teste Caso de Uso C0: Registo..... | 91 |
| Tabela: 3.20 – Teste Caso de Uso C1: <i>Login/Logout</i> | 91 |
| Tabela: 3.21 – Teste Caso de Uso C2: Ver Dados Pessoais | 92 |
| Tabela: 3.22 – Teste Caso de Uso C3: Alterar Dados Pessoais..... | 92 |
| Tabela: 3.23 – Teste Caso de Uso C4: Ver Histórico Clínico | 93 |
| Tabela: 3.24 – Teste Caso de Uso C5: Alterar Histórico Clínico | 93 |
| Tabela: 3.25 – Teste Caso de Uso C6: Pedir Nova Recomendação | 94 |
| Tabela: 3.26 – Teste Caso de Uso C7: Ver Instituições..... | 94 |
| Tabela: 3.27 – Teste Caso de Uso C8: Ver Utilizadores..... | 95 |
| Tabela: 3.28 – Teste Caso de Uso C9: Alterar Dados Pessoais / Histórico Clínico | 95 |
| Tabela: 3.29 – Teste Caso de Uso C10: Inserção de Utilizadores..... | 96 |
| Tabela: 3.30 – Teste Caso de Uso C11: Eliminação de Utilizadores..... | 96 |
| Tabela: 3.31 – Teste Caso de Uso C12: Ver/Alterar Dados das Instituições | 97 |
| Tabela: 3.32 – Teste Caso de Uso C13: Inserção de Instituições | 97 |
| Tabela: 3.33 – Teste Caso de Uso C14: Eliminação de Instituições..... | 98 |

Lista de Abreviaturas

| | |
|------------------|--|
| ACSS | Administração Central do Sistema de Saúde |
| ADN | Ácido Desoxirribonucleico |
| BD | Base de Dados |
| BGP-MS | <i>Belief, Goal and Plan Maintenance System</i> |
| CARS | <i>Context-aware Recommender Systems</i> |
| CART | <i>Classification and Regression Trees</i> |
| CHAID | <i>CHI-squared Automatic Interaction Detection</i> |
| CIC | Comissão para a Informatização Clínica |
| CSS | <i>Cascading Style Sheets</i> |
| DDD | Domínio de Dados Dependentes |
| DDI | Domínio de Dados Independentes |
| DM | <i>Data Mining</i> |
| ECIM | Engenharia de Computação e Instrumentação Médica |
| GPS | <i>Global Positioning System</i> |
| HARE | <i>Health-aware recommender</i> |
| HTML | <i>HyperText Markup Language</i> |
| IA | Inteligência Artificial |
| IaaS | <i>Infrastructure as a Service</i> |
| ISEP | Instituto Superior de Engenharia do Porto |
| JADE | <i>Java Agent Development Framework</i> |
| kNN | <i>k -Nearest Neighbor</i> |
| LAN | <i>Local Area Network</i> |
| MU | Modelação do Utilizador |
| PaaS | <i>Platform as a Service</i> |
| PDS | Plataforma de Dados da Saúde |
| PEM | Prescrição Eletrónica de Medicamentos |
| PHP | <i>Hypertext Preprocessor</i> |
| POI | Ponto de Interesse |
| PON | Ponto de Necessidade |
| PSIS | <i>Personalized Sightseeing Tours Recommendation</i> |
| RCU ² | Resumo Clínico Único Utente |
| REQUEST | <i>Recommendation Query Statements</i> |

| | |
|-------|--|
| REST | <i>Representational State Transfer</i> |
| RNU | Registo Nacional de Utentes |
| RSE | Registo de Saúde Eletrónico |
| SaaS | <i>Software as a Service</i> |
| SAD | Sistema de Apoio à Decisão |
| SADC | Sistema de Apoio à Decisão Clínica |
| SAM | Sistema de Apoio ao Médico |
| SAPE | Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem |
| SI | Sistemas de informação |
| SINUS | Sistema de Informação para Unidades de Saúde |
| SNS | Serviço Nacional de Saúde |
| SOMs | Mapas Auto-Organizados |
| SONHO | Sistema Integrado de Informação Hospitalar |
| SPMS | Serviços Partilhados do Ministério da Saúde EPE |
| SQL | <i>Structured Query Language</i> |
| SR | Sistema de Recomendação |
| SSL | <i>Secure Sockets Layer</i> |
| TAGUS | <i>Theory and Applications for General User/Learner-modeling Systems</i> |
| UMT | <i>User Modeling Tool</i> |
| WWW | <i>World Wide Web</i> |
| XML | <i>Extensible Markup Language</i> |

1 Introdução

A saúde assume um papel cada vez mais importante na vida quotidiana de uma pessoa, pois esta preocupa-se em manter um estilo de vida saudável. A sua monitorização pode ser realizada através da utilização das tecnologias atualmente existentes, nomeadamente os dispositivos móveis. Estes são usualmente utilizadas para diversos fins, sendo um deles o acompanhamento do estado da saúde de uma pessoa [1]. De igual forma, um turista pode rever e alterar a rota da viagem, que planeou através de uma aplicação móvel.

Assim, na área do turismo, a adição de novos componentes é importante para os sistemas atualmente existentes, pois estes são utilizados por diferentes pessoas, em qualquer sítio, ao mesmo tempo e com preferências distintas.

Como estes sistemas têm de lidar com uma elevada quantidade de dados, a utilização conjunta de elementos de Modelação do Utilizador e de Recomendação, podem melhorar a performance destes sistemas, uma vez que são processados através das técnicas aplicadas na implementação destes módulos.

Através da Modelação do Utilizador (MU), o sistema tenta deduzir as características do mesmo. Esta analisa os dados presentes no modelo de utilizador para inferir novo conhecimento acerca dele. Este, por sua vez, permitirá ao módulo de recomendação do sistema, realizar uma recomendação de acordo com o tipo e necessidade de cada utilizador [2] [3].

Os Sistemas de Recomendação (SR) geralmente são implementados através de diversas técnicas como regras, heurísticas ou algoritmos. O objetivo de um SR é o de providenciar ao utilizador uma recomendação adequada aos seus interesses [4]. Esta pode ser uma lista de objetos [5], lugares [6] ou medidas a cumprir, conforme seja a temática onde o sistema pertence.

Os módulos da MU e de recomendação têm sido incluídos em vários sistemas de diferentes domínios, nomeadamente na educação [3], na música [7], na saúde [8] e no turismo [6]. Em relação a este último poder-se-ão referenciar a título de exemplo os seguintes sistemas: Tourist Guide, TripAdvisor e DieToRecs [6].

1.1 Contexto

Segundo Neto e Freire [9], na década de 90, o turismo já assumia um papel relevante na sociedade portuguesa, sendo um facto reconhecido ao nível económico. A nível cultural é igualmente importante para o desenvolvimento da sociedade, neste caso, portuguesa, no sentido em que os turistas que visitam Portugal têm diferentes e variadas proveniências: Itália,

Bélgica, Brasil, entre outros [9]. Assim, esta atividade é considerada como um motor de troca de conhecimento e comunicação entre diferentes povos e culturas. No seu estudo, Neto e Freire encontraram diversas definições de turista e categorizaram diferentes tipos de visitantes (turista, viajante, excursionista, migrante, estudante estrangeiro, entre outros), como sendo pessoas que se deslocam voluntariamente por diversas razões e durante uma estadia curta [9].

Existem diversos estudos [9], que visam a compreensão do fenómeno do turismo, sob várias perspetivas, no âmbito de diferentes ciências sociais, como a economia, geografia, antropologia e sociologia. Destacam-se os estudos económicos, onde foram referidos alguns aspetos, tais como: o benefício do turismo numa determinada comunidade, as preferências por determinados destinos turísticos, os perfis dos turistas e todo o seu mercado envolvente. Relativamente aos estudos sociológicos, os aspetos analisados centram-se no impacto do turismo na autoestima local, nas oportunidades de emprego e na mudança social emergente [9].

As relações entre a saúde e o turismo foram analisadas num estudo feito a um grupo de brasileiros. Estes foram interrogados sobre a segurança, a prevenção e a procura de atendimento nos cuidados de saúde [10].

Em tempos de férias, o turismo é a atividade mais desejada pelas pessoas, pois geralmente fazem-no, por motivo de lazer [10]. Quando uma pessoa viaja, existe a probabilidade de ficar exposta a certas situações, que podem ser perigosas, mesmo a nível de saúde. Assim, o turismo pode ser encarado como uma atividade de risco, no sentido em que o turista pode estar sujeito a perigos conhecidos ou não, visto que se encontra num local que não lhe é familiar. Os problemas resultantes da viagem podem afetá-lo durante ou depois da mesma. Ao estudar estes problemas dever-se-á ter em conta tanto as características do turista, como as condições ambientais e institucionais do local da viagem [10].

Como a relação entre o turismo e a saúde é uma consequência das interações entre instituições, pessoas e lugares desconhecidos, esta pode ser complexa. Um efeito resultante desta relação pode ser a contaminação dos habitantes locais por uma doença do turista ou vice-versa [10].

Relativamente à prevenção e assistência de saúde em viagem, conclui-se que [10] os turistas gostariam de receber informações de saúde, antes da viagem e no próprio local da mesma, quer através de uma agência de turismo, quer através da Internet.

No que respeita à resolução de problemas de saúde, as soluções apresentadas por eles foram: recorrer ao uso de medicamentos, vacinas, seguros de saúde, regressar a casa e consequentemente interromper a viagem, ou ir a uma instituição de saúde. Neste caso, as opiniões divergiam conforme a gravidade do problema. Em relação ao atendimento médico,

este estaria condicionado, tanto pelo meio de transporte do turista como do seu seguro de saúde. Sendo que as instituições de saúde consideradas para a resolução do problema foram a farmácia, hospital e centro de saúde [10].

Assim, é importante existirem redes de apoio social, pois verificou-se a inexistência de medidas específicas de ajuda a estes grupos [10].

Para concluir, Matos [10] refere que é importante apresentar aos turistas, informação de qualidade, no sentido de auxiliar nas necessidades relacionadas com problemas de saúde anteriores. Uma vez que a informação foi considerada um fator redutor de vulnerabilidade na saúde, pois, através desta, uma pessoa pode precaver-se, sendo fundamental a existência de serviços de apoio à prestação de ajuda e informações adequadas às necessidades do turista. Estes podem ir desde a resolução de possíveis problemas, até à prestação de cuidados de saúde [10]. Um sistema que possa prestar informações de auxílio ao turista em aspetos de saúde é muito importante para o turismo, na medida em que pode fomentar o aumento da chegada de turistas a um determinado local, pois estes sentir-se-iam menos receosos. Estimular-se-iam deste modo diversos pontos de uma sociedade, como a economia, a cultura e a aprendizagem.

Quando um turista planeia a sua viagem, pensa no alojamento, na restauração e nos locais a visitar. Normalmente não tem em conta, que poderá ter que ir ao médico devido a uma gastroenterite, por exemplo. Com este projeto, pretende desenvolver-se um módulo de recomendação no âmbito da prestação de informações relacionadas com as possíveis necessidades de saúde do turista. Este módulo será integrado num sistema previamente existente desenvolvido no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), o TOURSPAN¹ [11]. Alguns módulos deste estão a ser atualmente, utilizados no portal de turismo da Câmara Municipal do Porto.

Em resumo, no caso de um turista precisar de cuidados de saúde, o sistema recomendar-lhe-á uma lista de instituições adaptadas às suas necessidades. Estas, por sua vez, podem variar conforme o seu historial clínico, o qual constituirá o seu modelo de utilizador.

1.2 Objetivos

Nesta secção são apresentados os objetivos que se pretendem alcançar com a realização desta dissertação. Começa-se com o objetivo geral, sendo de seguida apresentados e explicados os objetivos específicos.

¹*Tours Planning Support System*: <https://www.gecad.isep.ipp.pt:9090/rmine/projects/toursplanp>
último acesso 03/07/2013

1.2.1 *Objetivo Geral*

O objetivo principal desta dissertação centra-se no estudo e consequente proposta e desenvolvimento de um módulo de recomendação. Este servirá de apoio ao turista, nos cuidados de saúde que ele possa necessitar.

Desta forma, pretende-se desenvolver um módulo de recomendação híbrido que use um modelo de utilizador, abordagem baseada em conteúdo e algoritmos de classificação, possibilitando auxiliar o turista a encontrar a informação que procura. Assim, desenvolver-se-á uma aplicação, que consiga dar ao utilizador uma recomendação adequada às suas necessidades.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

No sentido de concretizar o objetivo geral foram definidos objetivos específicos. Estes são enumerados de seguida:

- Definição do modelo de utilizador, tendo em conta a temática onde está inserido e a sua finalidade. Através deste modelo pretende inferir-se os tipos de turistas e as suas preferências. É uma parte determinante para a performance do sistema de recomendação, porque estes dados vão influenciar a qualidade da recomendação dada pelo sistema;
- Definição, adaptação e desenvolvimento dos algoritmos necessários para a recomendação tomando em consideração o modelo de utilizador. A utilização de algoritmos de recomendação híbridos tem sido muito discutida por ser uma forma mais eficaz de recomendar ao utilizador o que ele realmente procurava, pois considera o seu perfil, os seus gostos anteriores e os gostos de outros utilizadores com um perfil semelhante ao seu [12]. Por forma a estabelecer uma relação entre a base de dados e as restantes partes do sistema, pretende-se criar um modelo de acesso a dados. Pretende-se também desenvolver uma aplicação, que em termos de usabilidade e ergonomia, seja acessível e apelativa de usar para diferentes tipos de pessoas, consoante a sua idade, condição física ou cultura;
- Desenvolvimento de ferramentas intuitivas de avaliação da aplicação. Estas devem permitir aos utilizadores avaliarem a aplicação de uma forma rápida e eficaz.

Pretende-se que a aplicação desenvolvida possa, futuramente ser evoluída por outros profissionais de uma forma facilitada e objetiva.

1.3 Preâmbulo

A crescente inclusão de módulos de recomendação em diversos sistemas de guias turísticos permite encontrar diferentes aplicações para a temática do turismo [2]. Estas são implementadas tanto em aplicações baseadas em tecnologias web como em tecnologias móveis. Existem muitas aplicações no âmbito da saúde, que conjugam números de assistência médica com opiniões de profissionais e listas de farmácias, embora não incluam as necessidades do utilizador. Assim, é possível encontrar aplicações individuais tanto para saúde como para turismo, porém o mesmo não aconteceu para aplicações que estivessem enquadradas em ambas as temáticas.

A motivação para a realização deste trabalho surge devido à possibilidade de aliar conhecimentos adquiridos ao longo da Licenciatura de Engenharia de Computação e Instrumentação Médica (ECIM) ao nível da programação Web no âmbito da saúde (Informática Médica), com os novos conhecimentos adquiridos ao longo do Mestrado ECIM ao nível da IA. Outro fator relevante centra-se na possibilidade do módulo resultante desta dissertação vir a integrar o sistema de recomendação desenvolvido pelo ISEP, como foi referido anteriormente, ou seja, ser uma mais-valia na vida das pessoas que o utilizam e recomendá-lo-ão a futuros utilizadores.

1.4 Contributos

De seguida apresentam-se alguns dos contributos desta dissertação:

- Foi submetido um artigo numa revista de sistemas de informação e tecnologias;
- Desenvolvimento de um sistema inovador que junta dados de saúde analisados através da Modelação do Utilizador, os quais serão posteriormente utilizados por um módulo de recomendação. Este, por sua vez, irá fornecer sugestões adaptadas a um utilizador enquadrado no âmbito do turismo. Esta interligação não foi encontrada durante a revisão bibliográfica.
- Definição de um modelo de utilizador que abrangesse os vários tipos de turistas.
- A demonstração de que a solução implementada, conjugando técnicas de classificação com algoritmos baseados em conteúdo, permite fornecer uma recomendação adequada às necessidades cada utilizador, visto que se incluem e analisam vários dados sobre o mesmo, conseguindo dar-lhe uma recomendação satisfatória.

1.5 Organização da dissertação

Este documento encontra-se dividido nas seguintes partes:

- No primeiro capítulo, apresenta-se a contextualização, objetivos e motivação para a realização desta dissertação.
- No segundo capítulo, abordar-se-á o estado da arte desta dissertação. Inicialmente introduz-se e desenvolve-se o conceito de sistemas de recomendação. De seguida, aplica-se o mesmo princípio à modelação do utilizador, finalizando com os sistemas de prescrição. A comparação de diferentes aplicações existentes será feita ao longo destes subcapítulos.
- De seguida, no terceiro capítulo, a aplicação desenvolvida é apresentada e descrita com a ajuda de esquemas e a apresentação dos algoritmos utilizados.
- Finalmente, no quarto capítulo, apresentam-se as conclusões obtidas com a realização desta dissertação e os pontos que podem ser melhorados futuramente.

2 Sistemas de Recomendação

Neste capítulo, apresentam-se os Sistemas de Recomendação, mais especificamente os seus componentes e as abordagens utilizadas para a sua implementação. Falar-se-á da Modelação do Utilizador e, finalmente, dos sistemas de prescrição eletrónica.

2.1 Introdução

Um sistema de recomendação aconselha ao utilizador uma determinada gama de itens², de entre todos os disponíveis. Este tem como objetivo fornecer ao utilizador o conteúdo que apenas está de acordo com as suas preferências. Isto permite reduzir a quantidade de informação que o utilizador teria de analisar até encontrar o que pretenda [5].

Estes sistemas utilizam diferentes técnicas, cuja finalidade seria filtrar esses itens, selecionando assim os mais adequados a cada utilizador e fundamentando-se numa base de conhecimento (modelo de utilizador). Através desta filtragem, o utilizador pode navegar mais facilmente em espaços onde existam grandes quantidades de informação, sobre os mais diversos itens [6] [13].

Para fornecer uma recomendação, um SR segue determinados passos. São eles: recolha de informação acerca do utilizador, filtragem e processamento de dados (Figura: 2.1), segundo uma determinada abordagem. Esta pode ser: baseada em conteúdo, no contexto, colaborativa ou híbrida.

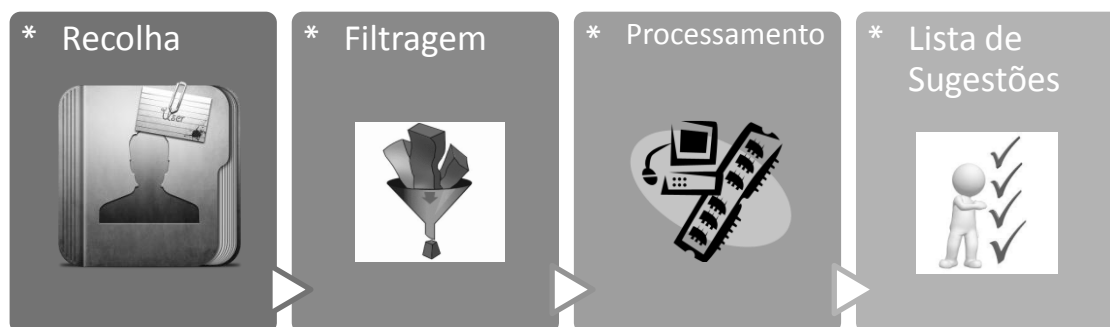


Figura: 2.1 - Fases de Recomendação

Quando um utilizador pede uma recomendação ao sistema, o primeiro passo que este executa é analisar o seu perfil. Assim, para o construir, o sistema utilizará o que melhor se ajusta à personalidade humana (gostos/preferências e interesses), os quais poderão ser

² Devido à existência de muitos sistemas de recomendação na área do *e-commerce*, a tendência para os descrever utilizando termos desta área é recorrente, nos diversos estudos analisados. Assim, a palavra “item” é utilizada como sendo o produto que é recomendado ao utilizador. Por exemplo, um sistema que recomende filmes, a palavra “itens” corresponde aos diferentes filmes existentes. Outros exemplos são os medicamentos, anúncios publicitários, programas de televisão, entre outros.

observáveis através do histórico de navegação do utilizador, entre outros, como a interação do utilizador com o sistema.

O passo correspondente à fase de seleccionar os diferentes itens disponíveis na BD relaciona-se com a recolha de informação sobre o utilizador, que pode ser feita de diferentes formas (ver secção 2.3). Esta recolha vai permitir adequar melhor os itens disponíveis às preferências do utilizador [5].

Após a recolha de informações, passa-se à filtragem de informação. Esta serve para remover ruído, ou seja, recolher apenas a informação relevante para a recomendação a fazer, sendo seguida da fase de processamento dos dados recolhidos (ver secção 2.4).

O domínio onde a aplicação está inserida é outra questão importante a definir na altura da sua implementação, consoante o mesmo, diferentes dados são utilizados para a recomendação.

2.2 Representação dos Dados

Segundo Pazzani [12], há diferentes formas de representação de dados. Esta representação pode ser feita de diversas formas, uma vez que as recomendações se alteram conforme as descrições dos itens e estas, por sua vez, variam a sua representação [12].

Na forma estruturada, a cada item corresponde um conjunto de atributos, os quais têm um valor associado. Estes podem ser booleanos ou inteiros [12].

Na forma não estruturada, o texto não tem restrições, não havendo, portanto, uma organização definida. Aqui não é possível atribuir valores bem definidos aos atributos. São exemplos destes textos livres: os artigos, resumos, opiniões, entre outros [12].

Nos campos de introdução deste tipo de textos não é possível uniformizar a forma de escrita. Assim, os dados provenientes destes textos possuem características como: diferentes tamanhos, idiomas, símbolos (letras de diferentes alfabetos, números, entre outros...) e erros de escrita ou de caligrafia. O que levará a um elevado tempo de processamento de toda a informação, para além de que pode comprometer a precisão do sistema. Por isso, é de evitar a utilização de textos livres como entrada (*inputs*) [12].

Para além deste problema, há ainda a polissemia (a mesma palavra pode ter vários significados) e a sinonímia (diferentes palavras podem ter o mesmo significado) que, consoante a origem do utilizador, implicariam provavelmente diferentes tratamentos das palavras. Não sendo possível, nos dados não estruturados, a atribuição de valores concretos, dever-se-á refletir sobre quando, onde e porquê a utilização de campos de introdução de texto livre [12].

Nos dados semiestruturados, os atributos poderão ser referenciados através de valores bem definidos e campos de texto livre [12].

2.3 Recolha de Informação

A primeira etapa a ter em conta no desenvolvimento de um sistema de recomendação é a recolha de informações acerca do utilizador. Esta realizar-se-á de forma implícita e/ou explícita [1]. Um exemplo de recolha explícita de informação, consiste no registo do utilizador num sistema, em que os seus dados ficam armazenados. Estes registos deverão ser curtos, apelativos e concisos, no sentido de agilizar o processo do seu preenchimento.

O utilizador não terá de se preocupar com a recolha de dados, quando esta é feita de forma implícita. Desta forma, a recolha acontecerá enquanto o utilizador interage com a aplicação em questão. Durante a sessão, o sistema guardará o histórico de navegação do utilizador, analisando-o durante a mesma ou posteriormente [1] [5].

Todo este processo se denomina personalização, mais direcionada para a compreensão do comportamento, necessidades e competências do utilizador individual [1] [5].

2.4 Processamento dos Dados

O tratamento de informação e conseqüente processamento de dados pode ser implementado utilizando diversas técnicas, provenientes quer da área da Inteligência Artificial quer da área da Otimização, tais como: *stemming*, métrica de similaridade, personalização, entre outras. De seguida, algumas técnicas são abordadas com mais pormenor.

O *stemming* é um processo de redução de palavras até à sua “raiz”. Os diferentes algoritmos associados a este processo recolhem diferentes palavras, normalmente todas da mesma família e retiram as letras e/ou os símbolos que as compõem, facilitando a sua análise pelo sistema de recomendação. O seu objetivo é traduzir todas as palavras inseridas, numa só que signifique o mesmo para o sistema. O valor da variável associada a esse termo é um número real que represente o grau da sua importância, onde normalmente é associado um peso correspondente, que diferenciá-los-á [12]. O processamento dos dados não estruturados está simplificado, como o texto livre referido anteriormente.

Durante o processo de *stemming*, a relação entre as palavras é desfeita, porque elas “perdem” o seu contexto, não devendo por isso ser guardadas de uma forma estruturada, quando tratadas deste modo. Assim, segundo Pazzani, os dados representados de forma não estruturada devem ser processados usando diferentes técnicas, para que quando comparados com os dados representados de forma estruturada, não originem dificuldades de interpretação [12].

A métrica de similaridade é igualmente utilizada para processamento de dados. Esta pode ser representada por uma função matemática, por exemplo, que receba duas entradas e retorne um valor que reflita a semelhança entre elas respeitando, um determinado objetivo [12] [13].

A informação que é apresentada ao utilizador, numa aplicação, pode ser escolhida por si. Este processo é denominado de personalização e pode ser realizado através de *checkbox*, menu *dropdwon* ou por texto livre. As opções selecionadas são, posteriormente, armazenadas. Quando o utilizador volta ao sistema, ser-lhe-á apresentada, apenas, a informação correspondente às suas preferências [12].

Contudo, os sistemas que utilizam esta técnica apresentam limitações, pois exigem algum “esforço” dos utilizadores. Este relaciona-se com a seleção das suas preferências, as quais podem sofrer alterações. Exemplificando: o utilizador, ao selecionar que gosta de gelado, pode estar a pensar no verão, assim já não fará sentido recomendá-lo numa época de inverno [12].

A forma como os itens recomendados são apresentados ao utilizador, é outra limitação, porque, quer sejam muitos ou pouco itens a apresentar, esta técnica não especifica a ordem a proceder [12].

Nos sistemas baseados em regras, a seleção dos itens sugeridos fundamenta-se no histórico do utilizador, tendo em conta as regras implementadas no sistema. Apesar destes sistemas formularem muitas regras para a recomendação, esta não será tão personalizada, como outras sugestões realizadas por outras técnicas [12].

