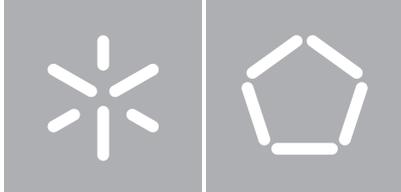




Universidade do Minho
Escola de Engenharia



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Dissertação de Mestrado

A INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DOCUMENTO É SIGILOSA RELATIVAMENTE AOS DADOS RELACIONADOS COM AS INSTITUIÇÕES PARCEIRAS.

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Agradecimentos

Gostaria de deixar um agradecimento aos professores José Machado e Manuel Filipe Santos por me terem orientado e munido dos meios necessários para o desenvolvimento desta dissertação. Agradeço também aos Sistemas de Informação do Centro Hospitalar do Porto por me terem providenciado o espaço de trabalho e a ajuda necessária.

Deixo também um agradecimento especial ao professor António Abelha, ao Filipe Portela e ao Luciano Alves por toda a assistência, partilha de conhecimento e pelo prazer da sua companhia durante este trabalho. Não deixarei também de mencionar os meus colegas e amigos do Mestrado em Engenharia Informática, Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Mestrado em Bioinformática que me acompanharam ao longo dos dois últimos anos e partilharam comigo os bons e menos bons momentos desta etapa.

Por último, deixo o meu maior agradecimento e dedico este trabalho às pessoas que tornaram tudo isto possível e sempre me apoiaram, os meus pais, a minha família, e a minha namorada, que são as melhores pessoas que existem neste mundo e com as quais tenho a sorte de partilhar a minha vida.

Título

Gestão de estruturas multidimensionais assistida por computador – aplicação à área da saúde

Resumo

Em grandes ambientes de cuidados de saúde, a eficaz gestão de conjuntos de informação é uma necessidade recorrente e complexa, devido às variadas fontes de dados e ao seu formato heterogéneo. A administração desta informação em estruturas de dados convencionais pode tornar-se uma tarefa morosa e muitas vezes unidirecional. A potencialidade da utilização de técnicas de *Business Intelligence* em problemas de gestão de informação abre novas portas ao significado de acessibilidade e manipulação de dados em ambientes deste género.

No âmbito desta dissertação de mestrado pretende-se conceber e implementar uma ferramenta de suporte à definição automática de estruturas multidimensionais baseada em conhecimento, de forma a otimizar todo um processo de acesso e gestão facilitada a vários conjuntos de dados. Esta ferramenta enquadra-se no sistema AIDA-BI no Centro Hospitalar do Porto.

Title

Computer assisted management of multidimensional structures – an healthcare application.

Abstract

In large healthcare environments, the effective management of information sets is a recurrent and complex need, due to various information sources and their heterogeneous format. The administration of this information in conventional data structures may turn into an exhaustive and many times restricted job. The potential of Business Intelligence techniques in data management opens a new perspective in terms of accessibility and data manipulation in this kind of environment.

In this work, it is the main objective to conceive and integrate a tool of support for the autonomous definition of knowledge-based multidimensional structures, with the intent of optimizing a whole process of access and management of several databases. This tool is framed in the AIDA-BI platform, in the Hospital Centre of Oporto.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
LISTA DE FIGURAS	IX
NOTAÇÃO E TERMINOLOGIA	X
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Motivação e Objetivos	2
CAPÍTULO 2 ESTADO DA ARTE	5
2.1 Data Warehousing	5
2.1.1 O propósito de um sistema de <i>Data Warehouse</i>	7
2.1.2 Representação de informação	8
2.1.3 Extração de informação	10
2.2 Sistemas Baseados em Conhecimento	11
2.2.1 Requisitos de um SBC	11
2.2.2 Estrutura de um SBC	13
2.2.3 Representação de conhecimento	14
2.2.4 Aplicações de SBCs	15
2.3 Temas associados	16
2.3.1 <i>Business Intelligence</i>	16
2.3.2 AIDA	16
CAPÍTULO 3 PLANEAMENTO	19
3.1 Planeamento da investigação	19
3.2 Seleção tecnológica	21
CAPÍTULO 4 ARQUITETURA	23

4.1	Levantamento de requisitos	23
4.1.1	Base de conhecimento	23
4.1.2	Núcleo do Sistema	24
4.1.3	Interfaces de aplicação	24
4.2	Integração tecnológica	25
CAPÍTULO 5 SOLUÇÃO		29
5.1	Gestão de estruturas multidimensionais	29
5.1.1	Dimensões	30
5.1.2	Conhecimento	31
5.2	Aplicação	32
5.2.1	Área de gestão de topo	32
5.2.2	Área cirúrgica	34
5.3	Ferramenta de gestão de turnos	35
CAPÍTULO 6 CONCLUSÃO		43
6.1	Análise de resultados	43
6.2	Contributo	44
6.3	Trabalho futuro	45
BIBLIOGRAFIA		47
ANEXOS		49
ANEXO 1 – CADERNO DE REQUISITOS		50
REQUISITOS DO NÚCLEO DO SISTEMA		51
REQUISITOS DA INTERFACE DA GESTÃO DE TURNOS		53

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema básico de um processo de <i>Data Warehousing</i>	6
Figura 2 – Esquema da estrutura em estrela (adaptado de [13]).....	9
Figura 3 – Estrutura em floco de neve (adaptado de [10])	10
Figura 4 – Estrutura em constelação (adaptado de [12])	10
Figura 5 – Base esquemática de um SBC (adaptado de [14]).....	13
Figura 6 – Esquema de carregamento de informação utilizado	19
Figura 7 – Ferramenta a desenvolver.....	20
Figura 8 – Estrutura adotada para aplicação	29
Figura 9 – Esquema entidade-relacionamento da base de dados	30
Figura 10 – Comandos iniciais da base de conhecimento	31
Figura 11 – Seleção da unidade hospitalar a mapear	33
Figura 12 – Exemplo de mapeamento em rascunho da interface	34
Figura 13 – Seleção de bloco na gestão de turnos	36
Figura 14 – Seleção de sala na gestão de turnos	36
Figura 15 – Seleção de semana na gestão de turnos	37
Figura 16 – Exemplo da visualização de turnos	38
Figura 17 – Menu de inserção de novo turno	39
Figura 18 – Menu de edição/remoção de um turno	40
Figura 19 – Menu de replicação de turnos semanais	40

Notação e terminologia

Notação Geral

A notação ao longo do documento segue a seguinte convenção:

- **Texto em itálico** – para palavras em língua estrangeira (e.g., Inglês). Também utilizado para dar ênfase a um determinado termo ou expressão.
- **Texto em negrito** – utilizado para realçar um conceito ou palavra.

O presente relatório foi elaborado ao abrigo do novo acordo ortográfico.

Acrónimos

CHP	Centro Hospitalar do Porto
AIDA	<i>Agency for the Integration, Diffusion and Archive of Information</i>
DW	<i>Data Warehousing</i>
TI	Tecnologias de Informação
SWD	Sistema de <i>Data Warehouse</i>
OLTP	<i>On-Line Transaction Processing</i>
OLAP	<i>On-Line Analytical Processing</i>
SBC	Sistema Baseado em Conhecimento
IA	Inteligência Artificial
SE	Sistemas Especialistas
BI	<i>Business Intelligence</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>

Capítulo 1

Introdução

Este relatório aborda o trabalho elaborado em gestão de estruturas multidimensionais assistida por computador, aplicado à área da saúde, no âmbito da unidade de dissertação do 2º ano de mestrado em engenharia informática da Universidade do Minho. Este trabalho foi desenvolvido no departamento de informática da universidade em conjunto com o departamento de sistemas de informação do Centro Hospitalar do Porto (CHP). O projeto visa a construção de um sistema baseado em conhecimento para gestão da componente dimensional de modelos multidimensionais. A posterior aplicação deste sistema passará pela sua integração na plataforma AIDA (An Agency for Integration, Archive and Diffusion of Medical Information), de forma a otimizar o processo de acesso e gestão de dados na área cirúrgica e gestão de topo.

1.1 Enquadramento

A utilização de técnicas de gestão de informação nos cuidados de saúde é atualmente uma oportunidade não só de melhorar a eficácia, eficiência e qualidade dos serviços de saúde mas também a transparência das atividades económicas e visualização de informação e conhecimento em tempo real [1]. Sendo assim, o ambiente hospitalar comum necessita de um sistema de informação capaz de integrar uma grande quantidade de dados relativos a vários eventos que ocorrem nos serviços comuns de saúde. A estes serviços estão associados certos alvos que necessitam de uma gestão de dados relativa à sua condição e atividade na instituição de saúde. São estes os pacientes, trabalhadores, fornecedores, medicação, equipamentos, visitas, departamentos, computadores, entre outros [2]. O número de conjuntos de dados é proporcional relativamente ao número e tipo de atividade da qual cada alvo está relacionado. Esta variedade de fontes de informação apela à necessidade de um sistema capaz de lidar eficazmente com grandes volumes de dados diferenciados, organizando assim toda a

informação e difundindo-a de forma a contribuir para a qualidade de serviço da instituição.

A utilização da plataforma AIDA no CHP tem respondido a grande parte destas necessidades. Esta plataforma contém vários paradigmas de integração, usando principalmente arquiteturas orientadas ao serviço, mantendo assim a independência das restantes fontes de informação. Contém ainda uma estrutura de sistemas multiagente que permite a comunicação entre sistemas heterogéneos e auferir propriedades de automação e inteligência à plataforma [2], [3]. A AIDA suporta também serviços baseados na web para acessibilidade e comunicação do sistema [4], [5]. Contudo, como se trata de um sistema grande e complexo, existe sempre um lugar para a otimização de algumas funcionalidades do sistema.

A utilização de abordagens multidimensionais na construção de sistemas de *Data Warehousing* (DW) é neste momento uma solução comprovadamente viável, tanto no foro académico como empresarial [6]. No entanto, a gestão de estruturas multidimensionais nem sempre é uma tarefa fácil, podendo por vezes necessitar de abordagens manuais e algo custosas para o utilizador. Numa possibilidade de recriar este tipo de tarefas, investigar-se-á a possibilidade de introdução de técnicas de inteligência artificial, nomeadamente a dos sistemas baseados em conhecimento, para uma maior automatização e sustentabilidade do sistema.

1.2 Motivação e Objetivos

O CHP é uma instituição de saúde constituída por vários órgãos de gestão, serviços, departamentos e comissões que trabalham diariamente em conjunto para garantir o bom funcionamento de todo o agregado hospitalar. A troca de informação entre todos os órgãos é um aspeto fundamental para a dinâmica de trabalho e a correta compreensão dessa informação é fulcral para a qualidade de todos os serviços prestados. Do ponto de vista informático, os órgãos referidos apresentam-se como fontes capazes de gerar grandes volumes de dados heterogéneos num curto espaço de tempo. A administração desses dados em estruturas de dados convencionais pode tornar-se uma tarefa bastante morosa, complexa e unidirecional, o que se traduz num processo lento e manual. Consequentemente, existe a necessidade da criação de um sistema de estruturas de

dados que suporte um maior nível de automação e eficiência na administração desses dados. É necessário que o sistema se adapte à heterogeneidade dos vários tipos de dados, que possua um alto nível de interação com os utilizadores, e que seja confluyente na integração com o sistema AIDA já implementado. A solução passará por implementar um sistema de gestão de estruturas multidimensionais de dados recorrendo à abordagem de sistemas baseados em conhecimento, para investigação e criação de uma forma otimizada de manutenção de informação.

Para o sistema projetado, conclui-se que os principais objetivos deste projeto sejam os seguintes:

- Elicitação do conhecimento associado aos processos de transformação da informação, de forma a compreender cada fonte de informação e modelar a sua estrutura de forma a integrá-la no sistema;
- Criação de interfaces com o utilizador, para automatizar o processo de manipulação e visualização da informação, tornando-o mais dinâmico e eficiente para os utilizadores;
- Criação de processos/agentes de manutenção automática de estruturas multidimensionais, para minimizar a necessidade de manutenção da plataforma e aumentar a sua sustentabilidade;
- Aplicação às áreas de gestão de topo e cirúrgica, em particular à área de gestão de turnos, para validar a qualidade e funcionalidade do sistema construído no ambiente hospitalar.

Assim sendo, a ferramenta a desenvolver e integrar na plataforma AIDA tem como principal objetivo otimizar o acesso a certos tipos de dados, pela integração de vários volumes de informação e a sua distribuição em estruturas multidimensionais, através de determinados conjuntos de regras. A criação de uma interface permitirá aos utilizadores otimizar o seu processo de trabalho por interação facilitada com os dados, tirando partido da automatização de processos nas estruturas.

Capítulo 2

Estado da Arte

Para a elaboração deste trabalho é necessário recorrer a várias metodologias e ferramentas de trabalho que permitam a construção do suporte ao sistema projetado. Uma cuidada análise e estudo destas ferramentas em âmbito de investigação é fundamental para o planeamento e correta aplicação das mesmas, de forma a seguir o melhor método de implementação.

Na investigação decorrente foram pesquisados os seguintes motores de busca e repositórios:

- *Google Scholar*;
- *RepositóriUM*;
- *The New England Journal of Medicine*;
- *Google Books*;
- *Health Informatics Journal*;
- *Science Direct*;
- *Microsoft ASP.NET Forums*.

Os termos utilizados nestas pesquisas foram (ter em conta que cada termo pode ter sido pesquisado em diferentes idiomas):

Data Warehousing, Business Intelligence, Knowledge-Based Systems, Business Intelligence in Healthcare, Sistemas Inteligentes, Oracle Data Warehouse, Conhecimento, Saúde, AIDA, OLAP, OLTP, Data Warehousing review, .NET Scheduling Calendar.

2.1 Data Warehousing

O termo *Data Warehousing* refere-se a uma estratégia tecnológica inserida na área de tecnologias de informação (TI), que processa a extração de informação periódica de múltiplas fontes de dados heterogéneas e a sua composição num ambiente de base de

dados especializado para a distribuição, armazenamento e análise da informação através da sua arquitetura e ferramentas anexas [7], [8], como pode ser observado na Figura 1. O ambiente referido é denominado por Sistema de *Data Warehouse* (SDW), um sistema que armazena e gere conjuntos integrados de dados temporais de forma a fornecer um acesso rápido e eficaz à informação integrada, que adquire um conjunto de certas características [9]:

- **Orientada ao tema** – os dados são agregados e apresentados num único conjunto de informação relativo à área de interesse;
- **Integrada** – os dados são armazenados sobre um formato global e consistente de acordo com a sua caracterização, diferindo por vezes do armazenamento das bases de dados operacionais subjacentes;
- **Não volátil** – a informação é consistente e não se modifica através de consecutivos processos operacionais ou períodos de tempo, salvo algumas exceções;
- **Variante no tempo** – a *Data Warehouse* inclui um histórico dos dados durante um longo período de tempo, permitindo a análise temporal da informação.