Segundo Nores et al [8], independentemente da estratégia de filtragem utilizada, a maioria dos sistemas de recomendação baseiam-se em técnicas heurísticas ou de correspondência sintática, para relacionarem itens. A descrição destes é analisada, através da procura de palavras escritas de forma semelhante. Contudo, podem existir itens que não serão recomendados devido à inexistência de palavras comuns. Veja-se o exemplo das palavras *golden retriever* e *boxer*. Através desta técnica, não é possível criar uma ligação entre estas palavras, assim, estes itens não seriam recomendados em conjunto. Apenas seriam recomendados itens que tivessem uma correspondência muito semelhante às palavras associadas ao perfil do utilizador [8].

Outra técnica consiste em considerar o significado das palavras, através da utilização de ontologias. Estas, em Inteligência Artificial, consistem em termos que representam o conhecimento de um determinado sistema. Este pode ser descrito através de diferentes termos e suas relações [8]. É possível conciliar as estratégias apresentadas anteriormente com esta nova abordagem. Assim descobrem-se os itens, que melhor se adaptem aos interesses de cada utilizador, fundamentando-se nas descrições semânticas das palavras [8].

2.5 Abordagens para a Implementação de Sistemas de Recomendação

Existem diferentes abordagens para implementar um sistema de recomendação num sistema. São exemplos disso a filtragem baseada em conteúdo e em contexto, a filtragem colaborativa e a híbrida, entre outros.

A abordagem baseada em conteúdo tem em conta somente as preferências associadas ao perfil do utilizador, para efetuar uma recomendação. É utilizada quando se pretende recomendar ao utilizador itens semelhantes, aos que ele já adquiriu previamente.

A abordagem colaborativa tem em conta o perfil dos utilizadores com características comuns ao utilizador em questão, para lhe recomendar novos itens. É utilizada sob o princípio de que utilizadores com gostos semelhantes poderão estar interessados nos mesmos itens. A título de exemplo, alguns sistemas criados segundo esta abordagem são: o Tapestry, o MovieLens (sistema de recomendação de filmes) e o Ringo (sistema de recomendação de música) [5] [13].

A abordagem baseada no contexto conjuga diferentes fatores, como a hora, o tempo ou localização, para realizar a recomendação. É utilizada quando se pretende fazer uma recomendação baseada no contexto onde o utilizador está inserido, para além das suas preferências ou amigos.

Estas abordagens são diferentes, contudo, o seu objetivo comum é realizar uma recomendação de acordo com as necessidades e interesses de cada utilizador.

A abordagem híbrida combina várias técnicas para construir um sistema de recomendação. Normalmente, a abordagem híbrida apresenta mais vantagens do que as anteriores, porque culmina no melhor de cada técnica, oferecendo uma recomendação mais inteligente ao utilizador, visto que considera todas as opções segundo as suas preferências.

2.5.1 *Abordagem Baseada em Conteúdo*

Na abordagem baseada em conteúdo, a descrição dos itens a recomendar é comparada com as características dos itens previamente adquiridos pelo utilizador. Desta forma, encontrar-se-ão os que melhor se adequem às necessidades de cada indivíduo [1].

A interação do utilizador com o sistema permite-lhe recolher informações sobre suas as preferências. O sistema vai monitorizando o grau de interesse que o utilizador demonstra pelos itens que lhe são apresentados, através de comentários seus ou de classificações usando estrelas, entre outros meios. Isto permite que o perfil do utilizador seja atualizado com novas preferências [12].

Contudo, nesta abordagem, os itens recomendados ao utilizador são muito parecidos. Isto pode tornar-se uma desvantagem, no momento em que o utilizador procura um item com características diferentes daquelas presentes no seu perfil [1].

Segundo Pazzani [12], os algoritmos de aprendizagem de classificação são os mais apropriados para a abordagem baseada em conteúdo, através da utilização de funções matemáticas. Tendo em conta o modelo de utilizador criado e o novo item a recomendar, a função prevê se o utilizador estaria interessado no item ou não. O valor retornado pela função pode ser um valor probabilístico ou, no caso de uma lista de diferentes itens, pode ser representado através de uma escala/grau de possível interesse no determinado item. Assim, as técnicas mais utilizadas são [12]:

- Árvores de Decisão: constituídas por nós que representam os atributos dos objetos a analisar;
- Regras de Indução: constroem-se através da análise de tendências nos itens armazenados;
- Métodos de Vizinhança mais próxima: este compara o novo item com os itens armazenados usando uma função de similaridade, determinando “os mais próximos”;
- *Feedback* Relevante: serve para ajudar os utilizadores a refinar a sua consulta para receberem os documentos que realmente procuram, através da classificação da sua relevância, guardando dados para futuras consultas;
- Algoritmo de Rocchio: através da classificação da relevância ou não de um documento por parte do utilizador, este é recuperado para mostrar numa consulta. Os parâmetros utilizados atuam como pesos para influenciar a escolha de determinados documentos em prevalência de outros;
- Classificadores Lineares: consiste na multiplicação de um vetor representativo do conhecimento e de outro representativo de um documento, que resulta numa predição numérica;
- Métodos Probabilísticos: mede a quantidade de vezes que uma palavra aparece num documento. Conforme essa quantidade, o documento é classificado;
- Redes Bayes: é semelhante ao anterior mas refere-se à probabilidade de uma palavra aparecer.

Estes algoritmos fazem parte da área da IA e alguns serão abordados mais à frente (ver secção 2.7.1). São algoritmos direcionados para trabalhar com dados estruturados, no caso de

dados provenientes de texto livre, estes deverão ser tratados primeiro, através de uma fase de pré-processamento [12].

Os primeiros sistemas de recomendação baseados em conteúdo eram implementados com a tecnologia relacionada com a recuperação da informação através de diferentes métodos, como o Rocchio, por exemplo. Depois da explosão da *World Wide Web* (WWW), as técnicas de *machine learning* começaram a ser utilizadas na modelação de utilizador [12].

Pazzani [12] apresenta uma limitação desta abordagem, no sentido da aprendizagem das preferências do utilizador. Esta limitação consiste no facto de nenhum sistema de recomendação baseado em conteúdo, poder dar recomendações adequadas ao utilizador, caso não haja informação suficiente. Uma vez que induz em erro, porque o sistema não tem a capacidade de discernir o que o utilizador normalmente prefere. Desta forma, Pazzani defende que é possível aprender perfis utilizando características tanto da abordagem baseada em conteúdo como da abordagem colaborativa, através da combinação de diferentes técnicas, uma vez que as informações recolhidas por uma, ajudam a complementar a outra.

Por outro lado, Pazzani salienta que as regras simples baseadas em conteúdo podem igualmente ser utilizadas para filtrar os resultados de outros métodos, como a filtragem colaborativa [12].

Segundo Cazella [5], uma técnica muito utilizada na abordagem baseada em conteúdo é a indexação de frequência de termos. Nesta técnica, tanto as palavras que constituem a pesquisa do utilizador, como os documentos armazenados, são representados por vetores. Quando se pede uma recomendação, estes vetores são comparados. De acordo com o grau de semelhança entre eles, um resultado será apresentado.

Existem ainda outras técnicas como [5]:

- Índices de busca booleana: utiliza-se palavras-chave unidas por operadores booleanos para elaborar a consulta;
- Filtragem Probabilística: serve para determinar a probabilidade de o documento enviado para o utilizador é o que ele realmente precisa, através de raciocínio probabilístico.

2.5.2 Abordagem Colaborativa

A abordagem de recomendação colaborativa baseia-se no conhecimento parcial das preferências do utilizador, ou seja, na avaliação feita pelo utilizador a um conjunto de itens compreendidos num determinado domínio [1]. Nesta abordagem assume-se que a classificação pode ser semelhante em utilizadores com preferências idênticas. Sendo assim, a classificação de um artigo, proveniente de um utilizador que goste de jardinagem, pode ser

utilizada para prever a classificação desse mesmo artigo, por outro utilizador com os mesmos interesses [1]. Desta forma, através desta abordagem, é possível recomendar ao utilizador itens com características diferentes das que normalmente procuraria [5].

Contudo, a abordagem colaborativa também apresenta desvantagens, relativamente a grandes volumes de dados. Estes necessitam de um elevado tempo de processamento e memória para serem analisados, uma vez que é preciso realizá-lo para todos os dados de todos os utilizadores do sistema.

Quando o repositório de dados tem pouco utilizadores registados, a classificação não poderá ser precisa e/ou exata, devido à inexistência de dados para comparar [1]. Se existe um item na BD ainda não comentado/avaliado por nenhum utilizador, tornar-se-á complicado prever para que tipo de utilizador esse item poderá ser recomendado [5].

Outro problema reside no facto de que poderão existir utilizadores com gostos diferentes dos restantes, na medida em que as classificações feitas pelos primeiros poderão não contribuir substancialmente para ajudar na recomendação a novos utilizadores [5].

Todas estas limitações relacionam-se com o “*cold-start problem*” mencionado por Coelho [6], relativamente à curva de desempenho desta abordagem. Na fase inicial do ciclo de vida de uma aplicação que a utilize, essa curva começa com valores muito baixos, porque não tem as classificações que precisa por parte do utilizador para dar recomendações satisfatórias a outros. A partir do momento em que a aplicação tem mais utilizadores a comentarem itens ou a avaliá-los com maior frequência, o algoritmo torna-se mais eficiente e a probabilidade das recomendações serem mais adequadas aos outros utilizadores, aumenta [6].

Diversos algoritmos poderão ser utilizados para implementar um sistema de recomendação baseado na abordagem colaborativa. Honka refere que os algoritmos “*K-Nearest Neighbor*” (kNN) são os mais utilizados nesta abordagem [1]. Segundo Cazella [5], o algoritmo kNN ou “*user-based*” começa por avaliar a similaridade entre utilizadores (através da correlação de Pearson, por exemplo), por meio da utilização de pesos. De seguida, seleccionam-se os utilizadores com maior grau de similaridade, normalizam-se as avaliações e fazem-se previsões [5].

2.5.3 Abordagem Baseada no Contexto

Recentemente, a abordagem de recomendação baseada no contexto (*Context-aware Recommender Systems – CARS*) [14] tem em conta o meio onde o utilizador está inserido (tempo, localização ou hora atual) [14]. Os defensores desta abordagem afirmam que acrescentar esta informação enriquece a recomendação [15], uma vez que as abordagens anteriores focam-se somente nas características do utilizador ou dos itens [14].

Adomavicius e Tuzhilin [14] recolheram diversas informações relacionadas com a temática “O que é o contexto?” e concluíram que conforme as disciplinas onde o mesmo está inserido, este assume diferentes significados. Assim, Adomavicius e Tuzhilin responderam a essa pergunta de acordo com os domínios onde os sistemas de recomendação são utilizados, nomeadamente em data *mining*, e-commerce, sistemas ubíquos e móveis baseados no contexto, bases de dados, recuperação de informação (*information retrieval*), em marketing e gestão [14].

Os CARS têm como objetivo modelar e prever as preferências e gostos do utilizador incorporando explicitamente a informação contextual disponível no processo de recomendação [14]. Assim, estas preferências são expressas por *ratings*, que são modelados em função do utilizador, item e contexto. Desta maneira, este especifica a informação contextual associada à aplicação. O contexto pode ser de diferentes tipos, considerando diversos aspetos (tempo, localização (exemplo: cinema), companhia para realizar a tarefa, comprar ou oferecer, etc.). Cada tipo de contexto poderá ter uma estrutura complexa.

Um exemplo de como uma recomendação pode ser modificada consoante o contexto, acontece, quando um sistema tem de recomendar um filme a um estudante. Neste caso, o sistema analisará se o filme é para ver com a família ou com os amigos, durante a semana ou ao fim de semana.

O contexto pode ser visto de duas formas [14]:

- Representacional: a estrutura do contexto não muda significativamente com o tempo, ou seja, o contexto tem um conjunto de atributos observáveis predefinidos;
- Interacional: os atributos não são propriamente observáveis, embora se consiga perceber que o comportamento do utilizador é induzido por algum tipo de contexto.

Existem duas formas para chegar ao valor dos *ratings* [14]. A primeira usa taxonomias, que podem ser representadas por árvores ou grafos, ou seja, os *ratings* são guardados em estruturas hierárquicas. Quanto à segunda, serão guardados em cubos multidimensionais (por exemplo: utilizador, item e tempo em correspondência com a altura, largura e comprimento respetivamente) [14].

Segundo esta abordagem, um aspeto relevante no processo de recomendação, é o facto de nem toda a informação contextual ser útil ou importante para o mesmo. Por isso, é preciso saber qual o objetivo da aplicação para, de acordo com o seu âmbito, escolher quais os atributos do contexto a utilizar. Existem diferentes formas de determinar a importância de um dado tipo de informação contextual, como por exemplo: manual (através de um perito) ou

automaticamente (utilizando técnicas de IA). Como referido anteriormente, esta informação pode ser obtida de forma explícita ou implícita, havendo ainda a possibilidade desta ser inferida através de técnicas de *data mining*, ou modelos de previsão, por exemplo [14].

O contexto pode ser incluído nos sistemas de recomendação de diferentes formas [14]. A primeira consiste em adicionar informação relevante ao paradigma da filtragem colaborativa, sob a forma de exemplos de itens importantes para as tarefas específicas do utilizador. Tendo como exemplo a recomendação de compra de um livro para oferecer a uma criança, ter-se-ia em conta os livros que ela já tem ou gosta. O sistema tendo essa informação, irá refinar a recomendação. Desta forma, poder-se-ão ter resultados mais satisfatórios. Contudo, ainda não inclui uma noção mais clara de contexto.

A segunda consiste na recomendação via pesquisa e consulta orientada pelo contexto, que tem sido utilizada em sistemas móveis e para turismo. Esta técnica consiste em usar informação contextual atualizada e os interesses específicos do utilizador, como questões para seleccionar, numa BD, o conteúdo mais apropriado (abordagem semelhante à baseada no conteúdo – secção 2.5.1).

A terceira consiste na recomendação via extração de preferências contextual e estimativa. Esta tenta modelar e aprender as preferências do utilizador, através da observação da sua interação com o sistema e com os outros utilizadores do mesmo (esta abordagem é semelhante à colaborativa – secção 2.5.2). A título de exemplo, os sistemas *UbiquiTO* e *News@hand* são aplicações que combinam estas duas técnicas no mesmo sistema.

A inclusão do contexto num sistema de recomendação pode ser feita antes da fase de recolha da informação no processo de recomendação. Assim, na altura de recolher os dados para a informação, estes serão filtrados conforme o contexto em que o utilizador está inserido. Posteriormente, far-se-á a previsão dos *ratings*.

No caso de a inclusão ocorrer após a recolha de informação, o conjunto de recomendações será contextualizado para cada utilizador.

O contexto também pode ser introduzido na função de recomendação, originando assim uma função multidimensional; contrariamente às anteriores, que usam a função 2D (utilizador e item). Para a sua implementação podem usar-se modelos de previsão ou heurísticas (cálculo de distância da vizinhança através do método Manhattan ou Euclidiana), entre outros modelos [14].

Um dos problemas apontados pelos autores está relacionado com a especialização do contexto. Se forem utilizados muitos atributos para compô-lo, poderão faltar dados suficientes para a escolha a recomendar. Os autores defendem que as diferentes formas abordadas anteriormente, devem ser estudadas e relacionadas com as outras abordagens (abordagem

colaborativa com a abordagem baseada em conteúdo), de um modo mais aprofundado, para que se consigam obter recomendações mais satisfatórias [14]. Uma vantagem apresentada por Beer consiste no facto desta abordagem ser independente do domínio. Por isso, pode ser implementada em qualquer aplicação [7].

A *Recommendation Query Statements* (REQUEST), baseada no modelo multidimensional, suporta diferentes características, sendo flexível, no sentido de melhor satisfazer as necessidades dos utilizadores. A REQUEST é uma linguagem de uniformização de *queries*. Estas correspondem às consultas/pesquisas feitas pelos utilizadores e são analisadas nas técnicas descritas para esta abordagem [14].

Segundo Beer et al [7], as aplicações onde os módulos de Recomendação estão implementados, devem satisfazer os seguintes requisitos [7]:

- Personalização dinâmica e flexível: o utilizador deve ser capaz de especificar fatores de impacto, os quais permitam adequar a interface da aplicação às suas preferências/necessidades.
- Aspeto temporal: à medida que o tempo passa, o contexto pode alterar-se. Por exemplo, querer comprar um item hoje é diferente de querer comprá-lo daqui a 20 anos. Assim, na implementação de uma aplicação deve ter-se em conta que o conteúdo de certas BDs muda com o tempo.
- Transparência: é um requisito que pode melhorar muito a performance de um sistema deste tipo, principalmente, no que respeita às explicações a dar ao utilizador.
- Performance: é um requisito crucial para as aplicações móveis, porque estes sistemas têm de analisar diversos dados para a recomendação, tendo igualmente em conta a localização e a atividade do utilizador. Têm ainda a necessidade de dar resultados imediatos, ou seja, conseguir dar uma recomendação, assim que o utilizador a solicita.
- Qualidade: é um requisito que pode solicitar a interação explícita do utilizador, no sentido de lhe pedir opinião, relativamente às recomendações que lhe são fornecidas. Os questionários são exemplos disso. A qualidade pode igualmente ser avaliada através da realização de testes com conjuntos de dados específicos.

A título de exemplo, existem os seguintes projetos na área dos guias turísticos, implementados segundo a abordagem baseada no contexto: Cyberguide Project [16], GUIDE [17], INTRIGUE [18], COMPASS [19], MyMap [20] e *Personalized Sightseeing Tours Recommendation* (PSIS) [15].

2.6 Outras Abordagens dos Sistemas de Recomendação

Para cada uma das abordagens estão associados uma série de passos para levar a cabo uma boa recomendação, ou seja, há uma combinação de diferentes algoritmos e técnicas estatísticas associadas para chegar a uma lista de recomendações, que é apresentada ao utilizador. Nesta subsecção são apresentadas outras abordagens, que podem igualmente ser utilizadas para aperfeiçoar a recomendação.

Assim, podem considerar-se as seguintes estratégias para efetuar a recomendação [5]:

- Listas de recomendação;
- Recomendação por utilizador específico;
- Associação por conteúdo ou recomendação por associação (por exemplo “utilizadores que se interessaram por X também se interessaram por Y”).

Nas listas de recomendação, os itens são organizados por categorias. Posteriormente, as listas pré-definidas são apresentadas aos diferentes utilizadores. Os sistemas de venda *online* usam esta técnica. Nomeadamente, enquanto se pesquisa por determinado produto, é usual ver-se ao lado uma lista com os itens mais vendidos. Uma desvantagem centra-se no facto destas listas não serem personalizadas para um só utilizador [5].

A recomendação por utilizador específico tem por base a recolha de informação implícita e explícita, ou seja, itens já adquiridos ou apreciados pelo utilizador e seu histórico de navegação. Isto permitirá inferir sobre a probabilidade de vir a gostar de um determinado item novo e, a partir daí, recomendá-lo ou não [5].

No campo do comércio é possível verificar que muitas vezes determinados itens de diferentes origens são vendidos normalmente em conjunto. A análise deste tipo de vendas permitiu perceber que as associações de itens permitia aumentar as vendas. Assim, surge a associação por conteúdo. A temática de “os utilizadores que se interessaram por X também se interessaram por Y”, também pode originar recomendações por associação, mas neste caso destinadas aos utilizadores [5].

Nesta temática, em vez de se estudarem os produtos adquiridos em conjunto nas diferentes compras, analisa-se o histórico de compras dos utilizadores. Isto permitirá recomendar-lhes um item, adquirido previamente por outros (utilizadores). Estes dados podem estar armazenados numa BD, por exemplo, e serem analisados através da deteção de padrões [5].

2.7 Modelação do Utilizador

A modelação do utilizador é o processo que permite ao sistema guardar a informação acerca dos seus utilizadores. Esta informação pode ser utilizada de diversas formas, com o intuito de melhorar e personalizar a experiência do utilizador com o sistema [6].

Como se pode ver na Figura: 2.2, do processo de Modelação do Utilizador resulta o modelo de utilizador. Este é uma representação dos interesses do utilizador, possuindo diferentes dados que o caracterizam. Esta informação é utilizada na fase seguinte do processo de MU – descoberta de conhecimento. Aqui o novo conhecimento acerca do utilizador é inferido. Finalmente, o sistema adapta-se a esta nova informação e o modelo de utilizador é atualizado. Segundo a perspetiva do utilizador, este componente serve para melhorar a eficiência do sistema [6].

O módulo de descoberta de conhecimento pode ser implementado utilizando técnicas de *Data Mining*. Estas permitem inferir novo conhecimento. O módulo de adaptação do sistema irá ajustar os dados necessários para o modelo de utilizador se adaptar ao novo conhecimento adquirido [6] (ver Figura: 2.2).

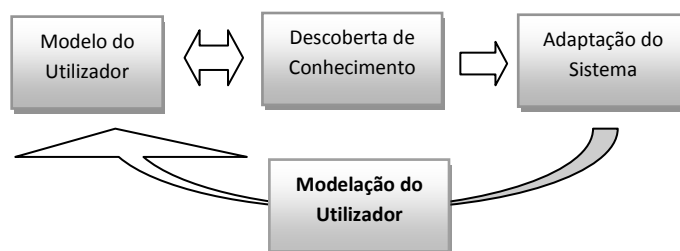


Figura: 2.2 – Processo de Modelação de Utilizador (Adaptado de Coelho [2])

A aquisição de informação necessária para a criação do modelo de utilizador, pode ser obtida de forma explícita ou implícita. A forma explícita poderá ser através do preenchimento de formulários. A forma implícita poderá ser através das pesquisas que o utilizador faz ou da sua interação com o sistema, através da monitorização de diversas ações, tais como locais visitados, atividades em *blogs*, aplicações obtidas, documentos vistos, níveis de stress, conteúdos de correio eletrónico e calendários entre outros. Através, portanto, da monitorização do utilizador enquanto este utiliza o sistema [1].

Assim, diferentes dados podem ser usados para representar o conhecimento acerca do utilizador, com o intuito de inferir novo conhecimento sobre as suas características e adequá-lo às suas necessidades. Desta forma, a modelação do utilizador torna-se útil para o sistema de recomendação, pois possuirá novas informações para uma recomendação personalizada.

Relativamente ao módulo do modelo de utilizador, este pode ser subdividido no Domínio de Dados Dependentes (DDD) e Independentes (DID), Figura: 2.3 [2]. Segundo Coelho [2] [3], os dados independentes são dados relativos somente ao utilizador, sendo constituídos por dados pessoais, demográficos, psicológicos e dados sobre potenciais deficiências do utilizador, como mobilidade, cegueira ou surdez. Mais tarde, estes dados poderão ser utilizados no algoritmo de recomendação. Exemplificando, a localização geográfica do utilizador é importante para planear uma rota que seja solicitada por ele, desde a sua posição inicial até ao local pretendido de chegada. O conjunto de dados dependentes do domínio está relacionado com o contexto do programa. No caso do turismo, esse conjunto será constituído por dados relacionados com a viagem atual, viagens passadas, interesses e/ou vida social do utilizador [2]. Assim, com o modelo do utilizador poder-se-ão tirar algumas conclusões acerca das preferências do mesmo [3].



Figura: 2.3 – Modelo de Utilizador (Adaptado de Coelho [2])

Através da modelação do utilizador, o sistema de recomendação possui nova informação acerca do utilizador, o que lhe permitirá efetuar recomendações adequadas ao mesmo.

2.7.1 Implementação do Modelo de Utilizador

Para implementar o modelo do utilizador existem principalmente duas abordagens [3]: baseada em conhecimento ou no comportamento. Na abordagem baseada em conhecimento constroem-se conjuntos de heurísticas sobre o utilizador, através da utilização de questionários, perguntas, entre outros. Na abordagem baseada no comportamento, obter-se-á informação acerca do utilizador, avaliando a sua interação com o sistema [3].

Os estereótipos podem ser utilizados para classificar os diferentes tipos de utilizadores do sistema, permitindo assim agrupá-los de acordo com as suas características. Cada grupo é caracterizado por palavras-chave. Quando um utilizador é classificado segundo um determinado estereótipo, todas as características desse grupo ser-lhe-ão associadas [3].

O sistema apresentado por Martins [3] para o ensino, pode ser transposto para outros domínios, tais como o turismo [6], ou mesmo a saúde. No sistema de Martins [3], o modelo de utilizador está focalizado no aluno. Assim, o seu DDD adequa-se às necessidades de

aprendizagem de um aluno. Contudo, como os dados presentes no DDI são independentes do domínio, estes podem ser adaptados para o turista. Neste caso, estes dados são utilizados no modelo de domínio, que fará parte do processo de adaptação do sistema à nova informação que surge sobre o turista. Os estereótipos podem ser utilizados para a classificação dos turistas, agrupando-os conforme as suas características. Nesta implementação, o grau de granularidade também deve ser tido em conta.

O método *Overlay* pode ser utilizado para implementar a abordagem baseada no comportamento. Na perspetiva educativa, a relação entre os objetivos e competências de aprendizagem que o utilizador do sistema pode atingir e o nível de conhecimentos que ele possui, pode ser determinada através deste método [3].

➤ Método *Overlay*

O método *Overlay* faz uma correspondência entre os conhecimentos presentes no modelo de domínio com o modelo de conhecimento do utilizador. É, contudo, necessário criar um modelo individual do domínio, no qual se estima o valor (binário, qualitativo ou quantitativo) de conhecimento para cada conceito [3] (Figura 2.4).