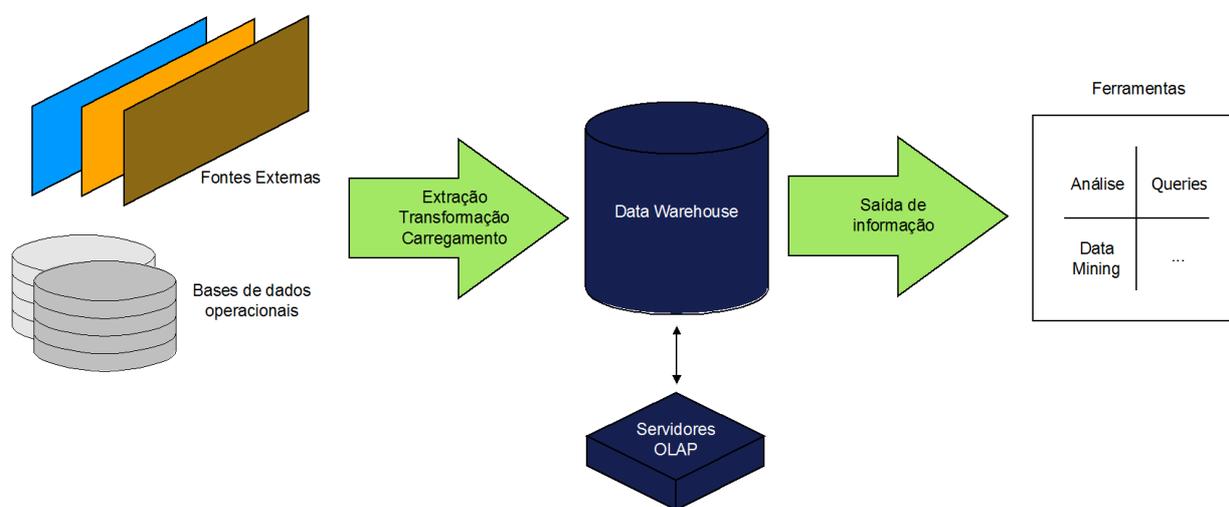


Figura 1 – Esquema básico de um processo de *Data Warehousing*

Ao contrário das bases de dados tradicionais, que suportam apenas aplicações OLTP (*On-Line Transaction Processing*), os SDW suportam aplicações OLAP (*On-Line Analytical Processing*), que exigem um maior nível de processamento e funcionalidade. Enquanto que as tarefas de OLTP estão mais ligadas a transações de dados curtas e isoladas em que a prioridade é a maximização da transferência de dados, as tarefas ligadas ao OLAP priorizam a consolidação e histórico dos dados, dando especial

importância ao tempo de resposta e conteúdo das *queries*, cuja complexidade permite aceder e navegar nos grandes volumes de dados para extração da informação necessária [10]. As operações OLAP permitem assim obter diferentes pontos de vista da informação contida na *Data Warehouse*, sendo algumas delas o *rollup*, que aumenta o nível de agregação de dados, o *drill-down*, que faz o oposto, aumentando o nível de detalhe, o *slice and dice*, que efetua a seleção e projeção dos dados, e o *pivot*, que orienta a visão multidimensional dos dados [10].

2.1.1 O propósito de um sistema de *Data Warehouse*

Os principais objetivos de um SDW estão entre colmatar as lacunas dos sistemas de apoio à decisão e adaptar os sistemas transacionais para responder a questões relacionadas com atividades de gestão de uma instituição [11]. Apesar disso, os dados contidos na *Data Warehouse* podem ser utilizados para diferentes propósitos, mesmo que não sejam imediatos, pois um SDW deve ser um sistema preparado para responder a necessidades futuras e novos tipos de dados [9].

A implementação de um SDW não é uma tarefa fácil, e o seu sucesso é dependente de um certo número de requisitos essenciais para que o sistema cumpra a sua finalidade e objetivo para com a instituição [6]:

- **Acesso facilitado** – A informação contida na *Data Warehouse* deve ser compreensível, legível e intuitiva para qualquer possível utilizador. Para isto, a informação tem de ser corretamente etiquetada, para que o processo de separação e combinação de dados pelo utilizador seja o mais organizado possível. As ferramentas aplicáveis à *Data Warehouse* devem ser simples, eficazes e eficientes, minimizando o tempo de espera;
- **Capacidade de adaptação** – Como já referido, um SDW deve ser um sistema adaptável ao futuro, predisposto a diferentes necessidades, tipos de dados e condições externas em geral. É fulcral que a adaptação a estas mudanças não invalide os conjuntos de dados anteriormente inseridos na *Data Warehouse* ou outros componentes do SDW;
- **Credibilidade de dados** – Os dados extraídos das diferentes fontes de informação devem ser cuidadosamente processados através de avaliações de

qualidade, limpeza, agregação e etiquetagem para garantir a qualidade e consistência da informação presente na *Data Warehouse*. A credibilidade destes dados está também relacionada com a sua proteção. Consequentemente, o SDW deve possuir o controlo de acesso às informações e assim garantir a segurança da informação e a sua confidencialidade;

- **Validação do sistema** – Um SDW bem-sucedido deve conseguir a aprovação e adaptação dos utilizadores num curto período de tempo, para que a consigam utilizar ativamente e tirar partido das suas funcionalidades. Após esta fase, a final validação do sistema passa pela análise dos seus resultados. Para além da perspectiva no suporte à tomada de decisões, os resultados podem ser avaliados pela utilidade das conclusões retiradas através da informação extraída do SDW.

Quando de acordo com estas premissas, um SDW constitui inúmeras vantagens para a instituição, permitindo analisar o desempenho da organização, executar complexas consultas *ad-hoc* num grande volume de dados, carregar informação pré-validada sem necessidade assim de validação em tempo real, ter acesso a dados históricos da organização, facilitar os processos de tomada de decisão e possuir um repositório credível e seguro para armazenamento de toda a informação [11].

2.1.2 Representação de informação

Existem dois tipos de modelos de dados ou abordagens de representação que podem ser abordados em DW, o modelo relacional e o modelo multidimensional.

O modelo relacional, também denominado de modelo normalizado, é uma abordagem que procura eliminar a redundância de dados. Para isso, a informação é dividida em várias entidades discretas, em que cada uma se transforma numa tabela na base de dados. Esta abordagem, apesar de eficiente na transação de dados, não cumpre os requisitos de um bom SDW em termos de performance, devido à complexidade das *queries* necessárias para a visualização e extração de informação. Isto faz com que o SDW não seja intuitivo, e por consequência não cumpra o primeiro e o último ponto dos requisitos apresentados anteriormente. A sua vantagem quanto à eficiência na transação de dados representa um requisito mais direcionado a uma base de dados tradicional do que a uma *Data Warehouse*.

Neste projeto será estudado o modelo multidimensional, a abordagem mais popular pela sua maior simplicidade e viabilidade. Este modelo utiliza dois tipos de entidades: as dimensões, representando as variáveis de análise, e os factos, indicadores dessa mesma análise [12]. Existem vários tipos de estruturas que podem ser utilizadas na modelação multidimensional de dados, sendo a mais simples a estrutura em estrela (*star schema*), que representa o bloco básico de construção para qualquer *Data Warehouse*. Esta estrutura consiste numa tabela central de factos, com um número indefinido de tabelas de dimensão originadas da tabela central, como podemos ver na Figura 2.

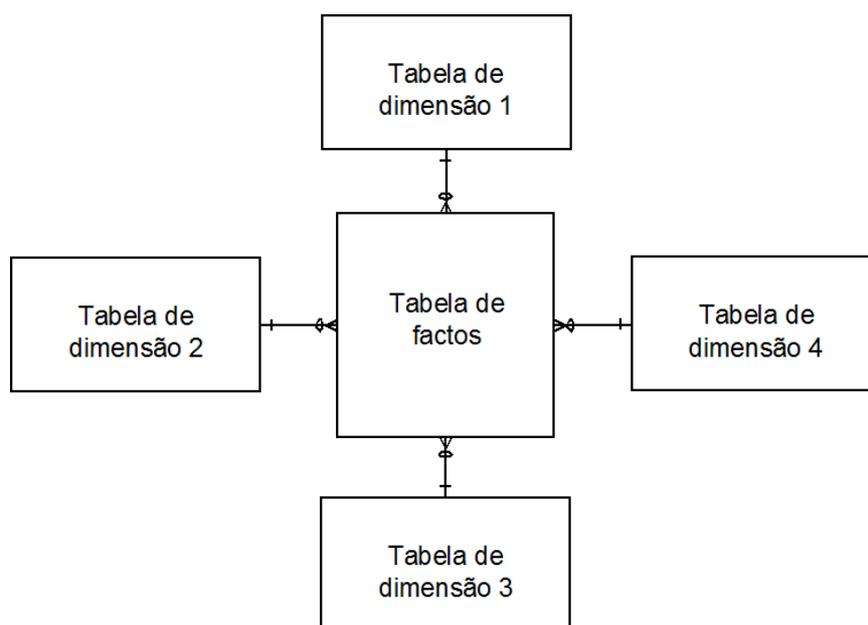


Figura 2 – Esquema da estrutura em estrela (adaptado de [13]).

Cada tuplo da tabela de factos contém um apontador por cada tabela de dimensão associada, fornecendo as coordenadas multidimensionais de pesquisa. Contém também os indicadores das coordenadas, enquanto que as dimensões contêm atributos que refinam as pesquisas. Nesta estrutura, a normalização das tabelas não é necessária, facilitando a navegação do utilizador.

Dependendo da aplicação do SDW, podem ser necessárias outras estruturas mais complexas como a estrutura em floco de neve (Figura 3) ou a estrutura em constelação (Figura 4). A primeira é aplicada quando existe uma necessidade de representar a hierarquia de atributos de uma forma mais clara, efetuando a normalização das tabelas de dimensão. Já a estrutura em constelação é aplicada quando se pretende combinar várias estruturas diferentes.

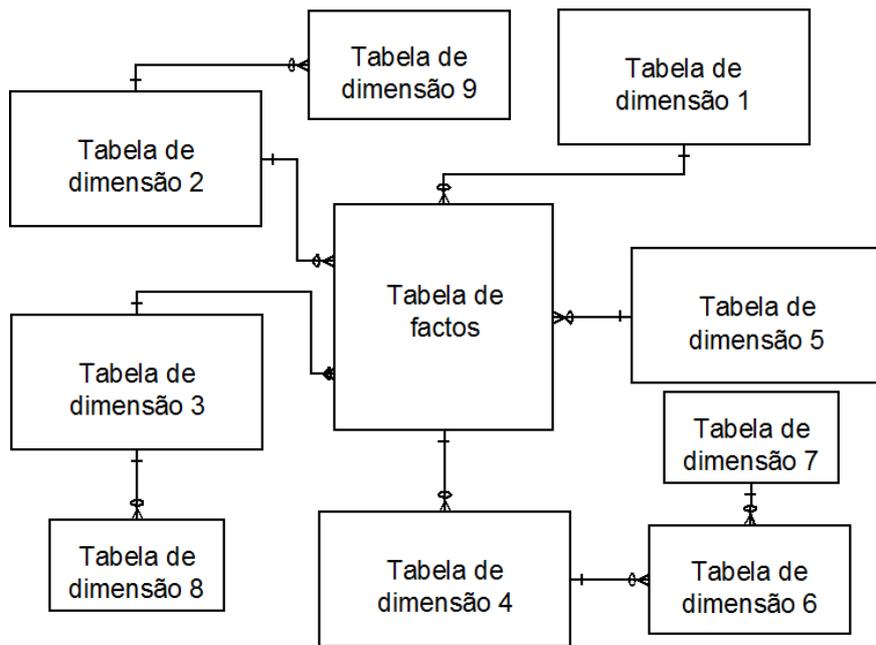


Figura 3 – Estrutura em floco de neve (adaptado de [10])

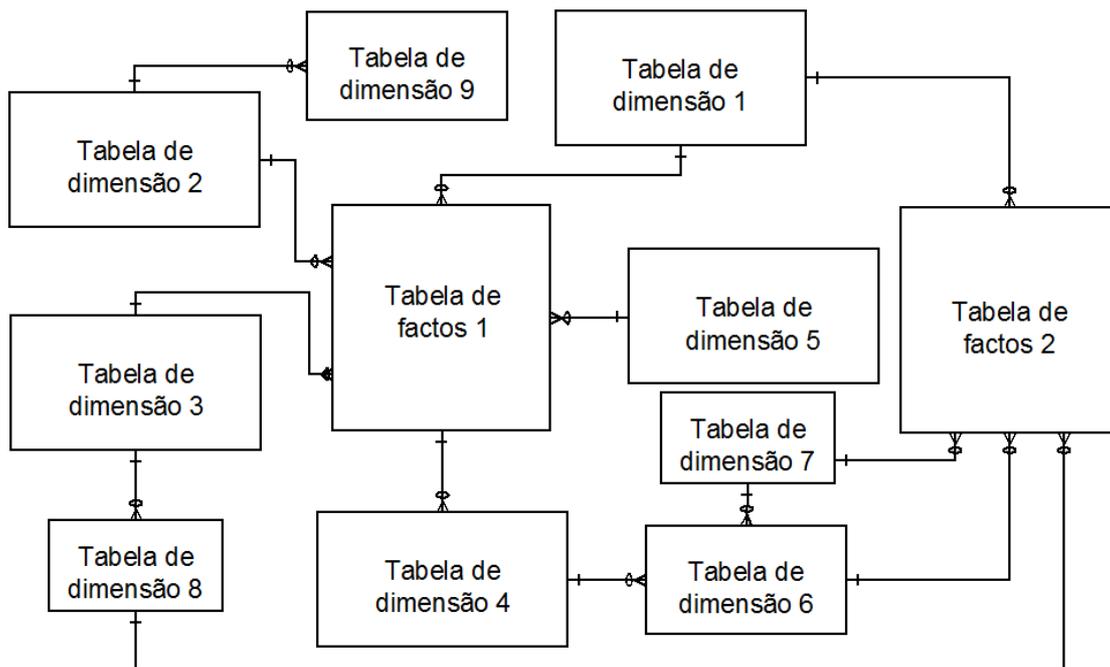


Figura 4 – Estrutura em constelação (adaptado de [12])

2.1.3 Extração de informação

Existem variadas formas de aceder à informação disponível na *Data Warehouse*, tanto através de ferramentas OLAP, aplicações de BI, abordagens mais diretas como a consulta por linguagem estruturada (SQL), ou através de abordagens mais automáticas

como a geração de relatórios, até à consulta por navegadores Web [12]. Alguns destes métodos de acesso serão estudados mais à frente.