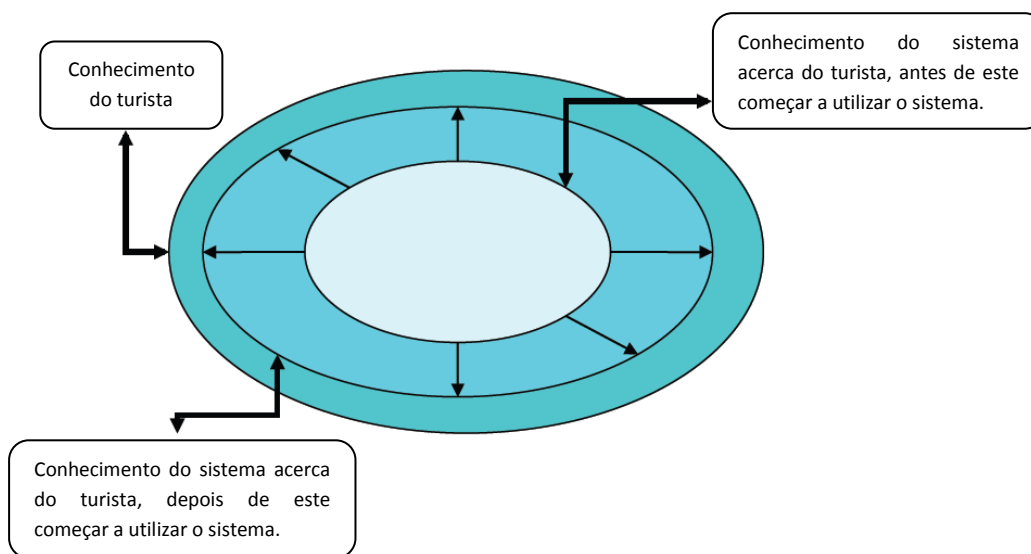


Figura: 2.4 – Representação do Método *Overlay* (Adaptado de Martins [3])

Inicialmente identifica-se cada subgrupo de utilizadores. De seguida, associam-se as características chave para cada subgrupo. Quando o utilizador começa a usar o sistema, ele é incorporado num subgrupo. À medida que, o sistema monitoriza as ações deste, o modelo *Overlay* é construído com o novo conhecimento inferido [3].

➤ Modelos Estatísticos de Previsão

Uma vez que a Modelação do Utilizador possibilita deduzir o perfil do utilizador (através dos seus dados disponíveis, atividades ou declarações) haverá a possibilidade de fazer previsões sobre as suas futuras ações. Desta forma, na modelação há sempre um grau de incerteza associado, devido à manipulação de informação incompleta ou incerta [21].

Tendo em conta tanto este como outros problemas, os modelos estatísticos de previsão apresentam-se como outro método de implementação da MU. Estes modelos constroem afirmações acerca de parâmetros desconhecidos. As ações ou localizações do utilizador constituirão um dos aspetos do seu comportamento futuro, sendo este o parâmetro desconhecido dos modelos estatísticos de previsão para a modelação do utilizador [21].

As redes neuronais, bayesianas e as árvores de decisão são exemplos de técnicas, tanto de *machine learning* como do raciocínio sob incerteza (*reasoning under uncertainty*) (ambas áreas da inteligência artificial), que se encontram sob a alçada dos modelos estatísticos de previsão [21].

Em termos de evolução, os modelos estatísticos de previsão na MU herdaram as normas e os requisitos de avaliação tanto de *machine learning* como da modelação do utilizador. Assim, no que respeita a este tipo de avaliação, esta é realizada dividindo o conjunto de dados em dois grupos, o de treino e o de teste. O primeiro servirá para aprender o modelo, o segundo avaliará a performance do modelo criado [21].

Para avaliar os modelos estatísticos de previsão, aplicados nos modelos de utilizador desenvolvidos até à data, existem as seguintes medidas: *recall*, precisão, exatidão, probabilidade de previsão e utilidade [21].

O *recall* mede a proporção de itens de interesse recomendados por um sistema, de entre todos os itens da base de conhecimento do mesmo (capacidade do sistema em encontrar na coleção os documentos mais relevantes).

A precisão mede a proporção de itens de interesse de entre os itens recomendados pelo sistema (capacidade deste em retornar ao utilizador os documentos mais relevantes). Para isto é necessário que o utilizador classifique-os através de uma barra de *rating* ou outro tipo de classificação.

A exatidão calcula a percentagem de vezes da ocorrência de um evento.

A probabilidade de previsão retorna a média das probabilidades com que este evento foi previsto (ambas depois de muitas tentativas).

A utilidade mede o benefício que advém da utilização de um sistema em particular, neste caso modelo de previsão. Esta usa uma função, que representa a vantagem resultante de uma

ação correta e a desvantagem resultante de uma ação incorreta [21], ambas realizadas pelo sistema.

Depois de passarem na primeira avaliação, os sistemas baseados nestes modelos deviam ser sujeitos a uma “avaliação da modelação do utilizador”. Relativamente a esta segunda avaliação, ainda não existe uma metodologia geral aceite.

A aplicação destes modelos estatísticos na MU é um desenvolvimento recente. Assim, e acompanhando o respetivo desenvolvimento das demais tecnologias de informação, espera-se, para esta, um futuro igualmente promissor. Estas previsões são utilizadas para adaptar o comportamento do sistema ao utilizador. Para implementar estas tarefas têm sido adotadas duas abordagens principais (baseada em conteúdo e colaborativa), as quais foram explicadas anteriormente. Outro aspeto importante a ter em conta, nos modelos de previsão utilizados na modelação do utilizador, é o facto dos gostos/preferências do mesmo, a certa altura no tempo, alterarem-se para o qual deverão adaptar-se [21].

➤ *Data Mining*

Existem diferentes técnicas da área da inteligência artificial, que podem ser utilizadas para implementar a MU. Estas técnicas podem ser aplicadas em conjunto ou em separado, sendo que há sempre vantagens e desvantagens. Pode-se aproveitar as vantagens de umas e doutras, aplicando-as em conjunto e formando um sistema híbrido, com resultados mais satisfatórios.

Existem técnicas orientadas para a representação de dados e outras para inferência. Para as aplicações orientadas para milhares de produtos, pode-se utilizar modelos estatísticos de previsão. Assim, devido à sua natureza, poderão não ser adequados para todos os domínios [6].

Os estereótipos, mencionados anteriormente, são exemplos de técnicas amplamente utilizadas, assim como o *clustering* [6].

O *text mining* é uma técnica utilizada para extrair a informação relevante de documentos onde os dados não estão estruturados, como formulários, palavras-chave ou artigos. É um tipo de processo de descoberta de conhecimento. Um dos seus desafios é interpretar palavras escritas incorretamente e sinónimos ou palavras homónimas. É uma técnica importante para os sistemas de recomendação, nomeadamente aqueles baseados em conteúdo, devido à possível existência de dados não estruturados [6].

O *Data Mining* (DM) permite a extração de padrões. Para cada caso particular convém escolher-se a operação que melhor se adequa às características do problema, depois escolhe-se a técnica e o algoritmo a aplicar. As principais operações de DM são: a classificação, o *clustering* e as regras de associação.

Na classificação tenta-se catalogar novos itens de acordo com a classificação de itens anteriores. Para isso é necessário criar um modelo constituído por um conjunto de valores de treino e depois avaliá-lo com um conjunto de valores diferentes para teste. Conforme o nível de precisão que apresentar, poderá ser utilizado posteriormente para classificar novos objetos de classe desconhecida. O *output* dos algoritmos de classificação são, normalmente, árvores de decisão, contudo as redes neuronais também podem ser utilizadas [6] [22]. A predição é uma operação semelhante à classificação, porém analisa valores contínuos, enquanto a classificação analisa valores discretos [22].

Através do *clustering* (ou segmentação) criam-se grupos de itens conforme a sua similaridade, não tendo em conta a existência de classes predefinidas como na classificação. Os itens que não pertencerem aos grupos formados são considerados ruído. Existem dois métodos de implementação dos seus algoritmos: supervisionados e não supervisionados. Nos métodos não supervisionados, o número de *clusters* não é definido/inferido. Nos métodos supervisionados, as variáveis são controladas, assim como funções e pesos dos atributos. O *K-Means* é um método deste tipo. Ele consiste, inicialmente, em escolher um certo número de objetos do conjunto de dados e cada um desses corresponde um centro de um *cluster*. Os restantes objetos são atribuídos aos *clusters* com maior similaridade e, assim que se adicionam novos elementos, o centro é novamente calculado [22]. A segmentação de mercado, o reconhecimento de padrões e o processamento de imagem, são alguns exemplos onde se utiliza o *clustering*. Como técnicas mais utilizadas, apresenta-se a título de exemplo: técnicas estatísticas (algoritmo *k-means*), redes neuronais e redes *kohonnen*.

As regras de associação consistem em algoritmos criados para encontrar padrões aparentemente invisíveis e relações entre grupos de itens. Eles realizam diferentes combinações e comparam com os restantes dados do sistema, onde a combinação mais importante será o *output* do algoritmo. Com parâmetros cuidadosamente escolhidos, poderá representar novo conhecimento. Normalmente, um perito do domínio em questão analisa os valores resultantes das medidas utilizadas para avaliar estes algoritmos constituídos por regras. O suporte é uma medida que corresponde à probabilidade de encontrar os mesmos itens particulares numa transação. A confiança é uma medida que corresponde à probabilidade de encontrar uma determinada transação, tendo-se previamente encontrado um determinado item. Os resultados de ambas as medidas são apresentados em percentagem [22]. A título de exemplo, as áreas de utilização destes algoritmos são: *marketing* cruzado e análise de sequências de Ácido Desoxirribonucleico (ADN). Assim como os algoritmos *Apriori* e o Mapas Auto-Organizados (SOMs) [22].

As técnicas utilizadas em *Data Mining* podem ser implementadas com diferentes algoritmos, conforme a situação em questão. Assim, as árvores de decisão são de fácil utilização e perceptíveis ao ser humano, por causa da sua representação de árvore invertida. Nesta representação existem diferentes nodos. O primeiro é o nodo raiz e à medida que se subdivide, os nodos intermédios representam um teste a que os atributos são submetidos. No final da árvore, encontram-se as classes obtidas assinaladas pelos nodos terminais. Para se construir uma árvore de decisão é preciso um conjunto de treino e um algoritmo de indução de árvores de decisão, que irá analisar os atributos dos objetos desse conjunto e selecionar os que diferenciam mais os objetos, com o sentido de no final os subdividir em classes. O *Classification and Regression Trees (CART)* e o *Chi-squared Automatic Interaction Detection (CHAID)* são algoritmos amplamente utilizados nesta técnica. As árvores de decisão apresentam algumas vantagens, tais como: assimilação natural, transformação rápida para regras SE-ENTÃO ou de outro tipo e baixo tempo de processamento. Estas apresentam igualmente desvantagens como impossibilidade de recuar depois de fazer uma subdivisão e, quando treinadas por um determinado conjunto de treino, apresentam resultados satisfatórios, no entanto, se o conjunto muda, o seu comportamento torna-se imperfeito. As árvores de decisão são muito utilizadas na operação de classificação [22].

Similarmente ao cérebro humano, as redes neuronais são compostas por neurónios (nós) e relações entre eles. Cada nó tem um peso relativo e na unidade de ativação, os valores dos nós são calculados algebricamente, tendo o seu valor final de ultrapassar um determinado limiar para que a propagação avance na rede. Assim, os cálculos irão difundir-se pela rede produzindo um determinado resultado. De cada vez que os dados se propagam pela rede, os nós aprendem (evoluem). As redes neuronais existem em diferentes formas: estáticas ou dinâmicas (onde os nós podem ser apagados ou criados), bidirecionais ou unidirecionais, uni ou multirrede, redes difusas, SOM [6] [22]. Na topologia de rede, os neurónios são agrupados por níveis, consoante as suas características. Se for de nível único, significa que, tanto à entrada como à saída, só há um nível e os neurónios só se podem conectar com os neurónios adjacentes, mas se for multinível, entre a entrada e a saída existem níveis intermédios de neurónios escondidos. Assim, a topologia mais simples é utilizada para funções lineares e a mais complexa para funções não lineares complexas [22].

Para a rede produzir conhecimento, ela tem de ser treinada. Existem três métodos para isso: a aprendizagem supervisionada, não supervisionada e por reforço. Na aprendizagem supervisionada, tanto os dados de entrada como os dados de saída são apresentados à rede. Esta faz os seus cálculos com um conjunto de treino. Após a primeira iteração, o resultado da rede é comparado com o fornecido inicialmente e, se houver diferença, então os valores dos

pesos de cada nó, serão alterados. Torna-se a percorrer a rede e assim sucessivamente até que o desvio entre o resultado previsto e o da rede seja mínimo. Nesta altura, a aprendizagem da rede está terminada. Um problema associado a esta aprendizagem centra-se no facto do elevado número de iterações que poderão ser precisas para que a aprendizagem termine. Tudo isto conduzirá a um elevado consumo de tempo. A título de exemplo, o *Back-Propagation* é um modelo deste tipo de aprendizagem. Quando não há conjunto de treino, a aprendizagem é não supervisionada e o algoritmo de aprendizagem tem de descobrir qual o conhecimento relevante nos dados que lhe são proporcionados. Este tipo de aplicação acontece na operação de segmentação. As redes competitivas e as redes *Kohonen* (do tipo SOM) são exemplo de modelos de aprendizagem não supervisionada. Na aprendizagem por reforço, a determinada altura do treino, torna-se conhecido o valor esperado inicialmente, sem uma orientação tão clara como na aprendizagem supervisionada. Como exemplo, os modelos utilizados nesta aprendizagem são: Hebb e Hopfield [22].

Apesar das desvantagens de normalização dos valores de entrada, de sensibilidade relativamente à formatação dos dados e da difícil compreensão das redes em termos de representação do conhecimento, estas apresentam características que levam à sua grande utilização: robustez, capacidade de aprendizagem, eficiência e tolerância a falhas, entre outras [22]. Como exemplo, são algumas aplicações: classificação de dados, reconhecimento de padrões, análise de imagens e voz, diagnósticos médicos: PapNet, Gladys, Questar, Apache II [23]. Assim como, aplicações em sistemas críticos: controlo de aviões, indústria automóvel, sistemas elétricos de energia e sistemas médicos (therac-25 – dispositivo de radioterapia).

As redes bayesianas consistem em conjuntos de nós interconectados, que representam a probabilidade de um evento ou de um valor serem verdadeiros. Tal como as redes neuronais, estas são autopropagadas, o que quer dizer que se houver alteração num nó superior, os nós filhos também se alteram e assim surgirá nova informação [6].

Os algoritmos genéticos constituem outra técnica de DM. O seu objetivo é encontrar uma solução que satisfaça as condições propostas pelo utilizador, não precisando de ser necessariamente uma solução ótima. O modo de funcionamento destes algoritmos consiste em produzir uma nova população de conhecimento, baseada numa população inicial, que é constituída por segmentos de números binários. Assim, os exemplares da população são avaliados e, com base num valor determinativo, alguns deles são selecionados. De seguida, são aplicadas algumas operações, como cruzamento e mutação aleatória, com a finalidade de introduzir novas características nos descendentes. Desta forma, surge uma nova população, com exemplares mais fortes, de acordo com o sentido da evolução natural. Este processo é iterativo e para se atinge o número total de iterações (gerações), se encontrou uma solução

com características satisfatórias ou se atingiu um limite temporal. As novas características são produzidas através da utilização de um operador de cruzamento, que troca partes dos segmentos de bits dos progenitores selecionados entre si (tal como na relação pai – filho). Com o operador de mutação, os exemplares escolhidos são aleatórios e há um bit ou mais do segmento que é substituído, ou seja, os descendentes não têm características parciais especificamente dos “progenitores” como no caso do cruzamento. Os principais parâmetros de um algoritmo genético são: o tamanho da população, a taxa de cruzamento, de mutação e substituição e os critérios de paragem. Se o tamanho da população for pequeno, poderá originar baixa diversidade na população, mas se por outro lado, o tamanho for grande então vai requerer elevados custos computacionais. Algumas vantagens dos algoritmos genéticos consistem em: suportar vários tipos de dados, integrar-se bem com redes neuronais e conseguir lidar com grandes sequências de bits, onde cada uma representa uma solução. Porém, têm igualmente desvantagens, visto que são dispendiosos em termos de processamento e não garantem soluções ótimas [22]. Os algoritmos genéticos podem ser utilizados para a resolução de problemas, tais como, a otimização de funções matemáticas, no planeamento, *design* ou controlo. Eles podem igualmente ser utilizados na criação de modelos científicos nas seguintes áreas: sistema imunitário, genética das populações, seleção social ou na área de interação entre evolução e aprendizagem.

Assim, para o desenvolvimento de um sistema podem utilizar-se diferentes algoritmos como já referido. Estes podem fazer parte da DM ou não. O importante é ter em conta qual o problema e que tipos de resultados se pretende obter. Para a sua escolha, deve ter-se em conta diferentes parâmetros, tais como: *rapid optimum threshold*, dificuldade/facilidade de construção, o desempenho independentemente do sistema a utilizar e controlo sobre os resultados. O *rapid optimum threshold* acontece quando, a uma velocidade rápida ou não, a precisão de uma técnica atinge um limite ideal, perante a realidade adequada para um domínio, onde os resultados são considerados ideais. A dificuldade/facilidade de construção está relacionada com o esforço de construção de uma técnica. Em consideração são tomados vários aspetos: a própria dificuldade de desenvolvimento, o grau de aborrecimento ou tédio e o conhecimento prévio que é necessário ter para a implementação dessa técnica.

O desempenho independentemente do sistema avalia-se com a performance geral da técnica se diferencia conforme o tamanho da Base de Dados (BD) ou do sistema utilizado. Os modelos lineares por exemplo, não mudam o seu desempenho, enquanto que os algoritmos de *clustering* sim. O controlo sobre os resultados relaciona-se com o grau em que a técnica pode ser controlada e personalizada pelo ser humano, que está a trabalhar com ela, para além de traduzir se os resultados fornecidos pela mesma são razoavelmente esperados ou não [6].

2.7.2 Exemplos de Aplicação do Modelo de Utilizador

No caso das aplicações comerciais, a lista de produtos guardada na base de dados é enorme e não conseguiria ser vista pelo utilizador logo de uma vez. Assim, é necessário escolher os itens a apresentar. O modelo do utilizador entra aqui, no sentido em que vai ajudar o sistema de recomendação a personalizar a lista de itens a mostrar ao utilizador, segundo as suas preferências. Deste modo, não terá de procurar muito até encontrar o que pretende. Garantindo a real satisfação do utilizador/cliente, despertando-lhe o desejo de compra, logo ter-se-á realizado a venda [6].

As plataformas para aplicações educativas, inicialmente implementadas, começaram por ser muito simples e consequentemente muito pobres. Concluiu-se mais tarde, que era preciso ter em conta diferentes aspetos acerca dos alunos, para que o sistema funcionasse melhor, ou seja, fornecer conteúdos personalizados a cada aluno. Esses aspetos poderiam ser as disciplinas que mais gostam, a velocidade de aprendizagem, os tipos de testes, e, entre outros, as avaliações passadas para rever se o aluno entendeu ou não daquela determinada forma [6].

Nas diferentes áreas da indústria é relevante a existência de variados modelos de utilizadores, devido à existência de diferentes graus de experiência num determinado trabalho. Nestes sistemas, conforme for o utilizador, o modo de operação será diferente. Para um utilizador com menos experiência, este modo apresentará perguntas de confirmação; o mesmo não acontecerá com um utilizador mais experiente [6].

Relativamente ao *design* de *interfaces* para as aplicações surge algo idêntico. Neste caso, a MU pode ser utilizada com o intuito de adaptar o conteúdo da *interface* às preferências ou às condições físicas do utilizador. Pode acontecer certas partes estarem mais visíveis/acessíveis que outras, ou a existência de botões ou não [6].

As aplicações que utilizam Modelação do Utilizador para as suas plataformas, nem sempre são fáceis de explicar, porque a sua implementação nem sempre é descrita devido a diferentes razões; como concorrência entre instituições. No âmbito da investigação é mais abordada a parte teórica das mesmas.

Técnicas baseadas em conhecimento e em estereótipos são algumas ferramentas utilizadas para a sua implementação [6]. De seguida, são apresentadas algumas dessas aplicações:

- *User Modeling Tool* (UMT): para poder produzir inferências no modelo de utilizador, este sistema utiliza regras e estereótipos para definir os tipos de utilizador. Relativamente à informação armazenada, esta também é analisada pelo sistema, que deteta contradições na mesma. Assim, a informação recentemente recebida poderá ser classificada como sendo invariável ou suposição.

- *Belief, Goal and Plan Maintenance System (BGP-MS)*: este sistema utiliza termos lógicos para agrupar suposições, que por sua vez, são representadas por predicados lógicos. Estas são criadas sobre o estereótipo do utilizador ou grupo de utilizadores. Para definir o conhecimento do utilizador, são efetuadas inferências consoante os tipos de suposições.

- *DOPPELGÄNGER*: a informação sobre o utilizador chega até à aplicação através de sensores, utilizando Modelos Markov, que são semelhantes às Redes Bayesianas. Neste sistema, os utilizadores, para além da visualização do seu modelo de utilizador, têm a possibilidade de alterá-lo.

- *Theory and Applications for General User/Learner-modeling Systems (TAGUS)*: aplica a modelação através da utilização de estereótipos e mecanismos de inferência.

- *UM*: utiliza igualmente suposições para representar o conhecimento do utilizador. Aqui são usados valores representativos do nível de confiança de cada informação empregue.

Tendo por base estas aplicações, Coelho [2] implementou o seu sistema no domínio do turismo, onde utilizou uma abordagem híbrida. Para a desenvolver, utilizou as seguintes técnicas: mapas de organização, que são um tipo de redes neuronais, modelo psicológico, matriz de probabilidade/semelhança, estereótipos, palavras-chave, socialização e recuperação de conhecimento do utilizador explícito.

Segundo Pazzani [12], um perfil baseado nos interesses do utilizador é usado pela maioria dos sistemas de recomendação. Para a sua aplicação, na criação do perfil de utilizador, Pazzani utilizou dois tipos de informação de entre muitos outros, baseando-se nas preferências e interações do utilizador com o sistema.

Através das preferências, o sistema cria um modelo com a descrição dos itens que interessam ao utilizador. Depois, usando uma função pode determinar a probabilidade do tipo de itens a serem recomendados para aquele utilizador.

As interações com o sistema de recomendação permitem inferir novas informações acerca dos interesses do utilizador, como por exemplo, os itens que ele visualizou, comprou ou a classificação que lhes deu, ou ainda outros termos pesquisados. Este histórico de interações serve depois para o sistema de recomendação ter diferentes informações disponíveis. Pode por exemplo, mostrar itens que o utilizador já tenha visto ou recomendá-lo mesmo dependendo do produto/assunto em questão. Estas interações podem servir também para treinar o algoritmo que cria o modelo de utilizador e o atualiza [12].

2.8 Sistemas de Recomendação na Saúde

Pretende-se com esta subsecção introduzir os Sistemas de Informação na saúde como parte dos sistemas de apoio à decisão clínica, uma vez que os sistemas de recomendação fazem parte dos sistemas de apoio à decisão.

Esta subsecção é relevante, porque adequa-se ao paradigma atual. No sentido de existirem muitas investigações nesta área, que poderão ser implementadas no Sistema Nacional de Saúde (SNS), com o objetivo de o melhorar. Porém e, infelizmente, não o são, não passando por isso de projetos de investigação, ou na melhor das hipóteses seguem para investimentos privados. Também se pretende mostrar com este levantamento que não é só em Portugal que isto acontece.

2.8.1 *Sistemas de Informação Clínicos*

O desenvolvimento de um sistema de informação para a prática clínica envolve vários aspetos. Para além da sua eficácia e eficiência, é preciso identificar e caracterizar as entidades e os processos relevantes para a instituição em questão [24]. Desta forma, esta subsecção surge com o intuito de fazer uma ligação entre os subcapítulos anteriores e o seguinte. Assim, os Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADCs) permitem fornecer diagnósticos e diferentes estratégias medicamentosas para o utente. É preciso, contudo, que no sistema implementado esteja incluído o Registo de Saúde Eletrónico (RSE) e a Prescrição Eletrónica de Medicamentos (PEM) [24].

Os SADCs resultam da comunhão entre os sistemas de apoio à decisão e dos sistemas de conhecimento na área da saúde. Através da incorporação do conhecimento médico com a informação do paciente, o sistema fornece conselhos específicos para diagnóstico [24].

Os SADCs surgiram com o intuito de auxiliar os profissionais de saúde, nomeadamente os médicos, a tomarem uma decisão relativamente a um diagnóstico para um determinado utente, segundo os seus sinais e sintomas [24]. Para além destes fatores, existe também o historial clínico do utente, e outras informações relevantes, que irão aumentar a complexidade da decisão a tomar.

Esta decisão pode ser afetada pelo estado tanto físico como psicológico do médico [1], isto é, se o médico estiver cansado, pode não conseguir considerar todos os fatores. Ele deve ainda considerar as exceções que possam acontecer numa determinada doença. Infelizmente, isto pode levar a erros de diagnóstico e futuramente, possíveis erros no tratamento desse utente. Assim, estes sistemas ganham um papel preponderante no sentido de conseguirem considerar todos estes fatores, sem serem influenciados por condições físicas e psicológicas.

Apesar destes sistemas fornecerem diagnósticos, o médico tem sempre a palavra final relativamente ao diagnóstico ou terapia a recomendar ao utente. O diagnóstico fornecido é acompanhado de uma explicação da razão pela qual ele foi escolhido. Estes sistemas são construídos com base nas técnicas de IA, mas a sua base de conhecimento é implementada com supervisão de um perito na área de saúde em questão.

2.8.2 Registo de Saúde Eletrónico

O Registo de Saúde Eletrónico de um cidadão consiste num compêndio clínico sobre ele, guardando eletronicamente informação sobre o seu historial clínico. Compreende-se, por historial clínico, as doenças e respetivos tratamentos que o utente teve até ao momento em que o RSE é visualizado. Posteriormente, este pode ser alterado pelo médico do utente em questão [25].

A criação do RSE visa a partilha de informação clínica e, conseqüentemente, uma maior organização dos cuidados de saúde. Esta partilha pode ser efetuada entre o sector público e privado, permitindo uma maior agregação de informação [25].

Na Irlanda [26], já existe o processo de implementação do RSE, embora ainda não esteja completo, ou seja, os processos dos doentes ainda estão, em grande parte, em papel.

O método consiste na atribuição de uma etiqueta a cada processo clínico. O número desta etiqueta é guardado no sistema informático, indicando onde está o processo (se guardado em algum gabinete médico ou na secretaria). Se este for requisitado por alguém fica registado e, quando já não é necessário, é entregue às pessoas que irão voltar a arquivá-lo. O estado do processo é atualizado no final deste percurso. Devido a esta morosidade, os profissionais que lidam com os registos, preferiam um sistema mais célere [26].

O RSE tem vindo a ser discutido por vários motivos, principalmente, pelas mais-valias que podem advir da sua implementação, tanto a nível local como nacional. Um dos objetivos a atingir com a sua implementação é o facto de o utente poder acrescentar dados ao seu processo clínico, contribuindo para que o próprio possa ter um papel ativo na monitorização da sua saúde. Assim, um utente diabético poderia aceder à sua página para colocar os níveis de glucose no sangue diariamente. Depois, o seu médico de família poderia consultá-los e marcar uma consulta, caso achasse necessário.

Outra situação menos dispendiosa seria o acompanhamento de tratamentos no campo da oncologia. Aí, o diagnóstico realizar-se-ia num hospital de referência, mas o tratamento seria na comunidade onde o utente está inserido, diminuindo assim encargos com o transporte [25]. Outro ponto a ser discutido é a segurança necessária para implementar um sistema deste género e o respetivo consentimento do utente em fornecer os seus dados.

Atualmente e a nível nacional, o RSE já está implementado através do Sistema Integrado de Informação Hospitalar (SONHO), para os hospitais, e o Sistema de Informação para Unidades de Saúde (SINUS), para os Centros de Saúde [25]. O objetivo inicial para estes sistemas seria que os dados de um paciente de Évora pudessem ser analisados por um médico em Bragança, caso fosse necessário. Isto será possível através de um suporte informático implementado pelas unidades de saúde do país, todas unidas em rede (Rede de Informação da Saúde – RIS), partilhando estes dados de uma forma segura.

O Sistema de Apoio ao Médico (SAM) e o Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE) permitem ao profissional de saúde visualizar e editar o historial clínico do utente. Para além da marcação de consultas, exames, como ainda a realização de mais tarefas. Estas aplicações foram implementadas em ambiente web, especificamente orientadas tanto para o médico como para o enfermeiro, com o intuito de os apoiar na atividade clínica. Visto que as características dos cuidados de saúde primários e do ambiente hospitalar apresentam algumas diferenças, foram igualmente criadas duas versões do SAM: uma para a prática de Cuidados de Saúde Primários e outra para Cuidados de Saúde Diferenciados, cuja interação é realizada através do SINUS e SONHO, respetivamente [27].

Com o objetivo de juntar todos os dados armazenados no SONHO, SINUS, SAM e SAPE, o Ministério da Saúde³, nomeadamente a Comissão para a Informatização Clínica (CIC)⁴ e os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde EPE (SPMS)⁵, implementaram a Plataforma de Dados da Saúde (PDS) [28].

Assim, através de portais, esta partilha de dados deve estar disponível a todos os profissionais de saúde, quer façam ou não parte do SNS, garantindo a confidencialidade e proteção dos dados dos utentes. A PDS usa tecnologias *webservice* para fazer a ponte entre as aplicações previamente existentes em Portugal e as mais recentes. Os dados reunidos pela PDS cobrem aproximadamente 9 milhões de habitantes, sendo estes dados reunidos tanto em hospitais como nas unidades de cuidados primários [28].

Os portais criados para o efeito são direcionados para os respetivos utilizadores, nomeadamente o utente e os diferentes profissionais de saúde. Assim, cada utilizador acede ao portal que é orientado para si, e às informações de que necessita. Os portais criados foram: Portal do Utente, Portal do Profissional, Portal Internacional e Portal Institucional [28].

³ Entidade política que governa a saúde no país

⁴ Órgão constituinte do ministério que regula os serviços informáticos no SNS

⁵ Entidade responsável pelos projetos de SI no sector da saúde

Desta forma, o utente acede ao Portal do Utente⁶ para ver/atualizar os seus dados pessoais e histórico clínico. Havendo a opção de partilhar esses dados na PDS, a informação torna-se disponível em qualquer parte do país. O eAgenda é um serviço associado ao Portal do Utente, que permite ao mesmo realizar uma série de pedidos tais como; fazer marcações de consultas e pedir receitas. Este portal foi oficialmente lançado em Maio de 2012 [28].

O portal dos profissionais de saúde, através da PDS é o Portal Profissional. Foi oficialmente lançado em Junho de 2012 e abrange mais de 400 instituições. Este portal fornece o acesso dos dados clínicos dos pacientes, que se encontram gravados em diversos servidores [28].

Os organismos centrais [como a Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS) ou a Direção Geral de Saúde (DGS)] acedem aos dados anonimizados dos pacientes através do Portal Institucional. Este portal permite tratar os dados estatisticamente, respondendo a questões do género: quantos doentes crónicos existem na região norte de Portugal. O lançamento deste portal estava previsto para o 2º semestre do ano 2012 [28].

No âmbito do programa epSOS⁷, o Portal Internacional destina-se ao acesso de profissionais de saúde de outro país. Pretende-se, que através do epSOS, diferentes países europeus estejam “conectados” ao nível da saúde; ou seja, os profissionais de saúde troquem informações médicas, sem impedimento da língua. O Resumo Clínico Único Utente (RCU² em inglês *Portuguese Patient Summary*) consiste num conjunto de informações sobre o historial clínico do utente, que pode ser partilhado através do epSOS, mediante o consentimento do utente. O RCU² serve para que os profissionais de saúde, tanto nacionais como internacionais, tenham acesso à informação essencial sobre um determinado utente, quando este se dirige a uma instituição de saúde. O RCU² seria implementado no âmbito do epSOS II [28].

Através da interligação dos dados entre os diferentes portais, o Ministério da Saúde considera que está a melhorar os cuidados de saúde providenciados à população. Atualmente tem havido algumas falhas no serviço eAgenda, estando por isso, em manutenção.

⁶ PDS – Plataforma dados saúde: <https://servicos.min-saude.pt/utente/portal/paginas/default.aspx> último acesso 03/07/2013

⁷ Epsos: <http://www.epsos.eu/home.html> último acesso 03/07/2013

2.8.3 Prescrição Eletrónica de Medicamentos

Um sistema que inclua a Prescrição Eletrónica de Medicamentos na sua constituição pode ter várias funções. Estas podem ser desde uma simples lista de medicação apresentada ao médico para ele escolher, até sistemas com variados níveis de suporte à decisão. Estes servem para alertar as interações medicamentosas que podem afetar o utente [29].

Assim, a PEM é diferente de uma simples transcrição eletrónica de prescrições, porque disponibiliza alertas entre ocorrências medicamentosas, permitindo assim a redução de erros de prescrição [29]. Nos sistemas de prescrição mais recentes, pode guardar-se um histórico da medicação do paciente.

As vantagens da prescrição eletrónica são semelhantes às do RSE. Veja-se o exemplo de um paciente, que toma habitualmente uma grande quantidade de medicamentos. Por algum motivo (internamento, alteração de diagnóstico recente ou intervenção cirúrgica urgente) é necessário proceder à alteração da sua medicação habitual. Neste caso, o médico pode não se recordar de todos os medicamentos, que esse paciente toma e, com este sistema, ele pode visualizá-los e alterá-los imediatamente.

Alguns sistemas de prescrição eletrónica incluem o prontuário terapêutico e a variação de preços a que os medicamentos estão sujeitos. Têm ainda a capacidade de recomendar ao clínico medicamentos alternativos, tendo o mesmo princípio ativo, mas com custo diferente ou com outros componentes e respetivas interações medicamentosas [30].

A automatização total do processo incluiria o envio da prescrição diretamente para a farmácia [30], à qual o utente, normalmente, se dirige para comprar a sua medicação. Desta forma, tanto a performance do sistema de saúde como das farmácias poderia melhorar.

Sendo o RSE e a PEM serviços que podem ser implementados em conjunto num sistema de informação integrado, com o objetivo de melhorar a prática clínica, são apresentadas de seguida algumas soluções para a implementação destes sistemas.

2.8.4 Implementação dos Sistemas de Informação

Através do registo eletrónico, o histórico clínico do utente bem como os seus dados pessoais são guardados virtualmente, e podem ser partilhados de uma máquina para outra, através de uma rede.

Antes de se implementar um sistema de informação numa instituição de saúde é necessário ter em conta diversos fatores. Um deles é a recetividade dos profissionais de saúde quanto ao acolhimento de uma nova ferramenta de trabalho. Outro fator, é a adaptação, que pode ser necessária, relativamente às infraestruturas existentes ou não no(s) edifício(s).

Sendo assim, é necessário que haja um planeamento estratégico a vários níveis, desde a infraestrutura de uma célula, até toda uma rede de diferentes centros hospitalares, visto que o objetivo é ligá-los todos a uma rede comum.

No sentido de armazenar toda a informação existente na instituição e a nova informação que virá, a implementação de um *Data Center* é uma opção a considerar. Num *Data Center* estão localizados os servidores, que contêm a fonte de informação necessária para o funcionamento correto do sistema, para além das bases de dados com elevada quantidade de dados confidenciais. O *Data Center* deve ser construído mediante certos princípios comuns às restantes aplicações aqui abordadas, como a integridade, confidencialidade, identificação e autenticação. As infraestruturas destes centros têm vindo a melhorar conforme a tecnologia que é utilizada para os construir. Podem ser utilizados sistemas de arrefecimento, fontes de alimentação, geradores de energia, entre outros. Por motivos de segurança, estes centros de informação têm acesso restrito. Uma desvantagem centra-se no volume de espaço necessário à sua implementação.

Em relação à interoperabilidade entre sistemas, por exemplo do SONHO com outros mais recentes, deve ter-se em conta quais as funcionalidades a adicionar, para assim, se aceder ao seu conteúdo, independentemente da localização.

Para além de que é preciso garantir a ligação de todos os intervenientes neste processo. Assim, para aceder às informações guardadas em diferentes locais, uma solução consiste em ter uma ligação via Internet conciliando com a utilização de portais. Salienta-se que é necessário garantir sempre a integridade e confidencialidade dos dados.

Porém, há sempre que ter atenção aos riscos associados a uma implementação destas; número de acessos limitados ao exterior e a dependência de fornecedores externos, entre outros, pelo que é importante antecipá-los, para assim poder planear ações de prevenção contra os mesmos [31].

A computação na nuvem (*cloud computing*) é algo mais recente no que toca ao fornecimento de serviços através da web. Uma aplicação que seja implementada desta forma, não precisa de ser instalada no computador para se aceder. Basta ter acesso à Internet e estar registado [32]. Tem a vantagem de não ser necessário preocupar-se com a sustentabilidade de infraestruturas, porque a informação está guardada pela nuvem de servidores, dispersos pela Internet. Uma desvantagem relaciona-se com a possível perda de conexão à Internet. Se existir, não se pode aceder à aplicação.

Mesmo assim, existem hospitais que em vez de investirem na infraestrutura antiga, estão a apostar neste tipo de sistemas. Com o passar do tempo, a falha existente entre a aplicação instalada e os requisitos/custos das instalações vai aumentando. Na solução do tipo *Software*

as a Service (SaaS), o cliente não tem de se preocupar com a manutenção da aplicação, entre outros custos, pois paga apenas uma fração do serviço que precisa. Outra forma de disponibilização de recursos consiste na *Infrastructure as a Service* (IaaS) ou na *Platform as a Service* (PaaS). Esta disponibilização pode ser feita de forma pública, privada ou híbrida [32].

É igualmente importante referir a implementação destes sistemas sob a forma de aplicações web ou aplicações nativas.

As aplicações web são implementadas usando HTML (*HyperText Markup Language*), PHP (*Hypertext Preprocessor*), *JavaScript*, entre outras linguagens e são acedidas através do *web browser* como o *Internet Explorer*, *Mozilla Firefox* ou *Google Chrome*. O requisito principal para se aceder às aplicações web é ter Internet porque, normalmente, não é necessária qualquer instalação de *software*.

As aplicações nativas são desenvolvidas em *objective-c* para iOS ou em *java* para *Android*. Estas aplicações devem ser descarregadas e instaladas no dispositivo (*smartphone*, *tablet*, *iPad*, entre outros). A vantagem das aplicações nativas, relativamente às aplicações web, centra-se na possibilidade de utilização de câmara fotográfica/filmar, correio eletrónico, acelerómetro, entre outras. As funcionalidades disponíveis dependem do dispositivo a utilizar. Uma das desvantagens centra-se na complexidade das aplicações desenvolvidas.

2.8.5 *Vantagens e Desvantagens dos Sistemas de Informação*

A vantagem de ter um sistema de informação com o RSE instalado (ou fornecido via web) numa instituição de saúde, é o facto de o profissional de saúde, que está em consulta com um utente, poder visualizar todo o seu processo clínico através de um computador, independentemente do local onde o processo se encontra guardado.

Se o utente realizar um exame sem que o seu médico esteja presente, este poderá visualizar e analisar os resultados sem ter de deslocar ao local de realização do exame. A desvantagem de ter arquivos de papel consiste na elevada quantidade de espaço necessária para os guardar. Com o passar do tempo, estes arquivos podem danificar-se e/ou perderem-se folhas, como consequência da sua movimentação na instituição. Assim, o facto dos dados de uma consulta ou exame serem guardados eletronicamente, facilita a visualização e armazenamento de todo o processo, para além da formatação uniforme da inserção dos dados evitando possíveis erros de leitura, provenientes de caligrafias diferentes.

Inicialmente e apesar de apresentarem muitas vantagens, os sistemas de informação, não tiveram uma fácil implementação, pois os profissionais de saúde, em geral, não possuíam formação adequada a estes novos sistemas. Assim, tornou-se necessário sensibilizá-los para a sua incorporação na instituição de saúde [24].

Para além disso, existe ainda o problema das possíveis falhas de energia, vírus e outros. Atualmente, estes sistemas estão já dotados com um módulo de *datacenter*, que permite fazer o *backup* dos dados. Caso haja uma falha de energia, as soluções atuais permitem que as partes mais importantes do sistema continuem a funcionar, para que o fluxo de dados não fique congestionado e o serviço na instituição hospitalar decorra com normalidade.

Na computação na nuvem (*cloud computing*), a informação é partilhada via web pelos diferentes utilizadores. As atualizações não interrompem o serviço, porque as alterações não são feitas no código fonte. Não há custos elevados de manutenção e conforme os recursos requeridos, paga-se um valor ajustado a esse consumo.

2.8.6 Exemplos de Aplicações dos Sistemas de Recomendação

O aumento do custo da saúde representa um argumento para o desenvolvimento mais efetivo de estratégias para a educação e comunicação na saúde, por forma a melhorar os resultados da mesma nos seus diferentes segmentos na população, usando, por isso, diversas tecnologias, de diferentes formas. A personalização de mensagens/avisos segundo as preferências do utilizador podem permitir o interesse por uma determinada aplicação. Quando se desenvolve uma aplicação é necessário ter em conta as características do utilizador final da mesma; como gostos pessoais, localização, habilitações entre outras, assim como o contexto no qual está inserido/a; uma vez que a informação personalizada tem maior tendência para ser lida, lembrada e vista como relevante [33].

Atualmente existem muitos artigos sobre recomendações no âmbito do e-commerce, porém são ainda insuficientes, os direcionados à saúde. Baseando nesta falha, apresentam-se estudos aplicados à nutrição. Tendo em conta que para esta dissertação também é necessário estudar a modelação de utilizador e recomendações de localização de instituições no espaço, são igualmente discutidos artigos sobre esses assuntos.

Weitzel [4] apresenta um modelo de classificação de perfis, que faz parte de um sistema de recomendação para informação médica. No artigo, ela começa por apresentar diversos trabalhos associados ao tema da qualidade da informação sobre saúde na web, porque existem muitos *sites* com informação variada sobre vários assuntos de saúde, mas não há uma forma concreta do utilizador leigo garantir a qualidade de informação que lhe é fornecida [4].

De seguida, abordam-se os sistemas de recomendação, cujas técnicas podem ser baseadas em conteúdo, filtragem colaborativa ou híbridas como descrito anteriormente. Os módulos que constituem o sistema de recomendação proposto são os seguintes: módulo de interface, módulo avaliação de conteúdo, módulo extração de conteúdo, módulo de qualidade e módulo utilizador. Relativamente ao perfil de utilizador, abordam-se diferentes trabalhos realizados na

área, que discutem a utilização de diferentes técnicas de inteligência artificial, para classificar adequadamente os perfis. Assim, para recolher informação sobre os utilizadores, são apresentadas duas formas, como também já foi referido anteriormente: implícita e explícita. Começa-se com uma fase de perguntas para avaliar a compreensão dos utilizadores, de seguida estuda-se um modelo cognitivo para cada tipo de utilizador. Por fim, adapta-se o modelo ao sistema de recomendação, com o propósito de um determinado utilizador ao procurar algo na web, encontre a página recomendada mais adequada para si. O sistema proposto é composto pelos seguintes módulos: interface, acesso ao conteúdo, extracção de conteúdo, qualidade e módulo de utilizador [4]. Weitzel não obteve resultados plausíveis para a necessidade de aprofundamento deste modelo e consequente adaptação do mesmo.

Nores et al [8] desenvolveram um algoritmo para recomendar produtos. Este usa a técnica de caracterização semântica para as palavras que descrevem os produtos em questão, mantendo a ligação entre as propriedades semânticas, que caracterizam tanto os utilizadores como os itens. Assim, são definidos *clusters* de itens, cuja probabilidade terão de ser escolhidos pelos utilizadores com certas características [8].

Existem diferentes tipos de dados relativos aos utilizadores, tais como: características demográficas, como a idade ou género, e condições relacionadas com os padrões de consumo ou não, como os relacionados com os registos eletrónicos de saúde. A matriz deste algoritmo é composta de uma linha por propriedade que pode caracterizar o utilizador e uma coluna por propriedade que, por sua vez, caracteriza um item. O valor da célula da matriz é uma indicação de quão bom um item caracterizado pela propriedade do item, seria para o utilizador caracterizado pela propriedade do mesmo. Contrariamente às estratégias anteriores, os números desta matriz evoluem com o tempo, guiados pela relevância do feedback recolhido, depois dos itens recomendados. Este sistema de recomendação não revela os dados individuais do utilizador [8].

O algoritmo proposto neste trabalho baseia-se nas propriedades dos itens e dos utilizadores. Contrariamente a outras abordagens de recomendação, que usam a relação direta entre item e utilizador, aqui usam-se as suas propriedades. O algoritmo separa as propriedades do utilizador num lado e, no outro, as propriedades do item. Com os diferentes pesos atribuídos a cada propriedade do item, identificam-se os itens que melhor se ajustam às propriedades do utilizador. Se algum item não é classificado, o algoritmo procura uma determinada característica deste que se adegue minimamente a alguma propriedade de um utilizador. Desta forma, este algoritmo é capaz de ultrapassar os problemas de “*cold-start item*”, sendo por isso, considerado pelos autores um algoritmo mais eficiente relativamente aos existentes [8].

Este algoritmo foi testado no sistema *Health-aware recommender* (HARE) que recomenda publicidade de remédios Herbal, na televisão. Foram acrescentadas as características demográficas e os estereótipos ligados a ontologias, onde estes últimos são classificados pelo critério Pearson. Para testar usaram os testes ANOVA [8].

Relativamente à nutrição, Kim et al [34] apresentam um sistema de recomendação implementado com agentes e pretende prevenir o aparecimento de doenças cardiovasculares e/ou suas complicações como a diabetes, hipertensão entre outras. Os autores defendem que o sistema apesar de não ser automático, é uma mais-valia relativamente ao que existe, porque faz uma recomendação com base nas características de cada paciente, seu peso, altura, historial clínico e familiar, tendo ainda em conta o que pode/gosta de comer. O sistema existente é composto por questionários, para avaliar os pacientes, e recomendações genéricas sobre o que se pode ou não comer. É exemplo disso, uma lista numa BD que aparece igual para pacientes com problemas diferentes.

A aplicação funciona da seguinte forma [34]:

1. Os dados são recolhidos por sensores através do agente *Vital Sign* e transferidos para o agente *Vital Data Recorder* que transforma os dados em *Extensible Markup Language* (XML) para serem guardados num servidor;
2. O agente *Request* é o módulo responsável por apresentar aos utilizadores (tanto médico como paciente) a informação sobre os sinais vitais registados, o histórico de nutrição e exercício. Assim, uma lista de recomendações é exibida de acordo com os dados atuais. Se houver dados anteriores também são tidos em conta, para apresentar ao utilizador, não só o alimento correto, como o devido exercício físico.

Lin [35] refere que o sistema de recomendação foi criado para ajudar os nutricionistas e os seus clientes. Para que o serviço esteja disponível em qualquer parte e em qualquer altura, o sistema foi implementado num ambiente de *cloud computing*. Os objetivos deste sistema, que usa técnicas de *Data Mining*, são os de:

- Analisar os dados fisiológicos e de dieta de cada cliente, obtendo o menu devidamente personalizado;
- Ajudar os nutricionistas nas consultas e monitorizar a execução da dieta dos consumidores.

A técnica de *Data Mining* utilizada foi a classificação, através da construção de árvores de decisão. De seguida, usaram-se regras para mostrar listas de recomendação, através da utilização do algoritmo C4.5. Para além disso, foram também utilizados o servidor apache e PHP [35].

Yang et al [36] apresentam uma proposta de um sistema de “autogestão” do bem-estar, incluindo dispositivos e serviços que têm as seguintes funções: recolher o *Global Positioning System* (GPS), acelerómetro, temperatura, imagem e perfil pessoal. Toda esta informação é, seguidamente, processada e analisada. Só depois serão recomendados os exercícios, a dieta e estilo de vida corretos do utilizador. O sistema foi desenvolvido num ambiente nuvem (*cloud computing*), aproveitando a vantagem dos *smartphones* possuírem diferentes tipos de sensores. O *smartphone* escolhido foi o HTC, com sistema operativo *Android*. Neste artigo, são referidas muitas técnicas de *Data Mining*. Para classificar as atividades humanas foram utilizadas máquinas de suporte vetorial. Este sistema ajuda o utilizador a avaliar a sua atividade e condição física, para que a qualidade do exercício melhore a cada dia. Relativamente à dieta diária, o sistema também fornece uma lista de recomendação baseando-se no tempo de descanso, índice de massa corporal, idade, entre outros fatores, juntamente com as medições que vai fazendo ao longo do dia [36].

Tendo em conta que a atividade física é muito importante, Lin et al [29] apresentam o “Motivate”. Este sistema de recomendação para *smartphone* foi desenvolvido com o intuito de promover a realização de atividade física para os seus utilizadores, através de mensagens de incentivo. O “Motivate” foi implementado em *Android* e as recomendações são feitas com regras “*if-then*”, tendo em conta a localização do utilizador. Para exemplificar, poder-se-á aproveitar a hora de almoço, cuja duração é de uma hora. Se o sistema detetar um parque perto da localização atual do utilizador, então este irá receber um alerta com uma sugestão do tipo: “está um lindo dia porque não ir dar um passeio na pausa do almoço?” Aí, o utilizador poderá responder afirmativa ou negativamente, consoante a sua disponibilidade [37].

O “SRFit” [38] é um sistema inteligente de apoio à recomendação de treinos físicos. Tendo por base o perfil da pessoa a quem se destinam os treinos, o sistema recomenda uma série deles para a pessoa efetuar, utilizando a filtragem baseada em conteúdo e a recolha de dados feita de forma explícita. A linguagem PHP e a base de dados MySQL foram utilizadas para a implementação deste protótipo [38].

Quanto ao sistema “Shomas” [39], este aplica-se aos centros comerciais, pois é um guia inteligente e sugestivo. O “Shomas” é um pouco diferente do que se pretende implementar nesta dissertação, visto que faz o planeamento de rotas, quando apenas se pretende sugerir um sítio ou dois para onde a pessoa se possa dirigir. Mesmo assim não deixa de ser interessante [39].

Assim, o “Shomas” foi implementado com agentes e testado no centro comercial de Salamanca. A sua principal função é localizar o utilizador, ou seja, a pessoa que vai ao *shopping* com determinado tempo para fazer compras e dinheiro para gastar. Tendo em conta estes

parâmetros, o plano do centro comercial e localização das lojas, a aplicação planeia e sugere uma rota ao utilizador. Está ao critério deste último aceitar ou não. Para a localização da pessoa é utilizado um sistema de identificação por radiofrequência, podendo também ser utilizado o *wireless*. Quando se faz o *download* da aplicação, verifica-se a existência não só de um agente para cada utilizador, como também de um agente para cada loja. A segurança das comunicações é garantida através de uma *Local Area Network* (LAN) robusta com *password*, mensagens encriptadas e o protocolo *Secure Sockets Layer* (SSL), enquanto que os dispositivos wi-fi e Bluetooth interagem bem com os dispositivos de rádio frequência. Usa também a *Java Agent DEvelopment Framework* (JADE) que tem a ver com os agentes. Para o planeamento das rotas criaram um modelo de comportamento do agente que tem em conta planos geodésicos e campos Jacobi [39].

Atualmente, os hábitos dos consumidores diferem dos hábitos antigos, na procura pelo item pretendido. O tempo e a motivação estão limitados para poderem avaliar todos os produtos semelhantes disponíveis nos mercados; daí a importância dos sistemas de recomendação [7].

Beer et al propõem uma implementação de mecanismos de recomendação sensíveis ao contexto, especialmente para plataformas móveis visto que hoje em dia as aplicações de e-commerce são cada vez mais implementadas em computação móvel (para *smartphones* ou *tablets*). A vantagem associada às plataformas móveis consiste em poder obter diferentes informações contextuais, como a localização do utilizador. Elas podem ajudar na recomendação, relativamente às outras abordagens [7].

Na implementação da sua aplicação, Beer utilizou uma abordagem cliente servidor, em que a BD contém uma matriz com os perfis dos produtos, utilizadores e os *ratings* obtidos, assim como informação semântica adicional. Esta informação pode ser acedida com o propósito de receber medidas de similaridade adicionais, baseadas nos itens, que são usadas conjuntamente com os resultados da filtragem colaborativa. O *Facebook* é um exemplo de fonte deste tipo de informação, como se pode ver na Figura: 2.5. Nesta implementação, o módulo de recomendação calcula qual a recomendação apropriada, apresentando ainda os resultados aos clientes. Esta comunicação realiza-se segundo a abordagem REST (*Representational state transfer*). Para o cálculo da recomendação, optaram por cooperar com o "Eventogram". É uma plataforma para recomendações personalizadas e baseadas no contexto para eventos sociais [7].