2.2 Sistemas Baseados em Conhecimento

Nos pontos anteriores foi descrito o DW, processo no qual o ambiente de informação é baseado. Neste subcapítulo é abordada a ferramenta ou metodologia na qual a solução proposta se irá centrar, a dos Sistemas Baseados em Conhecimento (SBCs).

Os SBCs são uma abordagem específica da área de sistemas inteligentes ou da inteligência artificial (IA). Podem ser definidos como programas que usam conhecimento reproduzido explicitamente para a sua área de aplicação. O conhecimento pode ser baseado em teorias, regras, heurísticas, factos, estratégias e/ou diretrizes sobre a área específica, sendo usualmente obtido a partir dos membros que nela trabalham [8], [14].

Os SBCs possuem dois tipos diferentes de operações que lhes permitem captar a essência do processo de resolução de problemas numa área específica, sendo elas a estratégia de raciocínio e o método de resolução de problemas. A primeira estratégia permite interpretar o conhecimento existente e relacioná-lo, originando idealmente a criação de novo conhecimento através de conclusões de raciocínio. Já a segunda operação permite aumentar a eficiência da primeira, orientando o raciocínio ao problema em questão através de heurísticas. Estas operações utilizam, portanto, o conhecimento sobre o problema e o conhecimento de como usar esse conhecimento para o resolver, respetivamente [14].

2.2.1 Requisitos de um SBC

Para ajudar a melhor definir um SBC, existem alguns requisitos que estes devem possuir [14]:

- **Interatividade** – O sistema deve ser capaz de comunicar com o utilizador facilmente para extrair as informações necessárias;

- **Funcionalidade** – O sistema deve possuir um mecanismo de inferência que lhe permita desenvolver uma linha de raciocínio através da sua base de conhecimento;
- **Performance** – O sistema deve possuir um nível de desempenho pelo menos equivalente àquele do processo original. Pode cometer erros, mas o seu desempenho deve ser de um nível satisfatório e de robustez adequada;
- **Demonstrabilidade** – O sistema deve ser capaz de memorizar e explicar o seu raciocínio sobre determinada conclusão de uma forma legível para o utilizador;
- **Adaptabilidade** – O sistema deve ser capaz de lidar com regras e informações incompletas, imprecisas e conflituosas;
- **Orientação ao problema** – O problema resolvido pelo SBC não deve possuir um procedimento determinístico conhecido para a sua resolução.

Sendo assim, um SBC difere de um sistema convencional de várias formas. Os dados do sistema são organizados pela representação do conhecimento, em vez de estruturas de dados, e as suas relações são assim integradas nos conceitos do domínio. Com este conceito o conhecimento do sistema fica representado, e não embutido no código do sistema. Os algoritmos determinísticos dos sistemas convencionais são também substituídos pelos métodos de resolução baseados em buscas heurísticas e o raciocínio relacionado a cada solução é explicado de uma forma clara.

Um tipo de sistema individualizado de SBCs são os Sistemas Especialistas (SE), que se caracterizam como sistemas com um maior grau de especialização, aplicando-se a problemas específicos ao invés de um domínio de aplicação. Estes sistemas são usualmente criados para substituir o trabalho de um especialista ou perito. Um especialista é definido como um indivíduo que tem grande capacidade, perícia, experiência, entendimento e maturidade numa área específica para providenciar instruções sobre as tarefas a executar, analisando os pontos importantes e as suas relações e possuindo de um modo geral todo o conhecimento necessário para a fundamentação de um SE. Este conhecimento é fulcral para o desempenho do indivíduo na resolução dos problemas, e da mesma maneira o será para o SE que o possuir.

O sistema a desenvolver neste projeto está num domínio delimitado, mas ainda assim não tem um grau de especialização que o caracterize como um SE, pois a sua aplicação

será feita a mais que uma área em específico, e o seu processo original não tem um grau muito alto de especificidade.

2.2.2 Estrutura de um SBC

Um SBC genérico é um sistema composto por cinco diferentes componentes, como é possível observar na Figura 5:

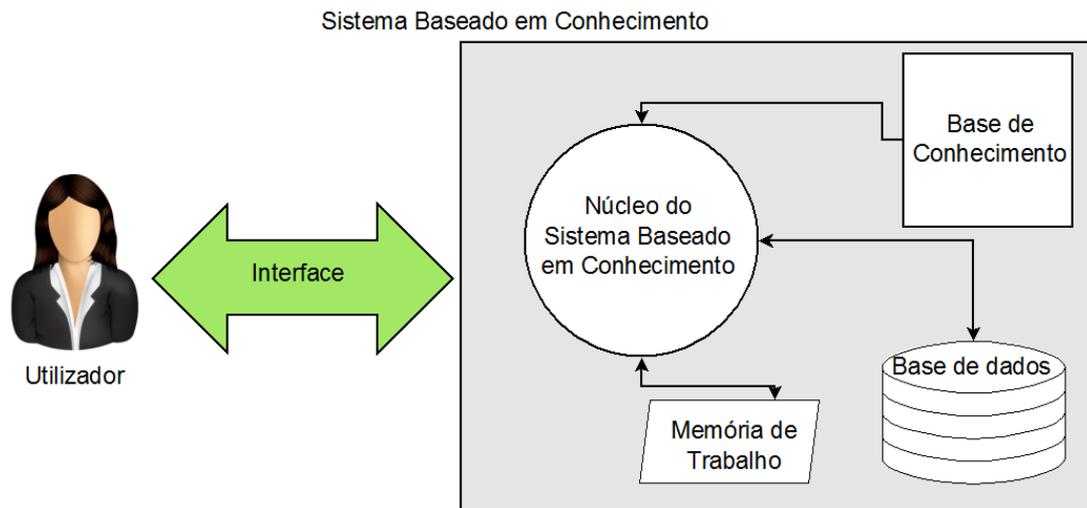


Figura 5 – Base esquemática de um SBC (adaptado de [14])

- **Interface** – Esta é uma peça fundamental, sendo o elo que liga o utilizador ao sistema, como único meio de comunicação e interação. Diferentes tipos de linguagens e interfaces podem ser implementados para este componente, desde que proporcione um ambiente mais amigável possível para o utilizador e facilite a administração do sistema. Uma interface de um SBC pode exigir mais do que um sistema convencional, pois todos os tipos de interações podem ocorrer entre o utilizador e o sistema. Dependendo da solução a implementar, todos os formatos de ficheiro podem ter de ser inseridos no sistema e este deve ser proactivo e dinâmico com as necessidades do utilizador;
- **Núcleo do Sistema** – O núcleo do sistema baseado em conhecimento é o motor que controla grande parte dos processos do sistema, como a interação com o utilizador, o processamento de conhecimento, a comunicação com equipamentos externos e a demonstração de conclusões;

- **Base de conhecimento** – Este componente contém toda a informação do domínio em forma de conhecimento, usualmente centrado em factos e regras representados sob a forma de linguagens de representação de conhecimento, usando técnicas de representação descritas mais à frente. Estas podem ser utilizadas separadamente ou em conjunto. A base de conhecimento está então dividida em várias destas representações denominadas de sentenças. A busca da solução é restringida por estas sentenças que podem nem sempre estar completas ou consistentes, e o sistema deve estar preparado para encontrar ainda assim a melhor solução;
- **Base de dados** – A base de dados representa a capacidade do sistema e o sítio onde ficam armazenados os dados e conseqüente informação para consulta;
- **Memória de trabalho** – Este componente memoriza todas as operações, soluções e informação extraída numa sessão de utilizador. Conseqüentemente, é capaz de fornecer ao utilizador toda a informação dos raciocínios efetuados ao longo da sessão.