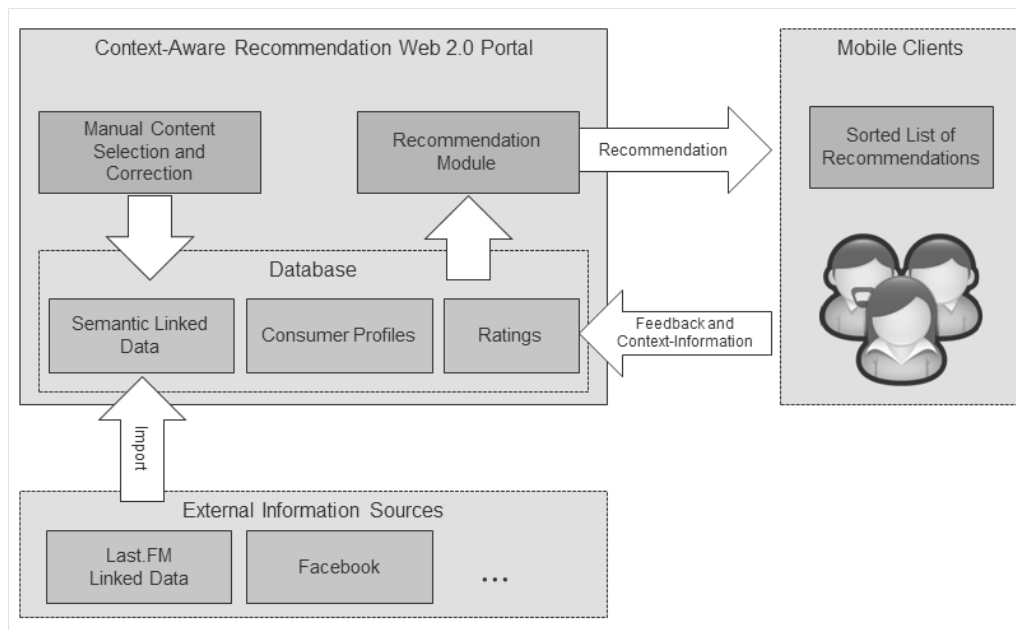


Figura: 2.5 – Arquitetura geral para a implementação de um sistema de recomendação baseado no contexto (Adaptado de Beer [7])

No lado do cliente, visualiza-se a recomendação (ver Figura: 2.6) e recolhe-se a informação contextual, assim como o feedback do utilizador relativamente às recomendações que lhe são fornecidas. Num primeiro protótipo, o “Eventogram” está a tentar encontrar quais os subconjuntos de atributos de contexto, que ajudem a dar recomendações satisfatórias aos utilizadores. Um próximo passo será recolher opiniões acerca da utilização deste protótipo, em eventos relacionados com música [7].



Figura: 2.6 – Aplicação de recomendação de música “Eventogram”. (Adaptado de Beer [7])

Assim poder-se-á concluir que, para a implementação da modelação do utilizador, é possível utilizar várias técnicas, tais como, redes bayesianas, redes neuronais, árvores de

decisão. As técnicas de Data *Mining* permitem gerar novo conhecimento com base no que é recolhido sobre o utilizador. Também existem os sistemas probabilísticos ou estatísticos, abordados anteriormente.

A modelação revelou ser importante, pois no próprio momento em que o utilizador usufrui da aplicação, ela recolhe os dados que correspondem apenas ao utilizador. Facilitando assim, o trabalho dos sistemas de recomendação, que, depois, poderão recomendar ao utilizador uma série de itens personalizados (no caso do *e-commerce*).

3 Implementação

Nesta secção pretende-se apresentar de que forma o projeto resultante desta tese foi implementado, as técnicas escolhidas e a sua aplicação.

De seguida, apresenta-se a arquitetura do sistema. Aqui descrevem-se os modelos que definem a estrutura do trabalho, tais como diagrama de casos de uso, tabela de prioridade e descrição dos mesmos. Nestes diagramas, é descrita a relação entre os utilizadores do sistema e suas ações. Finalmente, o modelo de dados conceptual vem seguido do modelo da base de dados já implementada. Os modelos apresentados são flexíveis e facilmente adaptados a novas necessidades.

Inicialmente será apresentada a implementação do modelo de utilizador do protótipo desenvolvido. Este modelo fornece informações relevantes ao processo de Modelação do Utilizador.

Na fase seguinte, será o sistema de recomendação desenvolvido. Este módulo tem como objetivo apresentar uma lista de sugestões, que o utilizador poderá aceitar ou não. Através da utilização de técnicas de filtragem e processamento de dados, é possível dar ao utilizador uma recomendação adaptada às suas necessidades. Os dados recolhidos através da modelação são igualmente tidos em conta, para os resultados da recomendação.

O modelo de domínio será apresentado posteriormente. Este servirá para enquadrar o âmbito em que o protótipo está inserido. Servirá igualmente para demonstrar os critérios usados na seleção dos dados utilizados na sua implementação.

3.1 Arquitetura do Sistema

O protótipo desenvolvido tem como objetivo recomendar instituições de saúde, de acordo com as necessidades do utilizador.

É preciso considerar tanto os dados como as preferências do utilizador (se opta por uma instituição de saúde pública ou privada, por exemplo), para se fazer uma recomendação moldada consoante as características do mesmo. Estes dados serão disponibilizados pelo utilizador, pelo que o sistema proposto vai analisar tanto os dados do mesmo, como das instituições armazenadas na BD e ver as suas características comuns.

Quanto ao domínio escolhido para a aplicação, selecionou-se a região do Grande Porto, tendo em conta que o módulo de recomendação será incluído numa aplicação de turismo.

A designação dada ao protótipo foi Health GPS & Guide, como se pode ver na Figura: 3.1. Esta designação foi escolhida com base na função de recomendação do sistema desenvolvido, visto que esta serviria como um guia para o utilizador na área da saúde. Este iria orientar o

utilizador segundo as suas necessidades e localização, sendo esse o motivo da referência ao GPS. Esta função de localização apresenta-se como a próxima evolução do sistema.

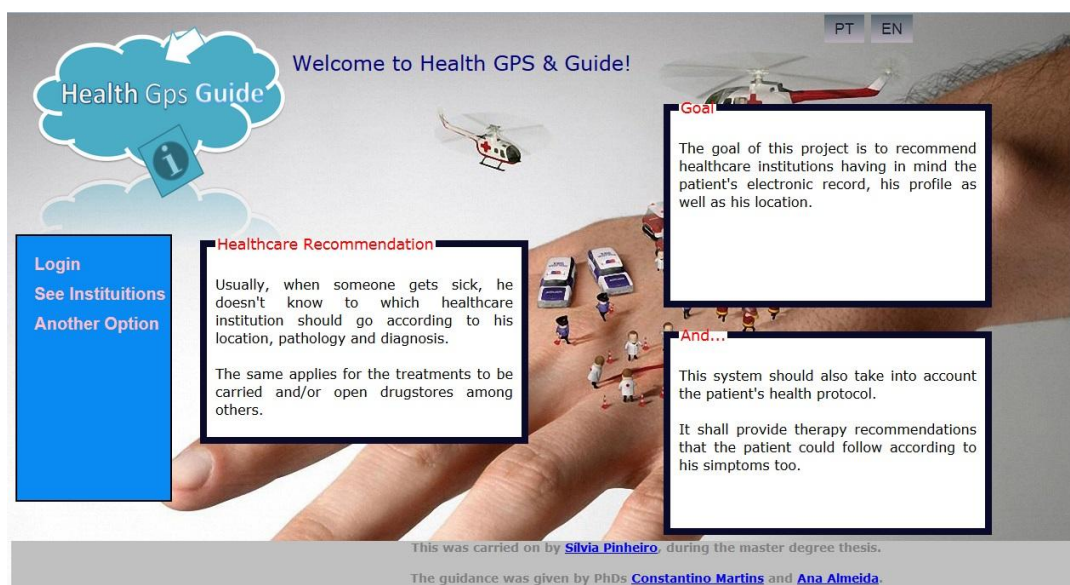


Figura: 3.1 – Protótipo desenvolvido

O protótipo desenvolvido foi construído com base nas seguintes tecnologias: HTML, PHP, JavaScript, Cascading Style Sheets (CSS) e JQuery. Quanto ao Sistema de Gestão de Base de Dados, este foi o MySQL.

O HTML serve como base da elaboração das *interfaces* da aplicação. O PHP serve para a criação de páginas dinâmicas e comunicação com a Base de Dados, para além da validação dos dados do lado do servidor. O SQL foi usado como linguagem para a atualização, seleção e eliminação de dados da BD.

O JavaScript serve para efetuar validações do lado do cliente (segurança/ofuscação). As folhas de estilos criadas, usando CSS, permitem como o próprio nome diz, configurar o estilo que se pretende para a respetiva página, ou seja, definem-se as cores, posições e alinhamento dos objetos na mesma. O JQuery é uma biblioteca de JavaScript. Este foi utilizado para criar um processo de registo de novos utilizadores de agradável apresentação.

A arquitetura do sistema tem características semelhantes a alguns sistemas apresentados na secção 2.8.6, sendo baseado na Web. Assim a aplicação pode ser acedida de qualquer lugar com ligação à Internet, para além de que, poder-se-á utilizar em diferentes plataformas.

A arquitetura geral do protótipo é apresentada na Figura: 3.2, onde se pode ver os componentes pelos quais é constituída:

- **Modelo de Utilizador:** conforme discutido na secção 2.7, contém os dados do utilizador e suas preferências.

- **Modelo de Recomendação:** contém os mecanismos de avaliação das instituições a recomendar ao utilizador. Este conjuga a informação recolhida durante a interação entre o utilizador e a aplicação, com os dados do Modelo de Utilizador, para dar uma recomendação.

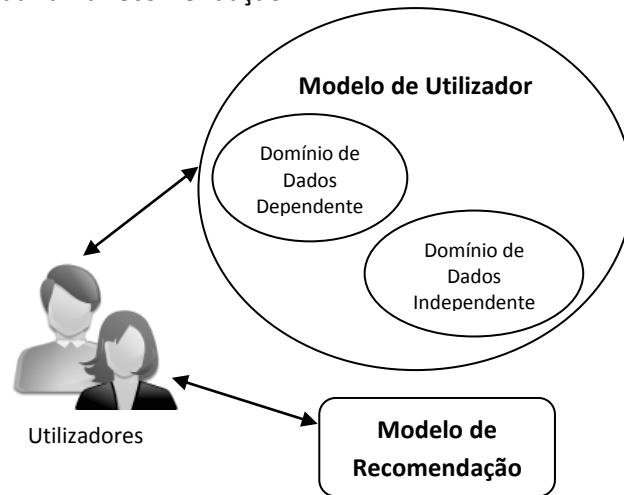


Figura: 3.2 – Arquitetura do protótipo

Existe igualmente um modelo de dados que contém a classe de acesso a dados e o repositório dos mesmos. Este, por sua vez, corresponde à BD, onde estão guardados tanto os dados dos utilizadores como das instituições. A classe de dados permite a ligação entre a plataforma e o repositório de dados.

Em termos de arquitetura, no âmbito em que se insere a plataforma desenvolvida, esta não apresenta diferenças significativas e inovadoras. Contudo, existem outras soluções em domínios diferentes que as apresentam.

Na área da educação, Martins [3] desenvolveu uma arquitetura diferente dos sistemas hipermédia adaptativos anteriores. Martins implementou um Modelo de Aluno e um Modelo Pedagógico. O primeiro considera as preferências de aprendizagem do utilizador e o segundo, através da avaliação do conhecimento do utilizador, apresenta-lhe diversas atividades, as quais são adaptadas ao seu perfil [3].

Em relação ao turismo, Coelho [6] defende que, apesar da inovação ser uma vantagem no desenvolvimento de um protótipo, a conjugação de diferentes técnicas existentes, de características simples, pode igualmente tornar-se num fator de qualidade.

Coelho [6] apresenta diversas vantagens que o seu protótipo possui, sendo um delas a qualidade de arranque. Esta foi comprovada pela facilidade com que 50% do modelo de utilizador é completo, através de um formulário de registo simples. Isto já permite que os turistas possam receber sugestões personalizadas [6].

A transparência é outra vantagem apresentada. Esta verifica-se pela possibilidade do utilizador saber o que o sistema assume acerca das suas preferências e interesses [6].

O protótipo apresentado por Coelho [6] possui um sistema de recomendação poderoso, visto que este foi construído através da implementação de diversas técnicas, evitando assim problemas como o *cold-start-item*.

A evolução do perfil do utilizador enquanto este usa o protótipo desenvolvido é uma vantagem relativamente ao TripAdvisor [6]. Esta é conseguida através da utilização de técnicas de MU, que recolhem informações durante a sessão do mesmo na aplicação. Estas serão posteriormente utilizadas para as próximas recomendações [6].

3.2 Funcionalidades do protótipo

Neste subcapítulo são descritas as funcionalidades do protótipo desenvolvido. Estas serão explicadas através da utilização de casos de uso.

Os diagramas de casos de uso servem para explicar as opções que foram criadas para o utilizador no sistema implementado. Para ele, por exemplo, poder ver os seus dados pessoais, tem de estar registado no sistema e de seguida fazer o login, como se pode ver na Figura: 3.3.

Para o protótipo desenvolvido, foram definidos dois tipos de utilizadores: o utilizador normal (turista) e o administrador. O utilizador normal é o turista que vai consultar o sistema para solicitar uma recomendação, para atualizar os seus dados pessoais ou ver as instituições registadas no sistema, entre outras tarefas. O administrador tem todas as funções de gestão associadas a si, isto é, ele pode inserir, atualizar ou eliminar tanto instituições como utilizadores e respetivos dados.

A opção ver instituições está disponível para qualquer tipo de utilizador, porém a alteração dos dados das mesmas apenas pode ser realizada pelo administrador. As restantes opções para os utilizadores, só se podem realizar a partir do momento em que eles se registam na aplicação.

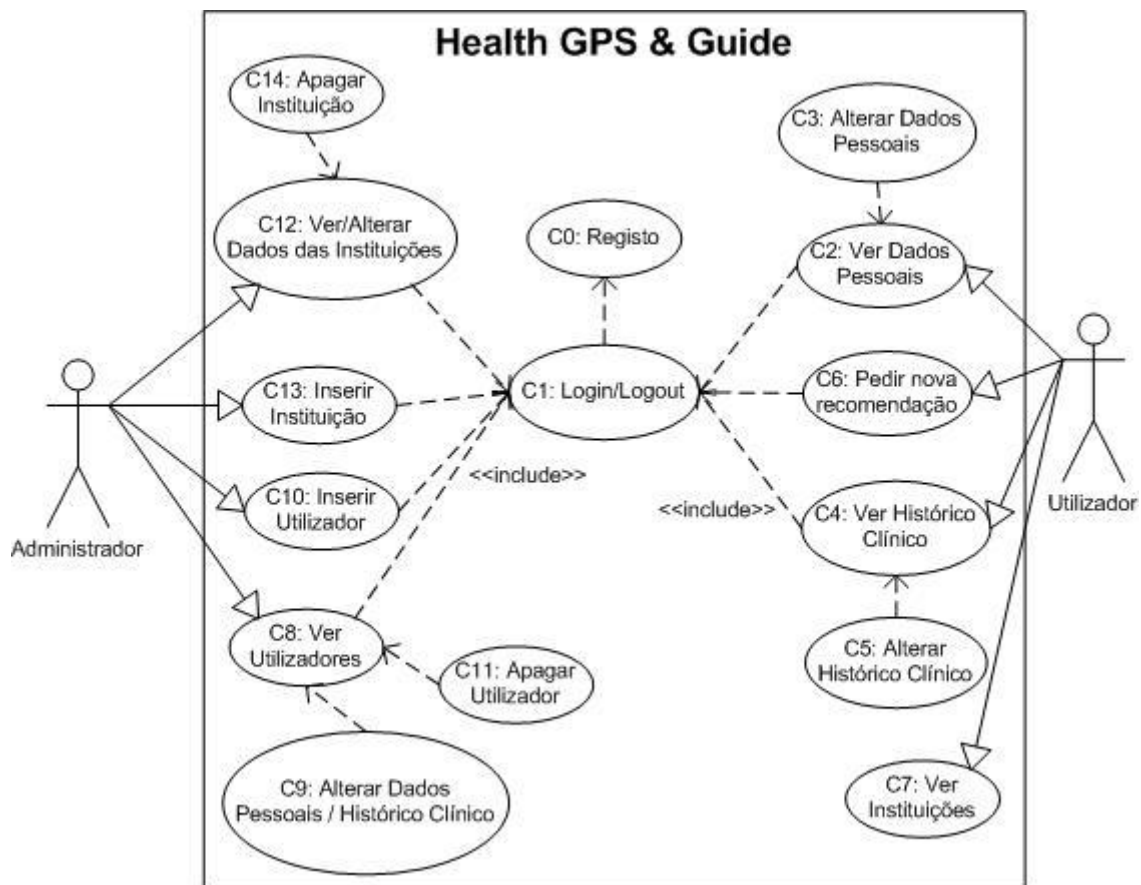


Figura: 3.3 – Diagrama de Casos de Uso

Na Tabela: 3.1 são apresentados todos os casos de uso implementados no protótipo desenvolvido. A prioridade dos casos de uso está relacionada com a sua hierarquia na aplicação, ou seja, antes de ver instituições (C7) é necessário inseri-las primeiro (C13).

Tabela: 3.1 – Prioridade dos Casos de Uso

| Caso de Uso | Prioridade |
|--|------------|
| C0: Registo | 1 |
| C1: Login/Logout | 2 |
| C13: Inserir Instituição | 3 |
| C10: Inserir Utilizadores | 4 |
| C6: Pedir Nova Recomendação | 5 |
| C4: Ver Histórico Clínico | 7 |
| C5: Alterar Histórico Clínico | 8 |
| C2: Ver Dados Pessoais | 9 |
| C3: Alterar Dados Pessoais | 10 |
| C12: Ver/Alterar Dados das Instituições | 11 |
| C8: Ver Utilizadores | 12 |
| C9: Alterar Dados Pessoais / Histórico Clínico | 13 |
| C7: Ver Instituições | 14 |
| C11: Apagar Utilizador | 15 |
| C14: Apagar Instituição | 16 |

De seguida apresenta-se uma breve descrição dos casos de uso apresentados anteriormente. Com esta descrição consegue entender-se o que é inerente ao funcionamento de cada caso de uso. Assim, entender cada ação do utilizador na aplicação desenvolvida. Em cada tabela identificam-se os intervenientes no processo, as pré-condições necessárias para a sua execução assim como as pós-condições. A finalidade do mesmo é igualmente apresentada. Por fim, o cenário principal é descrito. Aqui expõem-se de que forma o processo deve acontecer para que o objetivo final deste seja atingido.

Tabela: 3.2 – Caso de Uso C0: Registo do Utilizador

| | |
|---------------------------|---|
| Identificação: | C0 |
| Nome: | Registo |
| Ator: | Utilizador |
| Finalidade: | Adicionar um novo utilizador ao sistema |
| Pré-condições: | Ter a interface de registo disponível |
| Pós-condições: | Ter um novo utilizador na base de dados |
| Cenário Principal: | Aceder à página principal. Escolher a opção "Login". Como o utilizador não está registado, então ele tem de clicar na opção para se registar. Preencher o formulário e submeter. Confirmar se o utilizador foi adicionado com sucesso. |

A Tabela: 3.2 apresenta o caso de uso relativo ao processo de registo de um novo utilizador no protótipo desenvolvido. Através desta ação, adicionam-se novos utilizadores ao repositório de dados da aplicação, os quais são identificados através do **userID**. A partir do momento em que os utilizadores se registam na aplicação, eles adquirem o direito do seu usufruto. O formulário de registo permite recolher os dados necessários para uma recomendação adequada às necessidades ao utilizador.

Tabela: 3.3 – Caso de Uso C1: *Login/Logout*

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C1 |
| Nome: | <i>Login/Logout</i> |
| Actor: | Utilizador |
| Finalidade: | Conseguir aceder ao sistema usando credenciais de acesso |
| Pré-condições: | A página estar em funcionamento e ter credenciais de acesso |
| Pós-condições: | O utilizador consegue aceder aos conteúdos da página destinados a utilizadores registados |
| Cenário Principal: | O utilizador acede à página da aplicação e segue para o <i>Login</i> . O utilizador insere as credenciais de acesso na página <i>Login</i> . O utilizador entra na sua página. Se seleccionar a opção <i>Logout</i> , o utilizador sai da sua página e é redirecionado para a página inicial. |

A Tabela: 3.3 apresenta o caso de uso relativo ao processo de *Login/Logout* do utilizador no protótipo desenvolvido. Só é possível realizar este passo depois do utilizador se ter registado na aplicação. A partir do momento em que este efetua o *Login* na mesma, ele inicia uma sessão, a qual se permanecerá ativa enquanto ele estiver a navegar na aplicação. Assim, que ele efetua *Logout*, a sessão é destruída.

Tabela: 3.4 – Caso de Uso C2: Visualização dos Dados Pessoais

| | |
|---------------------------|---|
| Identificação: | C2 |
| Nome: | Ver Dados Pessoais |
| Actor: | Utilizador |
| Finalidade: | Visualizar os dados pessoais do utilizador |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Ter dados pessoais associados ao utilizador que está a aceder à aplicação. |
| Pós-condições: | Obter uma lista com todos os seus dados pessoais. |
| Cenário Principal: | O utilizador entra na sua página. O utilizador clica na opção “Ver dados pessoais” do menu. A informação é disponibilizada. |

Na Tabela: 3.4 apresenta-se o caso de uso relativo ao processo de visualização dos dados pessoais do utilizador registado na aplicação. Este processo é o antecessor do processo relativo à alteração dos dados pessoais do utilizador.

Tabela: 3.5 – Caso de Uso C3: Alteração dos Dados Pessoais

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C3 |
| Nome: | Alterar Dados Pessoais |
| Actor: | Utilizador |
| Finalidade: | Alterar os dados pessoais do utilizador |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Lista dos dados pessoais é apresentada. |
| Pós-condições: | Dados pessoais terem sido alterados com sucesso. |
| Cenário Principal: | O utilizador entra na sua página. O utilizador clica na opção “Ver dados pessoais” do menu. A lista dos dados é apresentada seguida de um botão para alterar os dados. Quando pressionado o botão, o utilizador é dirigido para uma página onde pode alterar os dados. Premir o botão gravar. |

A Tabela: 3.5 apresenta o caso de uso relativo ao processo de alteração dos dados pessoais do utilizador no protótipo desenvolvido. Para além de manter a sua informação atualizada, este passo é também importante, pois permite ao utilizador alterar dados que podem vir a ser relevantes para uma futura recomendação.

Tabela: 3.6 – Caso de Uso C4: Visualização do Historial Clínico

| | |
|---------------------------|---|
| Identificação: | C4 |
| Nome: | Ver Histórico Clínico |
| Actor: | Utilizador |
| Finalidade: | Visualizar o histórico clínico do utilizador |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Ter histórico clínico associado ao utilizador que está a aceder à aplicação. |
| Pós-condições: | Obter uma lista com o seu histórico. |
| Cenário Principal: | O utilizador entra na sua página. Este clica na opção “Ver Histórico Clínico” e é redirecionado para outra página onde consegue visualizar a informação. |

Através da Tabela: 3.6 explica-se o processo de visualização dos dados que constituem o historial clínico do utilizador. Aqui são apresentadas as especialidades médicas associadas ao mesmo.

Tabela: 3.7 – Caso de Uso C5: Alteração do Histórico Clínico

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C5 |
| Nome: | Alterar Histórico Clínico |
| Actor: | Utilizador |
| Finalidade: | Alterar o histórico clínico do utilizador |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Informação sobre o histórico clínico é apresentada. |
| Pós-condições: | Histórico clínico foi alterado com sucesso. |
| Cenário Principal: | O utilizador entra na sua página. O utilizador clica na opção “Ver histórico clínico” do menu. A lista dos dados é apresentada seguida de um botão para alterar os mesmos. Quando pressionado o botão, o utilizador é dirigido para uma página onde pode alterar os dados. Premir o botão gravar. |

Através da Tabela: 3.7 explica-se o processo de alteração dos dados que constituem o historial clínico do utilizador. Este processo permite a atualização de dados fundamentais para efetuar uma recomendação adequada às necessidades do utilizador, pois esses dados serão analisados pelos algoritmos apresentados anteriormente.

Tabela: 3.8 – Caso de Uso C6: Pedir Nova Recomendação

| | |
|---------------------------|---|
| Identificação: | C6 |
| Nome: | Pedir nova recomendação |
| Actor: | Utilizador |
| Finalidade: | O utilizador recebe uma nova recomendação com sucesso |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso |
| Pós-condições: | É disponibilizada a informação de uma instituição recomendada ao utilizador. |
| Cenário Principal: | O utilizador entra na sua página. Escolhe uma das opções que lhe são apresentadas, tais como: medicação, tratamentos, rastreios, exames. Conforme a opção que escolha, aparece outra página com novas opções e segundo esta última escolha e juntamente com a localização do utilizador, aparece uma nova página com a instituição recomendada. |

A Tabela: 3.8 apresenta o processo de pedido de uma nova recomendação. Este permite ao utilizador receber a indicação de qual a instituição que melhor se adequa às suas necessidades no momento em que a solicita.

Tabela: 3.9 – Caso de Uso C7: Visualização de Instituições

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C7 |
| Nome: | Ver Instituições |
| Actor: | Utilizador |
| Finalidade: | Visualizar as instituições registadas no <i>site</i> |
| Pré-condições: | Ter instituições registadas na aplicação. |
| Pós-condições: | Obter uma lista com as instituições. |
| Cenário Principal: | O utilizador acede à página principal. Este clica na opção “Ver Instituições”, sendo redirecionado para outra página onde lhe é apresentada uma tabela com todas as instituições registada na aplicação. Ao clicar sobre uma delas consegue visualizar a informação. |

A Tabela: 3.9 apresenta o processo de visualização das instituições registadas no protótipo desenvolvido. Este permite ao utilizador ver os dados dessas instituições, tais como: nome, contacto, categoria, especialidades médicas e protocolos de saúde, entre outros.

Tabela: 3.10 – Caso de Uso C8: Visualização de Utilizadores

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C8 |
| Nome: | Ver Utilizadores |
| Actor: | Administrador |
| Finalidade: | Visualizar os utilizadores do sistema |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Ter utilizadores registados no sistema. |
| Pós-condições: | Obter uma lista com todos os utilizadores. |
| Cenário Principal: | O administrador entra na sua página. Clica na opção “Ver Utilizadores” onde é redirecionado para outra página. Nesta é-lhe apresentada uma lista com todos os utilizadores do sistema. |

A Tabela: 3.10 apresenta o processo de visualização dos utilizadores registados no protótipo desenvolvido. Este permite ao administrador ver os utilizadores e, se assim o entender, fazer alterações.

Tabela: 3.11 – Caso de Uso C9: Alteração de Dados Pessoais/Historial Clínico

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C9 |
| Nome: | Alterar Dados Pessoais / Histórico Clínico |
| Actor: | Administrador |
| Finalidade: | Alterar os dados pessoais e historial clínico do utilizador |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Lista dos utilizadores registados no sistema ser apresentada. |
| Pós-condições: | Dados pessoais terem sido alterados com sucesso. |
| Cenário Principal: | <p>O administrador entra na sua página. Clica na opção “Ver Utilizadores” onde é redirecionado para outra página. Nesta é-lhe apresentada uma lista com todos os utilizadores do sistema, incluindo as opções de “Alterar Historial Clínico” e “Alterar Dados”.</p> <p>Quando o administrador clicar numa das opções ser-lhe-á apresentado um conjunto de dados relativamente a cada situação tendo a opção de poder alterar e posteriormente gravar as alterações.</p> |

A Tabela: 3.11 apresenta tanto o processo de alteração dos dados pessoais como o de alteração do historial clínico do utilizador. Assim, torna-se possível ter informação atualizada para efetuar uma recomendação satisfatória.

Tabela: 3.12 – Caso de Uso C10: Inserção de Utilizadores

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C10 |
| Nome: | Inserir Utilizador |
| Actor: | Administrador |
| Finalidade: | Adicionar um novo utilizador ao sistema |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso |
| Pós-condições: | Ter um utilizador novo registado no sistema com sucesso |
| Cenário Principal: | <p>O administrador entra na sua página. Clica na opção “Inserir Utilizador” onde é redirecionado para outra página. Nesta é-lhe apresentado um formulário que terá de preencher relativamente ao novo utilizador.</p> |

A Tabela: 3.12 apresenta o processo de inserção de utilizadores no repositório de dados. Esta inserção é semelhante ao processo de registo de novos utilizadores (Caso de Uso: C0). A principal diferença entre estes casos de uso é o ator, ou seja, a inserção de novos utilizadores pode ser feita pelo próprio utilizador ou pelo administrador da aplicação.

Tabela: 3.13 – Caso de Uso C11: Eliminação de Utilizador

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C11 |
| Nome: | Apagar Utilizador |
| Actor: | Administrador |
| Finalidade: | Apagar um utilizador do sistema |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Ter utilizadores registados no sistema. Lista dos utilizadores registados no sistema ser apresentada. |
| Pós-condições: | Esse utilizador já não tem acesso ao sistema mas fica lá registado. |
| Cenário Principal: | O administrador entra na sua página. Clica na opção “Ver Utilizadores” onde é redirecionado para outra página. Nesta é-lhe apresentada uma lista com todos os utilizadores do sistema. À frente de cada um tem a opção “Apagar Utilizador”. Assim, depois de responder afirmativamente à opção “Pretende realmente apagar o utilizador X?”, esse utilizador é apagado logicamente da base de dados. |

A Tabela: 3.13 apresenta o processo de eliminação de utilizadores do repositório de dados. Esta eliminação não é definitiva, ou seja, a cada utilizador está associado um estado. Este possui valor 1 a partir do momento em que o utilizador se regista na aplicação, pois está pronto a usá-la. Quando este pretende eliminar o seu registo, por exemplo, o valor do estado passa a 0.

Tabela: 3.14 – Caso de Uso C12: Visualização /Alteração de Dados das Instituições

| | |
|---------------------------|---|
| Identificação: | C12 |
| Nome: | Ver/Alterar Dados das Instituições |
| Actor: | Administrador |
| Finalidade: | Visualizar / Alterar os dados de uma instituição |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Ter instituições registadas no sistema. |
| Pós-condições: | Obter uma lista com todas as instituições. / Dados terem sido alterados com sucesso. |
| Cenário Principal: | O administrador entra na sua página. Clica na opção “Ver instituições” onde é redirecionado para outra página. Nesta é-lhe apresentada uma lista com todas as instituições do sistema, ao clicar numa instituição, os dados da mesma são apresentados incluindo a opção “Alterar Dados”. Quando o administrador clicar nessa opção ser-lhe-á apresentado um conjunto de dados que pode alterar e posteriormente gravar as alterações. |

A Tabela: 3.14 apresenta o processo de visualização das instituições registadas no repositório de dados da aplicação. A partir deste, o administrador vê as instituições e os seus dados, podendo de seguida, alterá-los, se necessário. Este passo é importante pois permite manter a informação atualizada, a qual será utilizada no processo de recomendação.

Tabela: 3.15 – Caso de Uso C13: Inserção de Instituições

| | |
|---------------------------|--|
| Identificação: | C13 |
| Nome: | Inserir Instituição |
| Actor: | Administrador |
| Finalidade: | Adicionar uma nova instituição ao sistema |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso |
| Pós-condições: | Ter uma instituição nova registada no sistema com sucesso |
| Cenário Principal: | O administrador entra na sua página. Clica na opção “Inserir Instituição” onde é redirecionado para outra página. Nesta é-lhe apresentado um formulário que terá de preencher relativamente à nova instituição. |

A Tabela: 3.15 apresenta o processo de inserção de dados das instituições no protótipo desenvolvido. Este processo é semelhante ao representado pelo caso de uso C10, que é relativo aos utilizadores.

Tabela: 3.16 – Caso de Uso C14: Eliminação de Instituições

| | |
|---------------------------|---|
| Identificação: | C14 |
| Nome: | Apagar Instituição |
| Actor: | Administrador |
| Finalidade: | Apagar uma instituição do sistema |
| Pré-condições: | Login efetuado com sucesso; Ter instituições registadas no sistema. Lista de instituições registadas no sistema ser apresentada. |
| Pós-condições: | Essa instituição já não entra para a recomendação mas fica registada no sistema. |
| Cenário Principal: | O administrador entra na sua página. Clica na opção “Ver instituições” onde é redirecionado para outra página. Nesta é-lhe apresentado uma lista das instituições do sistema. À frente de cada uma tem a opção “Apagar Instituição”. Assim, depois de responder afirmativamente à opção “Pretende realmente apagar a instituição X?”, essa instituição é apagada logicamente da base de dados. |

A Tabela: 3.15 apresenta o processo de inserção de dados das instituições no protótipo desenvolvido. Este processo é semelhante ao representado pelo caso de uso C10, que é relativo aos utilizadores.

Tabela: 3.16 apresenta o processo de eliminação de dados das instituições armazenadas na BD da aplicação. Este processo é semelhante ao representado pelo caso de uso C11, que é relativo aos utilizadores.

➤ Modelo Conceptual

No modelo conceptual apresentam-se as entidades envolvidas durante o processo de recomendação. Um utilizador ao pedir uma nova recomendação, vai gerar a classificação de todas as instituições, segundo o seu perfil, por forma a receber a indicação da instituição que será a mais indicada para si.

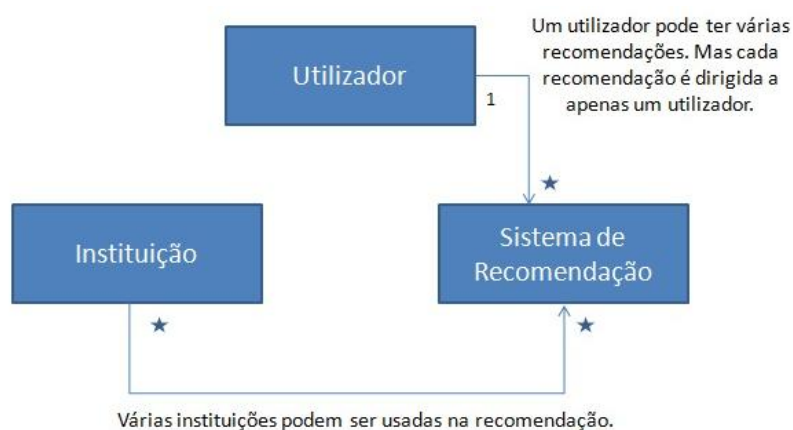


Figura: 3.4 – Modelo Conceptual

➤ Modelo de Dados

O modelo do repositório de dados implementado para este protótipo apresenta-se em anexo (ver Anexo I). Assim, de seguida, apresentam-se as tabelas, em grupo, utilizadas na construção da Base de Dados.

As tabelas existentes na BD são as seguintes:

- **Login:** onde estão guardadas as credenciais tanto do administrador como dos utilizadores do protótipo;
- **PONs:** corresponde à tabela onde se guardam os dados das instituições, tendo esta designação que equivale ao diminutivo de “Pontos de Necessidade”;
- **User:** nesta tabela estão guardados os dados relativos a cada utilizador;
- **Contact:** como o próprio nome indica, nesta tabela encontram-se armazenados os dados de contacto tanto dos utilizadores como das instituições. Estes incluem o número de telemóvel, correio eletrónico, morada, entre outros;

- **Medical Record:** serve para guardar o registo clínico do utilizador;
- **Shedule:** nesta tabela pode consultar-se o horário de funcionamento das instituições de saúde;
- **User_handicap:** nesta tabela estão guardados os dados relativos às condições físicas de cada utilizador. Entende-se por condições físicas dificuldade de locomoção, surdez, cegueira ou estados particulares como gravidez;
- **Speciality:** nesta tabela, para cada especialidade corresponde um número de identificação;
- **Protocol:** nesta tabela, para cada protocolo de saúde corresponde um número de identificação;
- **Matriz:** nesta tabela guarda-se o resultado do algoritmo *Matriz de classificação* (subsecção 3.5.1) relativos aos PONs;
- **Class_handicap_pons:** guarda o resultado do algoritmo de classificação das instituições em termos de acessibilidade condicionada;
- **Class_protocol_pons:** guarda o resultado do algoritmo de classificação das instituições em termos de protocolo de saúde;
- **Class_record_pons:** guarda o resultado do algoritmo de classificação das instituições em termos de especialidades clínicas;
- **Class_pons:** reúnem-se os dados relativos às pontuações obtidas anteriormente para cada instituição.

Na Figura 3.4, são apresentadas as tabelas relativas aos Pontos de Necessidade: pons, speciality, protocol e shedule. Estas apresentam algumas características comuns aos utilizadores, que serão posteriormente analisadas para a recomendação.

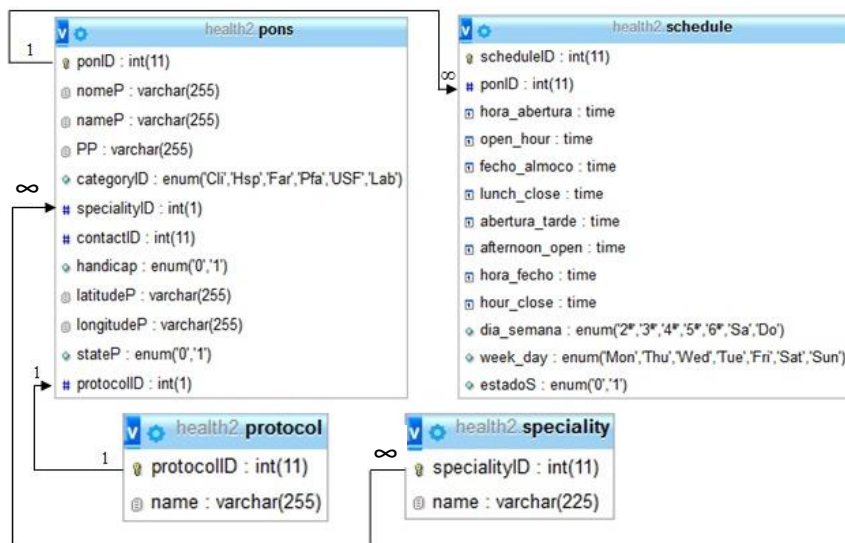


Figura: 3.5 – Tabelas relativas aos Pontos de Interesse

Na Figura 3.5, são apresentadas as tabelas relativas ao utilizador: login, user, contact, user_handicap e medical_record.

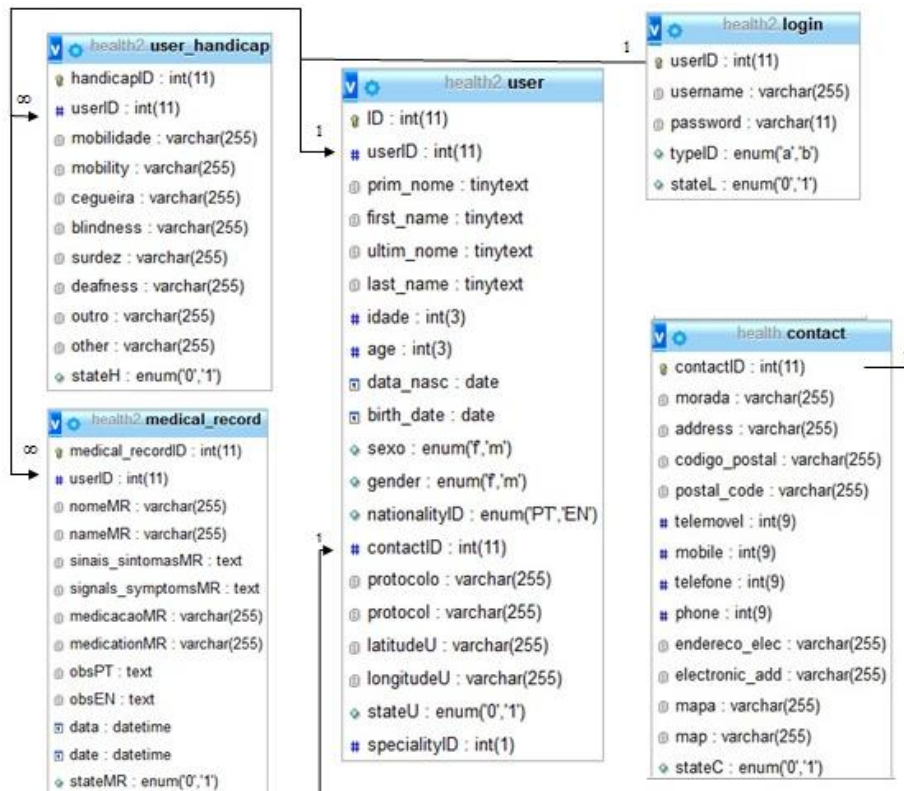


Figura: 3.6 – Tabelas relativas ao utilizador

Na Figura: 3.7 apresentam-se as tabelas onde se guardam os dados provenientes das classificações das instituições de saúde.

Através das figuras descritas podem ver-se as relações entre as especialidades clínicas registadas nas instituições, bem como o protocolo (acordos/convenções) de saúde das mesmas e “handicap”. Este, neste caso, serve para indicar se a instituição tem acesso para deficientes motores. No caso do utilizador, serve para indicar qual a sua condição física. Posteriormente far-se-á a correspondência entre o “handicap” mobilidade do utilizador e da instituição.

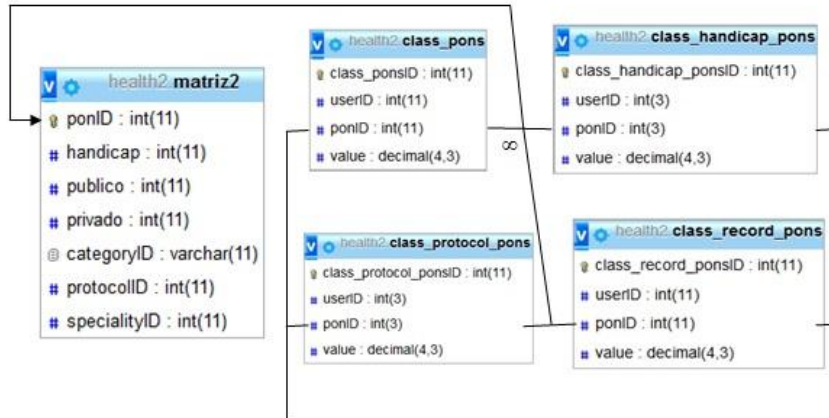


Figura: 3.7 – Tabelas referentes às relações necessárias para as futuras classificações

Resumindo, no protótipo desenvolvido estão registados dois tipos de utilizadores: o administrador e o utilizador. O administrador é responsável por todas as funções, próprias de um administrador. É ele quem controla, totalmente, os dados que são inseridos e retirados da base de dados, tanto do utilizador como das instituições. O utilizador pode pedir uma nova recomendação, visualizar/alterar os seus dados pessoais e historial clínico, os quais ajudam a construir o seu perfil e também na recomendação. Qualquer utilizador pode ver as instituições registadas no sistema. Na Figura: 3.8 pode ver-se o caminho a percorrer para aceder às aplicações da plataforma através de um fluxograma.

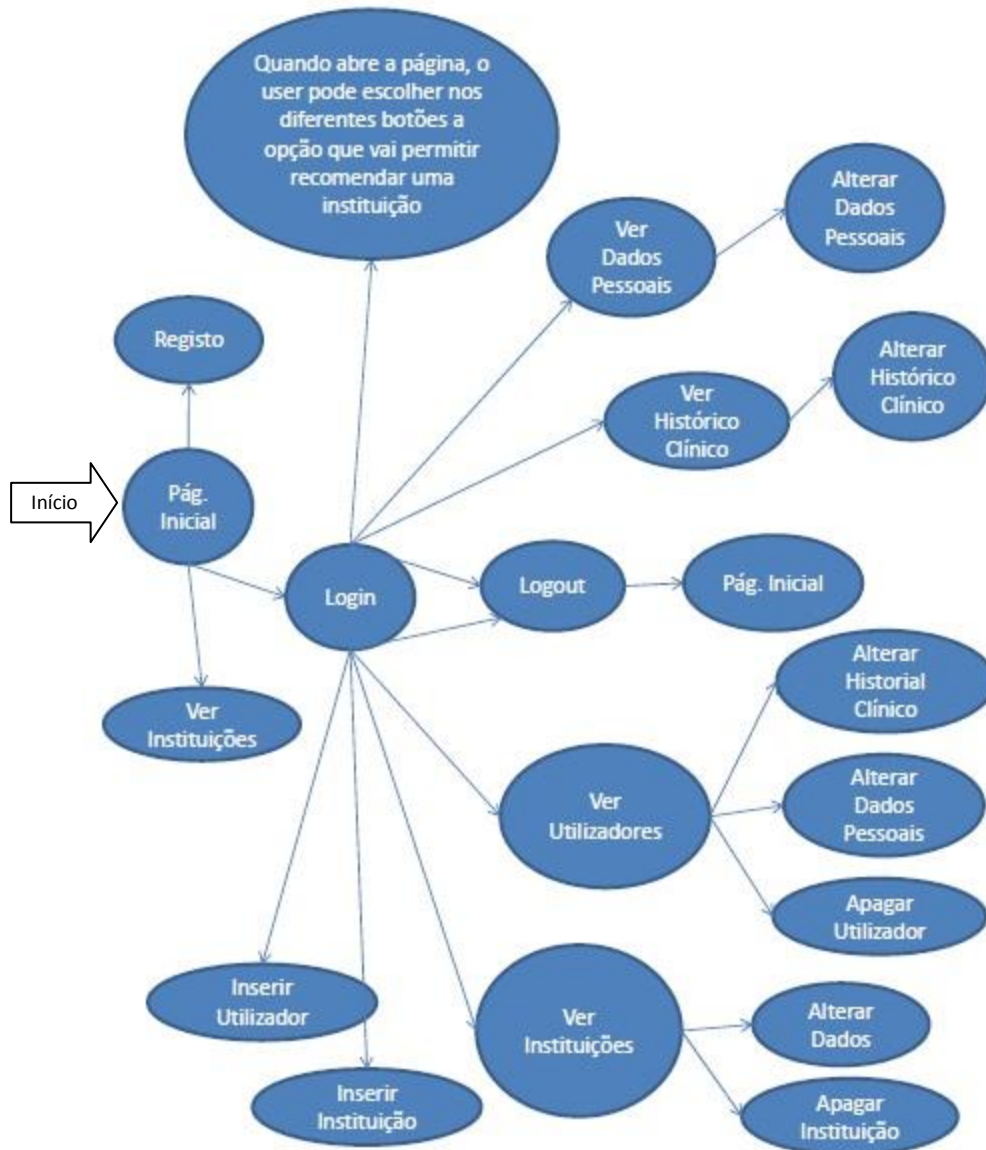


Figura: 3.8 – Fluxograma de ecrãs

3.3 Implementação do Modelo do Utilizador

O modelo de utilizador precisa de vários dados acerca do utilizador para poder inferir nova informação sobre ele. Assim, é preciso saber que características são importantes para a MU consoante o domínio onde esta se insere.

Na Tabela: 3.17, apresentam-se os dados considerados para a recolha de informação sobre o utilizador e os parâmetros do seu domínio. Esta tabela foi adaptada do modelo implementado por Martins et al [40], o qual estava inserida no âmbito da educação. Desta forma, uma das alterações efetuadas relativamente à sua tabela foi relacionada com a informação a considerar para o domínio de dados dependentes.

Como o protótipo desenvolvido nesta dissertação está inserido no âmbito da saúde, uma das características consideradas para o domínio de dados dependentes foi o historial clínico do utilizador. Segundo, o Registo de Saúde Eletrónico, este historial é composto pelas doenças que um utente possui. Contudo e tendo em conta que existem muitas doenças, para esta fase do protótipo foram consideradas apenas as especialidades médicas associadas às mesmas (como se explica na secção 3.4).

Tabela: 3.17 – Características Usadas na Modelação do Utilizador (Adaptado de Martins e Faria [32])

| Modelo | Características | Descrição/Exemplos |
|--------------------------------|---|---|
| Domínio de Dados Independentes | Informação Pessoal | Nome, morada, contactos, etc. |
| | Dados Demográficos | Idade, género, etc. |
| | Condições físicas: visuais, mobilidade, outras. | Se usa óculos, moletas, etc. |
| | Domínio de Aplicação | Localização do utilizador, etc. |
| Domínio de Dados Dependentes | Historial Clínico | Miopia, doenças crónicas, como a diabetes, etc. |
| | Medicação | Insulina, aspirina, salofalk, sinvastatina, etc. |
| | Outros | Acessórios, por exemplo: bomba de asma, etc. |
| | Protocolo de saúde | SNS, ADSE, tranquilidade, etc. |
| | Instituições de Saúde | Hospitais (público/privado), centros de enfermagem, laboratórios, farmácias, etc. |

As ferramentas utilizadas para a recolha de informação usada na definição dos dados dependentes e independentes, foram os formulários (ver Figura: 3.9).

Estes formulários foram usados para introduzir utilizadores e instituições, no repositório de dados do protótipo.

Utilizaram-se os modelos estatísticos de previsão (descritos na secção 2.7.1), para a implementação da Modelação do Utilizador. Estes servirão para analisar os dados recolhidos.

Assim, para o processo inicial de recolha de dados do utilizador, foi construído um formulário de registo (ver Figura: 3.10). Este permite instanciar os dados a serem usados pelo modelo de utilizador e facilitar o trabalho do sistema de recomendação na altura de filtrar certas características, as quais poderão contribuir para uma preferência (ou melhor consideração, ter mais peso) por determinadas instituições.

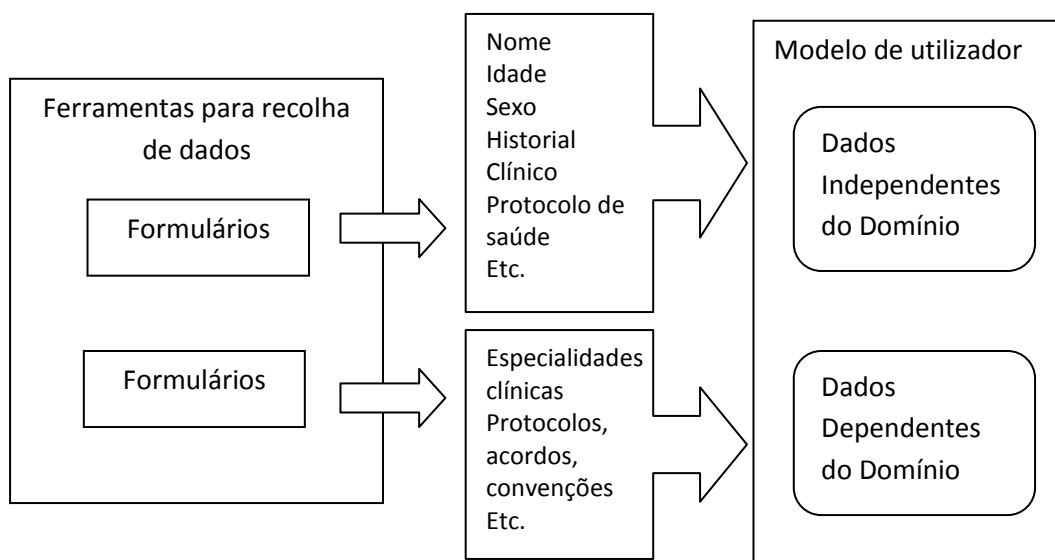


Figura: 3.9 – Ferramentas para recolha de dados (Adaptado de Martins e Faria [40])

Esta recolha é feita de forma explícita e permitirá reunir as informações mais relevantes acerca do estado de saúde do utilizador. Para o processo de registo não ser moroso, foi criada uma interface agradável e são pedidos apenas os dados essenciais.