2.2.3 Representação de conhecimento

A extração e representação de conhecimento do domínio da aplicação do sistema é um dos pontos mais importantes no desenvolvimento de SBCs e deste projeto em particular. Este é o cerne de todo o funcionamento do sistema e o elemento que se estrutura sistematicamente para reprodução de todo o domínio de aplicação.

A codificação de uma representação de conhecimento requer que esta seja compreensível ao ser humano para que seja possível adquirir um conceito ou regra diretamente através da sua visualização. Para isso, ela deve ser estruturada mais na perspetiva de um conjunto de instruções do que no ponto de vista do processador de conhecimento que a interpreta.

Do ponto de vista de aplicação do SBC, a representação de conhecimento deve ser robusta e generalizável, para que seja possível a sua correta utilização de modo a gerar a melhor solução possível, e que possa ser abordada sobre vários pontos de vista e complementa o domínio.

Seguem-se alguns exemplos de técnicas de representação de conhecimento [8]:

- **Representação lógica** – *PROLOG* é das linguagens deste tipo mais usadas e tem os seus alicerces nos princípios da lógica matemática;
- **Regras de produção** – Esta técnica de representação é das mais antigas e simples, baseada na estrutura de “**SE** <condição> **ENTÃO** <conclusão> **FAÇA** <ação> ”;
- **Redes Semânticas** – Estas representações apresentam-se como grafos rotulados e direcionados formados por conjuntos de nós que representam objetos do domínio;
- **Frames** – Esta representação utiliza agrupamentos de conhecimentos relacionados com algum aspeto ou objeto do domínio. Esta técnica promove a hierarquia, de modo a evitar duplicações, dificuldades de leitura ou manutenção;
- **Orientação a objetos** – Esta técnica reúne características tanto das redes semânticas como das frames, possibilitando o encapsulamento, e representando assim o conhecimento como conjuntos completos de objetos com comportamentos.

2.2.4 Aplicações de SBCs

Apesar de existirem várias aplicações de SBCs disponíveis *online*, pela pesquisa efetuada pode afirmar-se que não foram encontrados sistemas baseados em conhecimento abordados neste tipo de sistema, nomeadamente no auxílio de criação de regras para gestão de estruturas multidimensionais em *Data Warehouses* de instituições de saúde, concluindo que a aplicação a desenvolver é inovadora.

Uma das aplicações mais contextuais encontrada recorre também a um SBC para aplicação a um ambiente de DW e tem o nome de sistema *InterBase-KB* [15]. Este sistema usa a representação lógica de conhecimento e um sistema de bases de dados múltiplo com o objetivo de realizar a integração de dados na *Data Warehouse*, ou seja, esta é uma aplicação de um SBC ao processo de ETC (Extração, Transformação e Carregamento) do DW. Sendo assim, o seu objetivo é diferente, pois a representação de conhecimento a desenvolver neste projeto tem como principal objetivo a gestão da componente dimensional das estruturas de dados inseridos pelo utilizador.

2.3 Temas associados

2.3.1 *Business Intelligence*

O *Business Intelligence* (BI) é caracterizado como um conjunto de processos ou atividades de filtração de informação que forneçam o conhecimento necessário à otimização do processo de tomada de decisões. Esta informação pode estar estruturada de diferentes formas, ser proveniente de várias fontes, e pode ser tanto quantitativa como qualitativa [16]. O potencial das técnicas de BI permite-nos conjugar toda essa informação e tirar partido de todos os dados para extrair informação relevante à aplicação designada.

A aplicação de técnicas de BI em instituições de saúde representa a integração entre a componente de tecnologia de informação e comunicação e a componente organizacional da instituição [17]. A sua aplicação em vários processos, como por exemplo a gestão de recursos, permite otimizar o desempenho e organização de todo o ambiente hospitalar.

2.3.2 AIDA

A plataforma AIDA (*Agency for the Integration, Difusion and Archive of Information*) é a ferramenta utilizada neste momento no Centro Hospitalar do Porto para difundir e integrar os grandes volumes de informação gerados em toda a instituição. Esta plataforma disponibiliza uma série de agentes eletrónicos que se ocupam da comunicação entre sistemas heterogéneos, enviando e recebendo informação, fazendo a sua gestão e atendendo aos pedidos dos utilizadores. Disponibiliza também serviços Web com o objetivo de facilitar a interação das pessoas com a informação e comunicação do Hospital. Desta forma, a plataforma AIDA é capaz de integrar as suas funcionalidades nos sistemas de informação administrativa, médica, de enfermaria, do sistema de EMR (*Electronic Medical Record*) e outros [2–5], [18], [19].

A plataforma AIDA contém um SDW integrado no qual o sistema a projetar será validado e anexado se corresponder aos resultados pretendidos. A denominação AIDA-

BI refere-se à parte mais específica do sistema onde estão localizadas as funcionalidades de *Business Intelligence*.

Capítulo 3

Planeamento

Para a elaboração deste trabalho serão utilizadas várias tecnologias e linguagens de programação para atingir os objetivos pretendidos. A aplicação do sistema criado necessitará também de uma adaptação e conhecimento das tecnologias já integradas e utilizadas na plataforma AIDA-BI. Os tópicos, linguagens e *software* referidos neste capítulo correspondem ao plano inicial da investigação deste projeto, ou seja, são ferramentas e metodologias que estão a ser utilizadas ou serão no futuro enquanto o projeto se mantiver no planeamento inicial, o que não impede que futuros eventos alterem os componentes da investigação.

3.1 Planeamento da investigação

Para uma iniciação ao planeamento do projeto e do desenvolvimento do sistema, foi primeiramente efetuada uma análise ao método atual de manutenção dos dados no domínio de aplicação. Este é o processo tradicional com o qual os membros das áreas de gestão de topo e gestão organizacional trabalham atualmente, e ao qual será proposto uma alternativa.

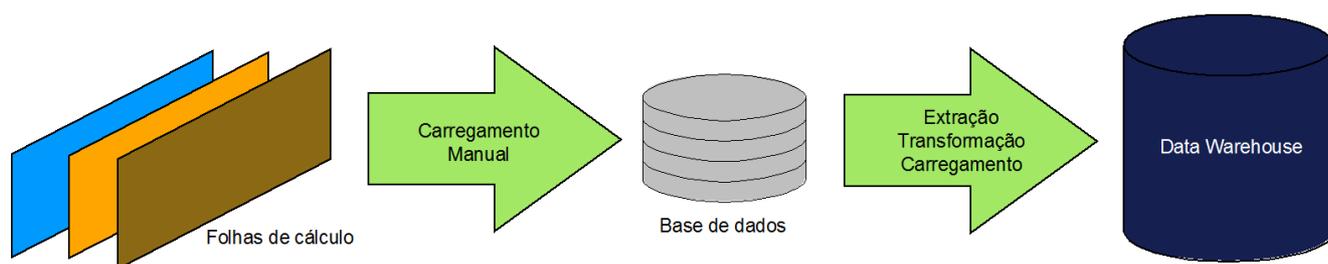


Figura 6 – Esquema de carregamento de informação utilizado

Como podemos observar na Figura 6, os dados são enviados através de folhas de cálculo para um administrador da base de dados, que é obrigado a inserir os dados de uma forma pouco automatizada, pois resume-se a um trabalho de copiar e colar uma série de dados heterogéneos. A solução proposta concentra-se neste domínio da pré-

entrada de dados no SDW, propondo a criação de um SBC que simplifique este tipo de processos, interagindo diretamente com o utilizador através de uma interface e manipulando os dados de uma forma autónoma e integrando-os diretamente na *Data Warehouse*, como podemos observar na Figura 7. Para além disso, o sistema torna-se capaz de comunicar com os dados do SDW e assim apresentá-los ao utilizador.

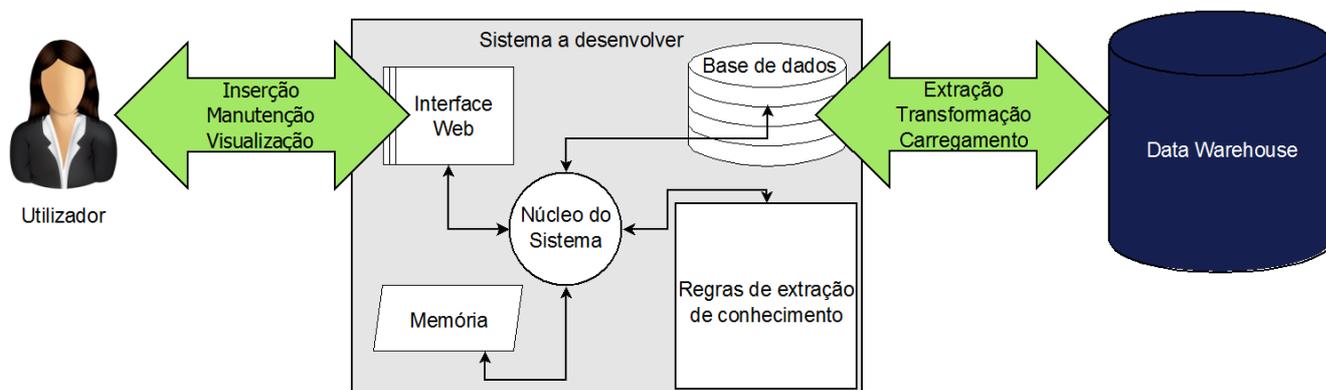


Figura 7 – Ferramenta a desenvolver

Com a criação desta alternativa, o utilizador ganha a possibilidade de interagir com uma interface acessível e orientada à tarefa, e a intervenção do administrador da base de dados seria reduzida drasticamente, tendo apenas de garantir a manutenção do sistema.

A construção de um SBC pode ser dividido em várias fases [14]:

1. **Planeamento do SBC** – Nesta primeira fase, o primeiro passo é identificar o domínio de aplicação, e depois de bem delimitado, devem ser escolhidas as ferramentas para o desenvolvimento do sistema. Esa é a única fase a ser realizada apenas uma vez, pois as seguintes tornam-se um ciclo iterativo de desenvolvimento até à finalização do sistema;
2. **Aquisição de Conhecimento** – A segunda fase foca-se na identificação, conceituação e formalização de conhecimento, reunindo a informação que deverá ser armazenada na base de conhecimento;
3. **Implementação do SBC** – Nesta etapa é efetuada a construção efetiva do SBC, começando por se formular o conhecimento adquirido na segunda fase a partir da linguagem de representação selecionada na primeira fase. São também construídos os outros componentes do SBC (interface, núcleo, base de dados e memória do sistema).
4. **Validação e refinamento** – Nesta fase ocorre a validação e melhoramento do SBC, corrigindo possíveis erros ou criando novos requisitos. Se o sistema

estiver finalizado, o desenvolvimento está concluído, senão o processo volta para a fase 2.

A base do planeamento da investigação para este projeto é a mesma na parte do desenvolvimento do sistema. Possíveis alterações dever-se-ão ao âmbito de investigação em que o projeto está inserido, e também à especificidade do sistema.

3.2 Seleção tecnológica

Como parte do planeamento do projeto, foi elaborada uma lista de tecnologias provisórias para utilização no desenvolvimento deste projeto, baseada nas plataformas utilizadas no CHP para assegurar compatibilidade com o ambiente AIDA-BI e em ferramentas úteis para o desenvolvimento do sistema:

- **VMWare / VirtualBox** – Estas duas plataformas permitem a criação e utilização de múltiplas máquinas virtuais para uma melhor utilização e performance do computador. Neste projeto as máquinas virtuais são uma mais-valia para a instalação de sistemas de base de dados em sistemas operativos virtuais, para um aumento da performance do computador e para uma melhor prevenção da perda de dados;
- **Oracle Database 9i/11g Enterprise Edition** – o Oracle Database é um sistema de gestão de bases de dados necessário para a construção da base de dados do SBC;
- **SQL Developer** – Esta ferramenta é um IDE (*Integrated Development Environment*) adaptado para facilitar a manutenção de bases de dados Oracle através da linguagem SQL;
- **SQL** – *Structured Query Language* é uma linguagem criada para lidar com tarefas de gestão de dados em bases de dados relacionais;
- **Microsoft Visual Studio 2008** – Este é um pacote de programas contendo apoio ao desenvolvimento de software em .NET Framework, Visual Basic, C, C++, C#, J#, ASP.NET e VB.NET;
- **C#** - Uma linguagem de programação orientada a objetos, parte da plataforma .NET;

- **ASP.NET** – Uma plataforma da Microsoft direcionada para o desenvolvimento de aplicações Web, útil para criação da interface necessária;
- **Ajax Control Toolkit** – Um pacote de controlos funcionais para a plataforma .Net, que utiliza as potencialidades do Ajax para providenciar uma interface mais eficaz;
- **DayPilot Lite** – Uma ferramenta *open-source* que disponibiliza um conjunto limitado de opções na construção de componentes de calendarização e agendamento em interfaces web.

Capítulo 4

Arquitetura

Neste capítulo pretende-se definir a arquitetura do sistema, e para isso é necessário estabelecer as bases de desenvolvimento para o projeto. Após um levantamento de requisitos inicial, será elaborada a integração das tecnologias descritas no subcapítulo 3.2, estruturando o ambiente de trabalho necessário ao início da construção da plataforma.

4.1 Levantamento de requisitos

Como parte do desenvolvimento do projeto, foi elaborado um caderno de requisitos conforme as funcionalidades que devem estar presentes no sistema a desenvolver. Estes requisitos foram formulados a partir do diálogo com os orientadores e responsáveis pelas respectivas áreas de aplicação no CHP. A partir de um conjunto básico inicial de requisitos, estes foram naturalmente modificando-se ao longo do projeto e adaptando-se à aplicação e ao progresso de desenvolvimento do sistema. Isto foi possível mantendo uma relação de proximidade entre os utilizadores ou responsáveis das áreas de aplicação (*stakeholders*) e o seu desenvolvimento, obtendo um *feedback* constante do progresso da ferramenta. Este acompanhamento auxiliou assim à prevenção de erros e à moldagem das aplicações na visão dos *stakeholders*.

4.1.1 Base de conhecimento

O componente da base de conhecimento não tem requisitos específicos, exceto que deve ser um repositório de conhecimento que possibilite a criação, modificação e remoção das regras de conhecimento que a compõe. Estas regras poderão ser compostas por qualquer tipo de comando, linguagem ou lógica que traduzam em resultado o conhecimento que é necessário recolher a partir dos dados obtidos.

4.1.2 Núcleo do Sistema

Este componente do sistema baseado em conhecimento deve ser responsável pela manutenção automática de conhecimento e ligação à plataforma de BI da AIDA. Esta ligação é fundamental para uma boa integração do sistema com a AIDA, podendo assim colaborar com o restante sistema global e respetivas funcionalidades.