Deve-se, no entanto, salientar que há campos de preenchimento obrigatório. Inicialmente, o sistema necessita de recolher os dados necessários para o modelo de utilizador. Estes estão relacionados com o seu historial clínico, visto que é necessário saber quais as especialidades médicas associadas às suas doenças. Pois, posteriormente na recomendação, ter-se-á em conta se a instituição a recomendar tem também essa especialidade associada.

Contudo, se o utilizador também precisar de cuidados noutra área médica, é essencial que o sistema consiga recomendar uma instituição que tenha profissionais disponíveis para ambas as especialidades, para que o utilizador receba um atendimento mais completo.

No ato de registo, são igualmente pedidas informações sobre a condição física do utilizador, tais como, critérios de mobilidade, surdez ou estados de saúde particulares como a gravidez, para além do seu protocolo de saúde.

Devido à elevada quantidade de informação existente no âmbito da saúde e como o protótipo desenvolvido enquadra-se neste âmbito, é necessário existir uma filtragem dos dados recolhidos.

No sentido de evitar os problemas resultantes da utilização de texto livre (como referido na secção 2.2), este tipo de *input* foi empregue apenas duas vezes. Esta introdução é realizada nos campos de correio eletrónico (*Email*) e da palavra passe (*Password*). Estes dados serão utilizados, posteriormente, para o utilizador poder aceder à aplicação (como se explica na secção 3.5).



Figura: 3.10 – Registo de utilizadores novos na aplicação

Visto que a língua inglesa é considerada universal, ou seja, falada por muitas pessoas, a aplicação foi desenvolvida em Inglês. Para além de que, em termos de análise do protótipo desenvolvido, este poderá ser analisado por peritos de outra nacionalidade, facilitando-a. Para além de a existência da barreira linguística do *outsider*. Esta barreira dificulta, muitas vezes, a comunicação entre o *outsider* e a pessoa que o está a atender, mesmo ele já conhecendo a zona de uma visita anterior.

Há ainda a considerar a situação de uma pessoa, ao sair de uma consulta, e que queira saber uma segunda opinião de um médico, ou mesmo se tiver de fazer exames, saber onde existe uma clínica para realizar esses exames de acordo com o seu sistema de saúde.

Uma mãe que queira receber uma recomendação para o seu filho, por exemplo, deve registá-lo na aplicação como um utilizador diferente. Deste modo, o sistema tratá-lo-á segundo os seus dados; caso contrário seria com os dados do perfil da mãe.

3.4 Implementação do Modelo de Domínio

Tendo em conta que o domínio do protótipo é o Grande Porto, procedeu-se à seleção do tipo de instituições de saúde que fazem parte desta área.

Para recolher os dados das instituições, como os seus contactos e localização, procedeu-se à consulta do *site* Portal da Saúde⁸. Através deste *site*, é possível obter informações acerca das instituições de saúde públicas existentes em Portugal. A título de curiosidade, só no concelho do Porto existem 293 instituições de saúde, como se verificar pode na Tabela: 3.18.

⁸ Portal da saúde: <http://www.portaldasaude.pt/portal> último acesso: 1/05/2013

Essa informação recolheu-se sob a forma de ficheiros *excell*, cujos dados foram introduzidos na BD através de um ficheiro PHP e MySQL, de uma forma automática.

Tabela: 3.18 – Tipos de Instituições Existentes na Região do Porto

| Serviços | Nº no Distrito do Porto | Nº no Concelho do Porto |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Farmácias | 430 | 122 |
| Agrupamentos de centros de saúde grande porto | 2 | - |
| Centros de Diagnóstico Pneumológico | 4 | - |
| Centros de Saúde | 42 | 9 |
| Centros Hospitalares | 6 | 2 |
| Centros Regionais | 1 | - |
| Convencionados (laboratórios/clínicas/outros...) | 205 | 115 |
| Extensões de Saúde | 52 | 3 |
| Hospitais | 14 | 5 |
| Maternidade | 1 | - |
| Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados | 17 | 7 |
| Unidade de Saúde Familiar | 109 | 13 |
| Unidade local de saúde | - | 1 |
| Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados | 42 | 13 |
| Unidades de Cuidados na Comunidade | 12 | 3 |
| Totais | 937 | 293 |

Uma vez que os dados relativos a todas estas instituições iriam necessitar de um tempo de processamento elevado, limitou-se o tipo de instituições de saúde a considerar utilizar. Assim, optou-se apenas pelas farmácias, hospitais e unidades de saúde familiares. Em relação a cada uma destas instituições, através da consulta já mencionada, é possível recolher: a morada, o código-postal, o telefone, o tipo de prestador (assumido como categoria), o correio eletrónico, o endereço e o mapa relativos ao Portal da Saúde, assim como a latitude e a longitude.

Para a recomendação, os dados utilizados foram a localização, especialidade clínica e protocolo/convenção associada à instituição. Alguns destes últimos dados tiveram de ser obtidos através dos *sites* das respetivas instituições, nomeadamente, das instituições do sector privado, assim como os seus horários de funcionamento.

Em relação às especialidades clínicas e aos protocolos de saúde, como é sabido, estes tiveram de ser selecionados de entre um grande leque existente. Assim, as especialidades clínicas escolhidas foram:

- Cardiologia;
- Dermatologia;
- Endocrinologia;
- Gastrenterologia;
- Medicina dentária;
- Oftalmologia;
- Ortopedia;
- Pediatria;
- Urologia;
- Medicina geral.

O critério de escolha destas especialidades relaciona-se, em particular, com as doenças associadas a alguém que viaja para um ambiente desconhecido. Normalmente, os turistas querem experimentar a gastronomia local, ficando, por vezes, indispostos.

A inclusão das especialidades de cardiologia e endocrinologia (diabetes) relaciona-se com o crescente número de pessoas com doenças crónicas. Devido ao facto das crianças serem mais suscetíveis de contraírem doenças, a pediatria foi também incluída.

Dependendo do intuito da viagem, local a visitar e atividades a realizar, a pessoa pode magoar-se, sofrer uma entorse ou algo mais. Em casos mais graves, pode surgir um acidente e ter de recorrer, de imediato, ao hospital. Assim, a ortopedia foi igualmente incorporada.

Estes critérios foram discutidos durante reuniões com os orientadores da dissertação e profissionais da área da saúde.

Relativamente aos protocolos de saúde, convenções, acordos ou subsistemas de saúde, denominações que variam de instituição para instituição, foram escolhidos alguns. A título de exemplo: Allianz, Multicare, Médis, Tranquilidade, ADSE, IASFA, entre outros.

3.5 Implementação do Sistema de Recomendação

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de recomendação, para guiar os turistas, que se dirijam à cidade do Porto e precisem de alguma orientação a nível de saúde (ver secção 1.2.1). Quando necessitarem de algum medicamento, de tratamentos, consultas, exames, análises clínicas ou rastreios, o sistema pode, através de um mapa, indicá-lhes a instituição de saúde, segundo o seu perfil previamente registado no sistema. Os tipos de instituições considerados foram hospitais (públicos/privados), clínicas médicas (oftalmológicas, dentárias...), centros de saúde, farmácias e parafarmácias. Os aspetos a ter em conta para o perfil do utilizador foram: condição física, historial clínico (especialidade médica associada) e protocolo de saúde.

Relativamente às instituições de saúde, também foram considerados os seus dados de localização, horário de funcionamento, especialidades clínicas, exames e protocolos de saúde a fim de corresponder com os dados indicados pelo utilizador.

Optou-se por uma solução de recomendação híbrida que usa a abordagem baseada em conteúdo e a técnica de classificação, para apresentar recomendações mais adequadas. Optou-se pela recomendação baseada em conteúdo, porque o protótipo desenvolvido é orientado para o utilizador. Assim, o fator principal a considerar é o seu historial clínico.

A classificação serve para agrupar as instituições de saúde de acordo com as necessidades do utilizador, tendo em conta o seu pedido.

Alguns dados de contexto também podem vir a ser introduzidos para a recomendação no sentido de refiná-la de acordo com as necessidades específicas de cada utilizador [14], afim deste ficar satisfeito no final da utilização do protótipo.

3.5.1 Matriz de classificação

A matriz de classificação serve para agrupar as instituições de forma a facilitar o sistema de recomendação, selecionando-as conforme as necessidades do utilizador.

Para esta classificação tem-se em conta os seguintes dados: protocolo de saúde, especialidade clínica, categoria (exemplo: farmácia, hospital, clínica, laboratório) e acessibilidade necessária às pessoas com mobilidade reduzida ou não.

Estes dados são guardados num vetor. Para as preferências do utilizador cria-se outro vetor de igual dimensão. De seguida, estes são comparados, pois em cada uma das suas posições encontra-se um valor numérico correspondente a cada uma das características referidas anteriormente. Por cada valor correspondente entre a instituição e o utilizador, esta recebe um ponto. No fim, as instituições são ordenadas decrescentemente.

Para implementar a matriz foram utilizados algoritmos que são descritos a seguir.

3.5.2 Algoritmos

Os algoritmos desenvolvidos para a realização da recomendação, foram implementados baseando-se nos modelos de previsão. Aí, analisam-se os dados recolhidos da base de dados, inseridos pelo utilizador. Depois comparam-se com os dados das instituições e atribuem-se pontuações para a recomendação final. O resultado desta é uma lista de Pontos de Necessidade (PON), adaptados do estudo realizado por Coelho [6]. Neste, o protótipo desenvolvido recomenda locais a visitar ou eventos a decorrer na cidade do Porto, aos quais ele se refere como sendo Pontos de Interesse (POI) [6].

Os dados de entrada dos algoritmos desenvolvidos, através do **userID**, permitem saber para qual utilizador é a recomendação. Este dado é numérico e é atribuído a cada novo utilizador. O mesmo se aplica ao **ponID**. Sempre que se introduz uma nova instituição de saúde na BD, esta recebe o seu **ID**. Este número de identificação funciona como chave-primária, tanto para o utilizador como para a instituição. Quando é solicitada alguma informação acerca deles, utiliza-se o comando **SELECT**. Este serve para selecionar os dados, armazenados nas tabelas da BD, correspondentes a cada um deles. Este comando pode conter vários parâmetros consoante a pesquisa que se pretende efetuar. Podem-se selecionar todos os dados de uma tabela indiscriminadamente ou somente alguns em relação a um determinado utilizador, por exemplo.

O número de identificação também serve para que a aplicação reconheça o utilizador enquanto este navega pela mesma, mantendo a sua sessão ativa.

A métrica considerada para atribuir às pontuações varia conforme o algoritmo em questão. Os valores que a constituem situam-se numa escala de -1 a 1. Estes podem ser:

- $A = 0.65$; dá-se à instituição que possua uma característica relevante para o processo de recomendação, funcionando quase como um fator decisivo. Note-se o seguinte exemplo de um utilizador que use cadeira de rodas. As instituições que tenham acesso para esses tipos de utilizadores serão mais valorizadas do que as outras que não tenham.
- $B = -0.25$; corresponde ao par da pontuação A, pois com esta, a instituição é desvalorizada.
- $C = 0.4$; este valor dá-se às instituições que não possuem um fator determinante nas suas características. Veja-se o exemplo considerando o fator público ou privado de uma instituição. Se o utilizador prefere as instituições que tenham um determinado protocolo de saúde, então essas recebem a pontuação A e as restantes privadas recebem a B. As instituições públicas recebem a pontuação C, porque estas são normalmente escolhidas, quando a instituição com determinado protocolo não está disponível.

Esta métrica pode ser alterada conforme se verificar ser necessário. Depois de se realizarem testes na aplicação, concluiu-se que estes valores são os adequados para uma recomendação satisfatória.

➤ Algoritmo de classificação segundo o protocolo de saúde

Este algoritmo classifica as instituições segundo o protocolo de saúde do utilizador, este recebe o respetivo **userID**. Para classificar os PONs, o algoritmo seleciona-os de uma forma automática através do repositório de dados, daí serem tidos em conta como dados de entrada. Este algoritmo tem como função valorizar as instituições de saúde que tenham o mesmo protocolo de saúde que o utilizador e desvalorizar as instituições que não o tenham. Isto é feito atribuindo pontuação positiva e negativa respetivamente. No final, guarda-se num vetor, tanto os **ponID** como a pontuação atribuída às instituições.

- **Dados de entrada: userID->protocolo, ponID->categoria**
- **Dados de saída: protocol_value**

- 1. Verificar se a pessoa tem protocolo de saúde**
 - a. Se não,**
 - i. Dar -0,25 aos PONs de categoria Privada**
 - ii. Dar 0,4 aos PONs de categoria Pública**
 - b. Se sim, selecionar os PONs com aquele protocolo**
 - i. Dar 0,65 a esses PONs**
 - ii. Dar 0,25 aos restantes PONs da categoria Privada**
 - iii. Dar -0,25 aos PONs da categoria Pública.**

- Algoritmo de classificação segundo a mobilidade

Este algoritmo classifica as instituições segundo a mobilidade, este recebe então o **userID**. Este serve para selecionar no repositório de dados, se o utilizador que possui esse ID tem mobilidade reduzida ou não.

Este algoritmo tem ainda como função valorizar as instituições de saúde que tenham acesso para pessoas com mobilidade reduzida e desvalorizar as instituições que não tenham. Isto é feito atribuindo pontuação positiva e negativa respetivamente. No final, é guardado num vetor os IDs das instituições e sua pontuação.

- **Dados de entrada: userID->handicap, ponID->handicap**
- **Dados de saída: handicap_value**

- 1. Selecionar os handicaps da pessoa e dos PONs**
 - a. Comparar handicap MOBILIDADE entre user e PONs**
 - i. Se a pessoa diz que usa cadeira de rodas então vamos verificar se os PONs têm MOBILIDADE=1**
 - 1. Se sim,**
 - a. Atribuir a esses PONs 0,65**
 - b. Atribuir aos restantes -0,25 (PONs com MOBILIDADE=0)**
 - ii. Se a pessoa não tem mobilidade reduzida então atribuir a todos os PONs 0,4**

- Algoritmo de classificação segundo o historial clínico

Através do **userID** e em relação ao algoritmo que classifica as instituições segundo o historial clínico do utilizador, é possível obter as informações sobre esse utilizador pois estão guardadas no repositório de dados específicos. No entanto, devido ao número elevado de

doenças associadas às especialidades clínicas, e por se tratar de um protótipo, optou-se por guardar apenas as especialidades clínicas que correspondam às doenças do utilizador.

Assim, este algoritmo compara as especialidades guardadas no histórico clínico do utilizador com as especialidades associadas a cada instituição. Ao mesmo tempo, ele valoriza as instituições de saúde que tenham especialidades em comum com o utilizador, desvalorizando as instituições que não tenham nada em comum com o mesmo. Por fim, é guardado num vetor os IDs das instituições e sua pontuação.

- **Dados de entrada: userID-> specialityID->value, ponID-> specialityID->value**
- **Dados de saída: speciality_value**

- 1. Verificar para aquela pessoa as especialidades associadas ao seu perfil**
 - a. Ver na tabela user_speciality quais as especialidades que têm valor 1**
 - b. Ver na tabela pon_speciality quais as especialidades que têm valor 1**
 - c. Compará-los**
 - i. Os PONs que tiverem a mesma especialidade com valor 1 que o user é-lhe atribuído 0,4**
 - ii. Aos outros que não tem é -0,25**

➤ Algoritmo de Recomendação

O algoritmo final recebe os vetores dos outros algoritmos, com as classificações dadas às instituições. Ele tem de somar as pontuações que lhes foram dadas, segundo os diferentes critérios e ordená-las de forma decrescente.

De seguida, vê se a instituição com a pontuação mais elevada corresponde com a escolha do utilizador feita aquando do pedido de recomendação (ver Figura: 3.11). Se houver correspondência, o sistema verifica se essa instituição está aberta. Se sim, esta é recomendada, se não passará à seguinte.

O utilizador tem um menu de opções possíveis que pode escolher, de acordo com as diferentes situações consideradas que um turista pode precisar (ver Figura: 3.11). Tendo em conta essa escolha, correspondente a uma categoria, o algoritmo irá valorizar determinadas instituições ou não.

As opções são: medicamentos (*drugs*), tratamentos (*treatments*), consultas (*appointments*), rastreios (*check-up*), análises clínicas (*clinical analyses*) e exames (*exams*). Tendo em conta as situações descritas anteriormente, foram consideradas estas opções, no sentido de tentar cobrir todo o tipo de necessidades que possam surgir para um turista.

Assim, um *outsider* pode precisar de um medicamento, enquanto que um turista nacional pode precisar de fazer um rastreio, por exemplo, medir as tensões e fazer controlo de

glicémia. Tanto numa situação como noutra, o sistema pode recomendar uma farmácia a ambos os utilizadores.



Figura: 3.11 – Menu de opções que o utilizador pode escolher na altura da recomendação

Relativamente à necessidade de prescrição para certos medicamentos, essa opção também foi tida em conta contudo, caso o utilizador precise optar por determinado medicamento, ele é questionado se precisa de receita ou não. Em caso negativo, o utilizador pode ser encaminhado tanto para uma farmácia como para uma parafarmácia. Em caso positivo, ele tem de ser encaminhado para uma instituição que possa passar receitas e só depois é reencaminhado para uma farmácia. Se o utilizador já tem receita será logo encaminhado para uma farmácia.

As opções de tratamentos, exames e análises clínicas foram pensados para os turistas nacionais, mas poderão ser também utilizados pelos *outsiders*. Para estas opções, pergunta-se a especialidade clínica associada, e assim recomendar-se-á uma instituição que tenha isso em comum, assim como o protocolo de saúde do utilizador.

Finalmente, o horário de funcionamento da instituição foi também um dado relevante na recomendação, pois os problemas de saúde podem acontecer a qualquer altura do dia. Embora surja uma instituição que possua todos os dados adequados ao utilizador em questão, naturalmente será excluída, no caso de estar fechada e passar-se-á à que apresente melhores características.

- **Dados de entrada:** `protocol_value`, `handicap_value`, `speciality_value`, `data/hora`, localização do user e PONs (latitude, longitude)
- **Dados de saída:** PON ou (PONs) recomendado(s)

1. SEGUNDO A ESCOLHA DO UTILIZADOR

a. Se a escolha forem instituições

i. Selecionar os PONs com a categoria igual à escolha do utilizador (farmácia, hospital, clínica,...)

1. Se a categoria for farmácia

a. Ver se alguma é recomendada segundo o perfil

- i. Sem sim**
- ii. Recolher pontuação dos PONs que sejam farmácias, somá-los e ordená-los**
- iii. Atribuir pontuação e guardar na BD (userID, ponID, value)**
- iv. Ver se está aberto a essa hora**
- v. Recolher localização do user**
- vi. Dar a recomendação**

2. Se não for farmácia, outro tipo de PON, fazer o seguinte:

- a. Ver os ponID desse escolhido**
- b. Recolher as pontuações, somar e ordenar**
- c. Ver hora/data**
 - i. Se está aberto recomendar, se não passar ao seguinte**
- d. Ver localização do user e mostrar**

Neste capítulo foram, deste modo, demonstradas as técnicas e ferramentas utilizadas para a implementação do protótipo proposto, tanto para o modelo de utilizador, como para o sistema de recomendação. Baseada na utilização de tecnologias *open-source*, obteve-se uma arquitetura acessível a atualizações bem como aplicações em qualquer *web browser*.

3.6 Testes

Na altura do desenvolvimento de uma aplicação é importante ter vários aspetos em conta, nomeadamente a sua funcionalidade, usabilidade, relevância segundo o contexto entre outras. Assim, devem-se avaliar os conteúdos desenvolvidos por forma a averiguar a qualidade do trabalho realizado. Desta forma, o protótipo foi submetido a diferentes testes de acordo com as suas funcionalidades apresentadas anteriormente. Estes apresentam-se de seguida, segundo os casos de uso da secção 3.2.

Estes testes foram implementados com um universo de dez pessoas, incluindo os meus orientadores e colegas de mestrado. O dispositivo utilizado tem as seguintes características de notebook: Windows 7 Professional, Processador Intel Core 2 Duo CPU, 3GB de cache e 2.4GHz, com armazenamento de 320GB.

Estes testes foram implementados com o objetivo de avaliar o protótipo desenvolvido a nível de funcionalidades. Em termos de recomendação adequada ao utilizador em questão, consoante as suas características, será um objetivo de posterior realização; assim como, a performance e segurança do protótipo.

Tabela: 3.19 – Teste Caso de Uso C0: Registo

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 1 |
| Objetivo do Teste | <<Registo>> - <<O utilizador regista-se na aplicação>> |
| Valores de entrada | Como pré-condição, o formulário de registo é apresentado ao utilizador. Dados pedidos: email, password, protocolo, speciality |
| Resultados esperados | Como pós-condição, o utilizador novo fica registado na BD, ou seja, é-lhe atribuído, um userID diferente de todos os anteriores. |
| Resultados Atuais | Existe um utilizador com um id diferente dos restantes na tabela login. Na tabela user, também foi acrescentado um utilizador com um id igual e com um protocolo associado. A especialidade ficou associada ao utilizador. |

Na Tabela: 3.19 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de registo de um novo utilizador na aplicação. O objetivo deste teste era verificar se o utilizador era realmente introduzido no sistema, ou seja, se lhe era atribuído um **userID**, diferente dos restantes utilizadores do sistema. Verificou-se que este é introduzido corretamente na tabela login com o respetivo **userID**, assim como na tabela user, onde se colocam os seus dados pessoais.

Tabela: 3.20 – Teste Caso de Uso C1: Login/Logout

| | |
|----------------------|--|
| Teste Nº | 2 |
| Objetivo do Teste | <<Login/Logout>> - <<O utilizador inicia a sessão na aplicação/ O utilizador termina a sessão na aplicação/>> |
| Valores de entrada | Como pré-condição, o formulário de <i>Login</i> é apresentado ao utilizador. Este tem de estar registado na aplicação. Dados pedidos: email e password. |
| Resultados esperados | Como pós-condição, o utilizador consegue aceder aos conteúdos da aplicação. <i>Login</i> : Sessão iniciada e redirecionamento para o menu adequado para o tipo de utilizador associado às credenciais. <i>Logout</i> : Fecho de sessão e redirecionamento para a página inicial. |
| Resultados Atuais | O utilizador consegue iniciar sessão. O utilizador consegue terminar sessão. Se tem outra página da aplicação aberta enquanto terminou sessão, esta também termina. |

Na Tabela: 3.20 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de *Login/Logout* de um utilizador na aplicação. O objetivo deste teste era verificar se o utilizador conseguia aceder à aplicação, através dos dados que submeteu na altura do seu registo, ou seja, o *email* e *password*. Verificou-se que este funciona corretamente. Também se verifica que se o utilizador tenta aceder à aplicação por outra janela depois de ter terminado sessão, esta ação não se concretiza, devido à destruição da variável de sessão associada ao utilizador.

Tabela: 3.21 – Teste Caso de Uso C2: Ver Dados Pessoais

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 3 |
| Objetivo do Teste | <<Ver Dados Pessoais>> - <<Utilizador vê os seus dados apresentados>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, o utilizador registou-se na aplicação e introduziu dados seus. Username e password para entrar na aplicação, userID para ver os dados. |
| Resultados esperados | Como pós-condições, é apresentada ao utilizador uma lista com os dados relativos ao seu userID. |
| Resultados Atuais | A lista de dados apresentada é relativa ao utilizador em questão. |
| | |
| | |

Na Tabela: 3.21 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de visualização de dados pessoais de um utilizador na aplicação. O objetivo deste teste centrava-se na avaliação da função seleção de dados à BD. Verificou-se que esta funciona corretamente, pois, através do userID, esta função retornou os dados corretos relativos àquele determinado utilizador.

Tabela: 3.22 – Teste Caso de Uso C3: Alterar Dados Pessoais

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 4 |
| Objetivo do Teste | <<Alterar Dados Pessoais>> - <<Os dados do utilizador são alterados>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, o utilizador visualiza os seus dados. Dados utilizados: first_name, ultim_nome e sexo |
| Resultados esperados | Como pós-condição, os dados da tabela user são alterados. Os dados do utilizador são alterados de acordo com o seu userID. |
| Resultados Atuais | Dados pessoais do utilizador alterados corretamente. |
| | |
| | |

Na Tabela: 3.22 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de alteração de dados pessoais de um utilizador na aplicação. Este teste permitiu verificar que a

função *update* para atualização de dados funciona corretamente. Esta atualização é feita tendo em conta o **userID** do utilizador em questão. Verificou-se que este funciona corretamente.

Tabela: 3.23 – Teste Caso de Uso C4: Ver Histórico Clínico

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 5 |
| Objetivo do Teste | <<Ver Histórico Clínico>> - <<O histórico clínico é apresentado ao utilizador >> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, o utilizador introduziu o seu historial na aplicação. Dados pedidos: userID |
| Resultados esperados | Como pós-condições, os dados da tabela <i>medical_record</i> são apresentados de acordo com o userID. |
| Resultados Atuais | Como pós-condições, o utilizador visualiza a lista apresentada com os seus dados corretos. |

Na Tabela: 3.23 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de visualização do historial clínico de um utilizador. Este teste serviu para verificar a função de seleção de dados da BD de acordo com o **userID** do utilizador. Verificou-se que este funciona corretamente ao apresentar os dados de acordo com o utilizador respetivo.

Tabela: 3.24 – Teste Caso de Uso C5: Alterar Histórico Clínico

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 6 |
| Objetivo do Teste | <<Alterar Histórico Clínico>> - <<Alteração de dados do utilizador>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, o utilizador visualiza o seu historial na aplicação. Dados utilizados: medicationMR, date. |
| Resultados esperados | Como pós-condições, os dados da tabela <i>medical_record</i> são alterados. |
| Resultados Atuais | É apresentada ao utilizador uma mensagem de atualização correta. |

Na Tabela: 3.24 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de alteração do historial clínico de um utilizador. Este teste tinha como objetivo verificar que a atualização era efetuada de acordo com o **userID** do utilizador em questão. Verificou-se que este funciona corretamente, pois aparece a mensagem de atualização correta. Caso contrário, seria uma mensagem de não atualização de dados.

Tabela: 3.25 – Teste Caso de Uso C6: Pedir Nova Recomendação

| | |
|----------------------|--|
| Teste Nº | 7 |
| Objetivo do Teste | <<Pedir Nova Recomendação>> - <<6>> |
| Valores de entrada | Como pré-condição, o utilizador tem de estar registado no sistema. Dados utilizados: userID para verificar as suas características de perfil e ponID para comparar com as características das instituições. |
| Resultados esperados | Como pós-condições, o sistema apresenta a recomendação ao utilizador. |
| Resultados Atuais | Uma instituição e sua localização é apresentada ao utilizador. |

Na Tabela: 3.25 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de pedir uma nova recomendação ao sistema. Este teste consistia em verificar se o sistema dava ao utilizador uma recomendação, em primeiro lugar. De seguida, verificar se a recomendação era a mais adequada. De momento, só apresenta uma, ou seja, é preciso comparar com as que estão registadas na aplicação para ver se realmente poderia existir outra melhor.

Tabela: 3.26 – Teste Caso de Uso C7: Ver Instituições

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 8 |
| Objetivo do Teste | <<Ver Instituições>> - << As instituições são apresentadas ao utilizador>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, é necessário existirem instituições registadas na aplicação. |
| Resultados esperados | Através da função de seleção, é apresentada ao utilizador uma lista de Instituições de saúde segundo o seu ponID. |
| Resultados Atuais | É apresentada uma lista com o ponID e nome da instituição. Clicando num ponID, o utilizador é encaminhado para uma página onde vê os dados da instituição. |

Na Tabela: 3.26 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de pedir para visualizar as instituições de saúde registadas na aplicação. Este processo pode ser feito por qualquer utilizador do sistema, registado ou não na aplicação. Verificou-se que a função seleção do sistema funciona corretamente, pois apresenta ao utilizador todos os dados da instituição escolhida por ele.

Tabela: 3.27 – Teste Caso de Uso C8: Ver Utilizadores

| | |
|----------------------|--|
| Teste Nº | 9 |
| Objetivo do Teste | <<Ver Utilizadores>> - <<O administrador vê os utilizadores registados no sistema >> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, é necessário que haja utilizadores registados no sistema. Para a sua visualização utiliza-se o userID. |
| Resultados esperados | Como pós-condição, é apresentada ao administrador uma lista com os userID de cada utilizador e o seu email. |
| Resultados Atuais | Lista apresentada corretamente. |
| | |
| | |

Na Tabela: 3.27 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de pedir para visualizar os utilizadores registados na aplicação. Este processo pode ser feito somente pelo administrador. Este teste tinha como objetivo avaliar a função de seleção dos dados da tabela login da BD, tendo-se verificado que funciona corretamente. Se o administrador clica num determinado utilizador, é encaminhado para outra página, onde pode visualizar os seus dados.

Tabela: 3.28 – Teste Caso de Uso C9: Alterar Dados Pessoais / Histórico Clínico

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 10 |
| Objetivo do Teste | << Alterar Dados Pessoais / Histórico Clínico >> - <<Os dados de determinado utilizador são alterados>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, o caso de uso anterior tem de estar em funcionamento. É utilizado o userID para selecionar os dados pessoais de determinado utilizador. Dados utilizados: address, telephone. |
| Resultados esperados | Como pós condições, os dados da tabela user são alterados. |
| Resultados Atuais | É apresentada ao utilizador uma mensagem de atualização de dados bem-sucedida. |
| | |
| | |

Na Tabela: 3.28 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de alteração de dados dos utilizadores registados na aplicação. Este teste tinha como objetivo verificar se ambas as tarefas de seleção e atualização em função de um **userID** funcionavam corretamente, o que se tornou realidade.

Tabela: 3.29 – Teste Caso de Uso C10: Inserção de Utilizadores

| | |
|----------------------|--|
| Teste Nº | 11 |
| Objetivo do Teste | <<Inserção de Utilizadores>> - <<Adiciona-se um utilizador novo à BD>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, é apresentado ao administrador o formulário de registo de um novo utilizador. Dados de entrada: username, password, first_name, l_name. |
| Resultados esperados | Como pós-condições é introduzido um novo utilizador na base de dados. A este é associado um userID diferentes dos outros utilizadores do sistema. |
| Resultados Atuais | É apresentada ao administrador uma mensagem de introdução de dados com sucesso. |

Na Tabela: 3.29 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de inserção de novos utilizadores na aplicação. Este teste tinha como objetivo testar a função de inserção de dados na BD, neste caso tabela login e user com os dados de um novo utilizador.

Tabela: 3.30 – Teste Caso de Uso C11: Eliminação de Utilizadores

| | |
|----------------------|--|
| Teste Nº | 12 |
| Objetivo do Teste | <<Eliminação de Utilizadores>> - <<Mudança de estado de um utilizador>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, é necessário que o administrador consiga visualizar os utilizadores da BD. |
| Resultados esperados | O utilizador selecionado é eliminado da BD logicamente, ou seja, a variável stateU passou de 1 para 0. |
| Resultados Atuais | Ao selecionar um utilizador e eliminá-lo, este já não poderá aceder ao sistema. |

Na Tabela: 3.30 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de eliminação de utilizadores na aplicação. Este teste tinha como objetivo mudar o estado de um utilizador e verificou-se que funciona corretamente.

Tabela: 3.31 – Teste Caso de Uso C12: Ver/Alterar Dados das Instituições

| | |
|----------------------|--|
| Teste Nº | 13 |
| Objetivo do Teste | << Ver/Alterar Dados das Instituições >> - <<Atualizar dados de determinada instituição>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições é necessário existirem instituições registadas no sistema. Dados utilizados: ponID para visualizar as instituições. nameP e handicap da tabela pons |
| Resultados esperados | Como pós-condições pode-se apresentar uma lista das instituições ou uma mensagem de sucesso caso a opção de alteração seja bem-sucedida. |
| Resultados Atuais | Os dados da tabela pons foram alterados corretamente de acordo com a instituição selecionada. |

Na Tabela: 3.31 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de alteração de dados de uma instituição na aplicação. Com este teste pretendia-se verificar que o administrador conseguia ver as instituições registadas na aplicação e ao selecionar uma, consegue ver os seus dados e se quiser, pode alterá-los com sucesso.

Tabela: 3.32 – Teste Caso de Uso C13: Inserção de Instituições

| | |
|----------------------|--|
| Teste Nº | 14 |
| Objetivo do Teste | <<Inserção de Instituições>> - <<Adição de nova Instituição>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições, o administrador conseguiu aceder à aplicação e ao formulário de registo de novas instituições. Dados de entrada: nameP, PP, categoryID. |
| Resultados esperados | Como pós-condição, aparece uma mensagem de introdução correta. Na tabela pons existe uma nova instituição com um ponID associado diferentes dos PONs anteriores. |
| Resultados Atuais | Foi adicionada uma instituição nova ao sistema, o que pode ser comprovado através da função de visualização de instituições. Aqui apresenta-se a lista, onde aparece a nova instituição para além das que lá se encontravam. |

Na Tabela: 3.32 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de inserção de novas instituições na aplicação. Este teste tinha como objetivo verificar se a função de inserção de dados na BD funcionava corretamente, o que se verificou, pois foi adicionado ao sistema uma nova instituição. A esta foi associado um **ponID** diferente dos restantes PONs do sistema.

Tabela: 3.33 – Teste Caso de Uso C14: Eliminação de Instituições

| | |
|----------------------|---|
| Teste Nº | 15 |
| Objetivo do Teste | <<Eliminação de Instituições >> - <<Mudança de estado de um PON>> |
| Valores de entrada | Como pré-condições é necessário existirem instituições registradas na aplicação. Dados utilizados: ponID e stateP |
| Resultados esperados | Como pós-condições, a instituição é eliminada da BD logicamente, ou seja, a variável stateP passou de 1 para 0. |
| Resultados Atuais | O administrador selecionou uma instituição e respondeu afirmativamente à pergunta de eliminação do PON. Através da visualização de PONs registrados no sistema, este já não aparece, porque é como se não existisse. |

Na Tabela: 3.33 apresenta-se o teste realizado ao caso de uso relativo ao processo de eliminação de instituições na aplicação. Este teste tinha como objetivo comprovar o funcionamento da função de atualização de dados da BD. Para além de que também permite testar a seleção, pois através desta foi escolhido o PON a atualizar.

Desta forma, os testes apresentaram um resultado positivo e demonstraram a sua importância, pois foi possível perceber o que se deve melhorar ou mudar consoante a tarefa escolhida. É, no entanto, relevante referir que é necessário testar a aplicação com mais utilizadores com necessidades diferentes, porque assim, outras variáveis serão testadas. A partir destas, poder-se-ão retirar outras conclusões, tanto a nível de funcionalidade como usabilidade do protótipo desenvolvido.

De seguida, apresentam-se as conclusões obtidas através da realização desta dissertação. Aí, far-se-á um balanço entre os objetivos definidos e os alcançados, terminando com uma apresentação de objetivos propostos para desenvolvimento futuro.

4 Conclusões

A modelação do utilizador e os sistemas de recomendação têm sido cada vez mais adicionados às aplicações comerciais de *e-commerce*, visto que auxiliam o utilizador a encontrar mais rapidamente aquilo, que procura exatamente. Nesse sentido e observando as suas potencialidades, os investigadores começaram a refletir sobre a utilização destas metodologias noutras áreas. A educação e a medicina são exemplos disso.

Ao longo desta dissertação foram analisados diversos sistemas de diferentes temáticas, tanto de modelação como de recomendação. Estes têm um propósito comum, auxiliar o utilizador, quer seja um sistema de prescrição eletrónica ou de recomendação de música.

Tanto a saúde como o turismo, têm muita informação para ser processada e discutida. Contudo, existe o fator tempo, que por vezes é pouco, para se poder analisar tudo em profundidade. Muitos dados foram considerados para análise, porém outros tiveram de ficar para planeamento futuro. O turismo, por si só, possuiria uma imensidade de dados que permitiriam um longo trabalho e estudo [6].

Há necessidade de haver uma seleção rigorosa dos dados que se pretendam analisar, caso contrário tentar-se-á usá-los todos, não se conseguindo efetuar uma boa recomendação. Daí a importância da fase de recolha de informação, seguida da filtragem, para uma devida recomendação. O modelo de utilizador permitirá comparar apenas os dados relativos de cada pessoa com os da instituição a recomendar.

Relativamente às instituições de saúde que fazem parte do Grande Porto, criou-se um modelo de domínio para analisar os seus dados; nos quais, a localização, especialidades e protocolos foram aqueles a considerar para a recomendação.

No caso deste trabalho, o Registo de Saúde Eletrónico (RSE) é importante, no sentido em que os dados dos utilizadores do sistema proposto serem guardados de uma forma semelhante ao processo utilizado pelo RSE.

Para a realização da recomendação foram escolhidos dados semelhantes aos que se usam no RSE, nomeadamente, a capacidade de mobilidade, o histórico clínico e o protocolo de saúde. Em termos destes dados, as instituições de saúde registadas no sistema são classificadas e comparadas, para se determinar a instituição que mais se adequa às necessidades do utilizador. Se essa instituição não estiver aberta na altura em que o pedido é efetuado então não será recomendada. Contudo, recomendar-se-á a instituição seguinte que mais se adequa às necessidades do utilizador em questão.

4.1 Objetivos Alcançados

De seguida explicam-se os objetivos alcançados e os que não foram possíveis de alcançar.

Assim:

- O modelo de utilizador foi criado tendo em conta o âmbito do protótipo onde está inserido. Os dados do utilizador considerados são semelhantes aos guardados relativamente a um sistema de gestão clínica, nomeadamente os demográficos e os relativos ao historial clínico do mesmo (secção 3.3).
- Relativamente à implementação de um sistema de recomendação híbrido, este foi implementado usando a abordagem baseada em conteúdo e algoritmos de classificação. Sendo que, o objetivo final foi alcançado, porque tendo em conta os diferentes fatores associados a cada utilizador, obtém-se uma recomendação personalizada. A classe de acesso a dados também foi utilizada por forma a fazer a ligação entre o protótipo e o repositório de dados, permitindo a realização de diferentes tarefas, tais como: seleção, atualização e eliminação. No que conta a desenvolver uma aplicação, um critério mencionado em muitos artigos como sendo relevante [1], foi a criação de uma interface apelativa para o utilizador. Em termos de funcionalidade, a aplicação está adequada a qualquer utilizador, devido à existência de um menu simples e botões grandes (secção 3.5).
- O objetivo do desenvolvimento de ferramentas de avaliação do protótipo não foi possível de atingir. Este objetivo era secundário, mas igualmente relevante para o protótipo. Pretende-se assim desenvolvê-lo futuramente, no sentido de obter mais informações tanto a nível de funcionalidade como de utilidade da aplicação.

4.2 Desenvolvimentos Futuros

Tendo em conta que, tanto a saúde como o turismo são áreas de constante evolução; há muitos objetivos a propor, como desenvolvimento futuro.

Verifica-se ainda que cada vez mais turistas de nacionalidade, que não a Portuguesa, vêm visitar o Porto e, de acordo com o guia turístico, optou-se por implementar o sistema em Inglês. Sendo o projeto concluído com sucesso e tendo aprovação dos utilizadores, futuramente poder-se-ia considerar implementar o mesmo noutras línguas como o Mandarim, Castelhana, Alemão ou Francês. Foram selecionadas estas nacionalidades devido aos seguintes aspetos: localização, número crescente de pessoas de certas nacionalidades, entre outros.

Relativamente às nacionalidades consideradas, seria relevante verificar se as pessoas que trabalham nas instituições de saúde a recomendar, conhecem a língua estrangeira, a fim de mais facilmente responderem às solicitações pedidas. O Inglês seria o fundamental para

qualquer funcionário, uma vez que poderia ajudar muita na comunicação entre o *outsider* e o profissional de saúde. Através do perfil, o sistema sabe se o utilizador é português ou não, podendo também filtrar as instituições segundo este dado.

Relativamente a este protótipo, ele é uma mais-valia para a aplicação de turismo desenvolvida pelo ISEP, pois forneceria um novo serviço a qualquer turista que, em caso de necessidade, não conhece a zona à sua volta. Por exemplo, se uma pessoa se esquece dos seus comprimidos em algum sítio onde não irá voltar. Quando se volta a lembrar deles e se precisa deles com alguma urgência, o sistema poderia recomendar-lhe um local onde essa pessoa os possa obter segundo a localização do utilizador, entre outros dados previamente fornecidos. A necessidade de ter receita médica para obter certos medicamentos é um dos dados que servirá de *input* para o sistema de recomendação.

Tendo em conta que existem muitas zonas do país que são regularmente visitadas por turistas, esta aplicação poderia ser adaptada para outras aplicações de turismo noutras regiões de Portugal. Este objetivo poderia ser alcançado através de um estudo sobre as instituições de cada região e o tipo de turistas que a visitam regularmente. Assim, obter-se-iam dados para adaptar este sistema a cada região onde fosse inserido, visto que o contexto é uma informação relevante para a recomendação.

No sentido de ter mais dados específicos relativamente ao histórico clínico de cada utilizador, seria bom fazer uma ligação entre esta aplicação e o registo de saúde eletrónico do utente ou ao epSOS. Isto permitiria uma conexão com diferentes países e outras aplicações tanto de turismo como de saúde.

A criação de notas e alertas de rastreios em determinadas zonas do Porto ou do país, também podiam ser acrescentadas à aplicação. Isto poderia ser implementado, se cada responsável de cada instituição tivesse acesso à aplicação e pudesse acrescentar dados relativos a eventos deste género. Assim, quando o utilizador fosse à aplicação poderia ver que em determinado local existiria um rastreio ao qual pudesse ir. Para isto ser possível, ter-se-ia de considerar mais um tipo de utilizador da aplicação, o qual seria instituição.

Relativamente à Modelação do Utilizador, um objetivo futuro seria implementar estereótipos. Estes permitiriam caracterizar e, posteriormente agrupar as diferentes pessoas que iriam utilizar a aplicação. Cada grupo teria palavras-chave associadas, que representá-los-iam. Através destas, poder-se-ia inferir novo conhecimento sobre essas mesmas pessoas.

Desta forma, uma abordagem possível para construir o Modelo de Utilizador seria utilizar estereótipos com o modelo *Overlay* para a representação do turista [3].

Esta implementação iria beneficiar a recomendação. Um exemplo disto seria quando não houvesse informação suficiente acerca de uma pessoa, poder-se-ia dar-lhe uma recomendação em função da informação associada ao grupo, ao qual ela pertencesse.

Os dados dos utilizadores, provenientes da fase de recolha de informação, poderiam igualmente ser utilizados para inferir novo conhecimento.

Depois de algumas utilizações da aplicação desenvolvida, já deverá existir um histórico, o qual permitirá inferir novas informações acerca do perfil do utilizador, melhorando assim futuras recomendações.

Em relação à recomendação propriamente dita, um objetivo futuro poderia ser inferir a probabilidade de um utilizador com a doença x e y, vir a desenvolver a doença z. Assim, o sistema poder-lhe-ia recomendar a realização de um determinado *check-up*.

Na altura da visualização da recomendação dada, poder-se-ia acrescentar uma série de opções, tais como: a visualização de instituições perto da localização do utilizador, escolher entre instituições privadas ou públicas, com determinado protocolo de saúde, numa determinada freguesia do Porto, entre outras.

Poder-se-ia adicionar um menu ao lado da visualização do mapa relativo à recomendação, onde o utilizador poderia escolher essas opções.

No que toca, à recolha de opiniões sobre a qualidade das recomendações dadas, esta poderia ser feita através de um questionário a realizar no final de cada recomendação. Este poderia ser constituído por perguntas do género: em que medida esta recomendação foi útil? Com as seguintes respostas: pouco, muito ou irrelevante. De entre outras, como o questionário do MOTIVATE. Deste modo, deveriam ser igualmente implementados modelos de avaliação do protótipo desenvolvido em termos de usabilidade.

Relativamente à pesquisa de dados dos utilizadores ou das instituições, poderia acrescentar-se uma opção de lista por ordem crescente ou alfabética para ajudar o administrador a encontrar mais rapidamente o que procurasse.

Finalmente, a evolução para uma plataforma móvel seria um grande objetivo a alcançar, pois permitiria ao sistema utilizar a localização atual do utilizador sem ter de a solicitar. Este objetivo seria alcançado através do desenvolvimento de uma plataforma Android, através desta o utilizador poderia receber recomendações usando o seu *smartphone*. Os seus dados poderiam ser atualizados através da plataforma nativa.

5 Referências

- [1] HONKA, A. et al, "Rethinking Health: ICT-Enabled Services to Empower People to Manage Their Health," *IEEE REVIEWS IN BIOMEDICAL ENGINEERING*, vol. 4, pp. 199-139, 2011.
- [2] COELHO, B., MARTINS, C., ALMEIDA, A., "Adaptive Tourism Modeling and Socialization System," 2009.
- [3] MARTINS, A. "Sistemas Hipermédia Adaptativa para Suporte de Ambientes de Aprendizagem Construtivistas," Porto, Tese de Doutorado, 2012.
- [4] WEITZEL, L. e OLIVEIRA, J., "Sistemas de recomendação de informação em saúde baseado no perfil do usuário," *CBIS - XII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, 2010.
- [5] REATEGUI, E. e CAZELLA, S., "Sistemas de Recomendação," *XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, pp. 306 - 348, 2005.
- [6] COELHO, B., "User Modeling and Recommendation Strategies for Tourism," Tese de Mestre, Porto, 2009.
- [7] BEER, W. et al, "General Framework for Context-Aware Recommendation of Social Events," *The Second International Conference on Intelligent Systems and Applications INTELLI2013*, pp. 141-146, Abril 2013.
- [8] LÓPEZ-NORES, M. et al, "Property-based collaborative filtering for health-aware recommender systems," *Expert Systems with Applications: An International Journal*, vol. 39, n.º 8, pp. 7451-7457, Junho 2012.
- [9] NETO, F. e FREIRE, T., "Contribuições da Psicologia Social para a Compreensão do Fenómeno Turístico," *Jornal de Psicologia*, vol. 9, n.º 4/5, pp. 3-13, 1990.
- [10] MATOS, V., BARCELLOS, C. e CAMARGO, L., "Vulnerabilidade e problemas de saúde em viagem: a visão do turista na cidade do Rio de Janeiro," *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 18, n.º 1, pp. 85-97, 2013.
- [11] ALMEIDA, A., "Toursplan - Relatório Funcional," 2010.
- [12] PAZZANI, M. e BILSUS, D., "Content-Based Recommendation Systems," em *The Adaptive Web*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg ed., 2007, p. 325 – 341.
- [13] BURKE, R., "Knowledge-based recommender systems," em *To Appear in the Encyclopedia of Library and Information Science*, Irvine, 1999.
- [14] ADOMAVICIUS, G. e TUZHILIN, A., "Context-Aware Recommender Systems," em *Recommender Systems Handbook*, Springer US, 2011, pp. 217-253.
- [15] ANACLETO, R. et al, "Recommendation and Planning through Mobile Devices in Tourism Context," em *Ambient Intelligence - Software and Applications*, vol. 92, 2011, pp. 133-

140.

- [16] ABOWD, G. et al, "Cyberguide: A mobile context-aware tour guide," *Wireless Networks*, vol. 3, n.º 5, pp. 421-433, 1977.
- [17] CHEVERST, K. et al, "Tourist guide: some issues and experiences.," *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 17–24, 2000.
- [18] ARDISSONO, L. et al, "Intrigue: personalized recommendation of tourist attractions for desktop and hand held devices," *Applied Artificial Intelligence*, vol. 17, n.º 8, pp. 687-714, 2003.
- [19] SETTEN, et al, "Context-aware recommendations in the mobile tourist application compass," *Adaptive Hypermedia*, p. 235–244, 2004.
- [20] CAROLIS, B. et al, "Using common sense in providing recommendations in the tourism domain". *Workshop on Context-Aware Recommender Systems (CARS 2009)*.
- [21] ZUKERMAN, I. et al, "Predictive Statistical Models for User Modeling," vol. 11, pp. 5-18, 2001.
- [22] OLIVEIRA, P., "Fusão e Tratamento de Ambiguidades em Conhecimento Descoberto e Adquirido," Tese de Mestrado, Universidade do Porto, Julho, 2002.
- [23] LISBOA, P., "A review of evidence of health benefit from artificial neural networks in medical intervention," *Neural Networks*, vol. 15, n.º 1, pp. 11-39, Janeiro 2002.
- [24] VASCONCELOS, J. et al, "Modelo para o desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão Clínica para a prática da Medicina Baseada na Evidência," 2006.
- [25] MS, "RSE – Registo de Saúde Electrónico, R1: Documento de Estado da Arte," 30 Setembro 2009.
- [26] WATERSON, P. et al, "Preparing the ground for the 'paperless hospital': A case study of medical records management in a UK outpatient services department," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 81, pp. 114-129, Fevereiro 2012.
- [27] LAMEIRÃO, S., "Gestão Hospitalar e o uso dos Sistemas de Informação: Aplicação ao CHVR-PR, n.º Tese de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Novembro, 2007.
- [28] CIC, "PDS/PHR - Plataforma de Dados de Saúde," 02 11 2012. [Online]. Available: <http://www.portaldasaude.pt/portal/conteudos/a+saude+em+portugal/informatizacao/PDSenglishm.htm>. [Acedido em 31 Maio 2013].
- [29] AMMENWERTH, E. et al, "The Effect of Electronic Prescribing on Medication Errors and Adverse Drug Events: A Systematic Review," *Journal of the American Medical Informatics*

Association, vol. 15, n.º 5, pp. 585-600, 2008.

- [30] HALAMKA, J. et al, "E-Prescribing Collaboration in Massachusetts: Early Experiences from Regional Prescribing Projects," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 13, n.º 3, p. 239–244, 2006.
- [31] COSTA, C. et al, "Sumário Executivo - Relatório de Planeamento Estratégico de Sistemas de Informação," Rede Telemática para a Saúde, Aveiro, 2005.
- [32] FERNÁNDEZ, G., TORRE-DÍEZ, I. e RODRIGUES, J., "Analysis of the Cloud Computing Paradigm on Mobile Health Records Systems," *Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*, pp. 927-932, 2012.
- [33] LUSTRIA, M. et al, "Computer-tailored health interventions delivered over the web: Review and analysis of key components," *Patient Education and Counseling*, vol. 74, n.º 2, pp. 156-173, Fevereiro 2009.
- [34] KIM, J.-H. et al, "Design of Diet Recommendation System for Healthcare Service Based on User Information," *Computer Sciences and Convergence Information Technology, 2009. ICCIT '09. Fourth International Conference on*, pp. 516-518, Novembro 2009.
- [35] LIN, E.-Y. et al, "System Design of an Intelligent Nutrition Consultation and Recommendation Model," *Ubiquitous Intelligence & Computing and 9th International Conference on Autonomic & Trusted Computing (UIC/ATC), 2012 9th International Conference on*, pp. 740-745, Setembro 2012.
- [36] YANG, P.-C., "An Efficient Cloud for Wellness Self-management Devices and Services," *Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC), 2010 Fourth International Conference on*, pp. 767-770, Dezembro 2010.
- [37] LIN, Y., "Motivate: Towards context-aware recommendation mobile system for healthy living," *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2011 5th International Conference on*, pp. 250-253, Maio 2011.
- [38] MENDEZ, D. et al, "SRFit - Sistema Inteligente para apoio à Recomendação de Treinos Físicos," n.º V WET Workshop de Engenharia e Tecnologia - IV CCTEC Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari, 2010, Lajeado. IV CCTEC Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari. Lajeado : UNIVATES, 2010.
- [39] BAJO, J. et al, "SHOMAS: Intelligent guidance and suggestions in shopping centres," *Applied Soft Computing*, vol. 9, n.º 2, pp. 851-862, Março 2009.
- [40] MARTINS, A. et al, "User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems," *Educational Technology & Society*, vol. 11, pp. 194-207, 2008.

6 Anexo I