O componente a criar deverá ser simples e preferencialmente integrado diretamente no ambiente de aplicação. Os requisitos associados a este núcleo são a execução das regras da base de conhecimento e a transformação de dados para a plataforma AIDA-BI. Estes requisitos podem ser analisados ao pormenor no Anexo 1.

4.1.3 Interfaces de aplicação

Como qualquer sistema baseado em conhecimento, um dos pontos fundamentais de aplicação é a interface. Este trabalho terá como aplicação as áreas de gestão de topo e cirúrgica. A interface aplicada à gestão de topo terá como objetivo apresentar uma raiz de mapeamento dos órgãos e respetivas associações do Centro Hospitalar do Porto, numa plataforma de gestão da estrutura organizacional. Por motivos que serão descritos mais à frente, esta aplicação não contém uma lista de requisitos específicos, devido às dificuldades que se estabeleceram no seu desenvolvimento.

Para a área cirúrgica será criada uma plataforma de gestão de turnos. Desta forma, a administração terá possibilidade de operar na gestão de turnos cirúrgicos das salas a partir da nova plataforma, de uma forma mais facilitada e intuitiva.

A interface de gestão de turnos deve conter todas as funcionalidades necessárias ao funcionamento corrente dos turnos no CHP, mantendo as funções do sistema original e adicionando funcionalidades para aumentar a eficácia do mesmo. Isto significa que a plataforma terá de englobar toda a informação utilizada na gestão tradicional por folhas de cálculo e efetuar uma filtragem da que é relevante para o utilizador, disponibilizando as funcionalidades associadas a esta informação de uma forma acessível.

No Anexo 1 podem ser analisados os requisitos associados ao desenvolvimento desta interface, com uma descrição das ações e regras a seguir, bem como a notação da sua prioridade, segundo os parâmetros definidos.

4.2 Integração tecnológica

Para estabelecer as condições necessárias ao desenvolvimento deste projeto, foi necessário colocar em ação a seleção tecnológica e integrar estas tecnologias de forma a criar um ambiente de desenvolvimento propício aos objetivos propostos.

Como primeiro passo procedeu-se à criação de uma máquina virtual recorrendo ao *software* VMWare para estabelecer uma base de instalação das restantes tecnologias e ferramentas. O sistema operativo escolhido foi o Windows XP, devido à sua compatibilidade com a .NET Framework. O objetivo de desenvolver o sistema numa máquina virtual deve-se à maior facilidade com que efetua cópias ou *backups* do trabalho desenvolvido. Já que o sistema operativo deve suportar várias tecnologias e instalação como a base de dados Oracle, a máquina virtual provou-se um sistema útil para evitar grandes perdas de trabalho e guardar várias versões do sistema.

A base de dados Oracle 9i foi o componente seguinte a integrar, seguindo a mesma versão do componente de base de dados utilizado na plataforma AIDA, para que o sistema mantivesse a compatibilidade. A sua integração deveu-se à necessidade de possuir uma versão do sistema que fosse desenvolvido e funcionasse localmente, para apenas posteriormente alojá-lo nos servidores dos sistemas de informação do CHP. Esta característica conferiu mobilidade ao sistema durante o seu desenvolvimento.

Para uma efetiva manipulação e utilização da base de dados, foi instalado o Oracle SQL Developer. Após um período de experimentação com algumas versões deste *software*, foi concluída que a versão 1.5.4 seria a mais compatível com o Oracle 9i, devido à falta de suporte e falhas nas ligações para a base de dados nas versões mais recentes, tendo em conta que a própria versão da base de dados Oracle 9i foi lançada em 2001, sendo uma versão já relativamente antiga [20]. Com a versão 1.5.4 não foram então verificados problemas com a ligação à base de dados Oracle 9i, o que fez com que fosse esta versão fosse adotada e integrada na máquina virtual para que a ligação com a base de dados local e remota (AIDA-BI) decorresse sem problemas.

O IDE de desenvolvimento instalado foi o Microsoft Visual Studio 2008, tendo em conta a sua relação com a .NET Framework 3.5, utilizada no sistema AIDA-BI. Uma das muitas funcionalidades deste ambiente de desenvolvimento é auxiliar o trabalho de

programação de interfaces web recorrendo à linguagem ASP e programação de aplicações em C#. Estas foram as duas principais razões para este IDE ter sido integrado como ferramenta de trabalho.

A partir deste momento, estariam criadas todas as condições para o desenvolvimento do projeto e constituído o ambiente de trabalho ideal para a construção do SBC e das suas aplicações. Todo o *software* anterior foi gentilmente cedido com licenças dos sistemas de informação do CHP/Universidade do Minho, e todas as aplicações mais específicas que fossem necessárias durante o desenvolvimento do projeto teriam de ser obtidas independentemente através de produtos gratuitos ou *open-source*, para que pudessem ser integrados nos sistemas informáticos do CHP sem custos adicionais, e uma atenção especial deveria ser dada à sua compatibilidade com o ambiente de desenvolvimento estabelecido anteriormente.

Existiram efetivamente três bibliotecas ou ferramentas que foram anexadas no decorrer do desenvolvimento do projeto, devido às necessidades apresentadas nos requisitos das interfaces de aplicação.

A primeira ferramenta obtida, que se tornou um recurso bastante útil para todo o desenvolvimento da interface, foi a *Ajax Control Toolkit*, uma infraestrutura *open-source* que providencia um conjunto de controlos e extensões *AJAX* para ASP.NET, com o objetivo de uma maior interatividade das páginas web [21]. Isto foi especialmente útil para a implementação de alguns requisitos da interface de gestão de turnos, como a seleção de salas por bloco, com a apresentação de listas de blocos e salas.

Outro componente que se tornou crucial para o desenvolvimento da interface de gestão de turnos foi o *DayPilot Calendar Lite*. Este *software* foi selecionado após alguma pesquisa nos fóruns da Microsoft, quando se apresentou a necessidade de criar um calendário semanal com eventos, que permitisse a interatividade necessária para a gestão de turnos. A construção deste calendário de raiz seria um processo muito demorado, e com o tempo disponível para o projeto, o resultado certamente não corresponderia a uma ferramenta visualmente atrativa e com usabilidade suficiente para o seu uso na administração de turnos da área cirúrgica. Além disso, sendo a interface desenvolvida apenas uma aplicação do projeto em si, este não era um fator determinante para o trabalho em causa. Com esta conclusão, foi efetuada uma pesquisa para um

componente que permitisse a criação de um calendário semanal de uma forma mais rápida e eficaz, compatibilizando-se com a .NET Framework. Numa pesquisa rápida foram encontrados quatro componentes que se ajustavam às necessidades procuradas [22–25]. A seleção foi efetuada pelo fator de exclusão de custos, revelando-se o DayPilot Calendar o único a oferecer uma versão *Lite*, visto que os restantes ofereciam apenas *trials* ou compra da versão original. As limitações do componente escolhido face à sua versão original foram posteriormente trabalhadas para que o utilizador possa usufruir ao máximo de um calendário interativo.

Por último, existiu também a instalação do componente *ITextSharp* numa fase de experimentação da criação de documentos PDF a partir da interface da plataforma.

Capítulo 5

Solução

O desenvolvimento deste sistema centrou-se bastante na aplicação direta do conceito do SBC, visto que este está demasiado intrínseco com a aplicação que deve ser feita. O planeamento do SBC funciona bastante bem numa base teórica, mas à medida que o seu desenvolvimento é iniciado, é possível verificar que a idealização do sistema é bastante difícil de aplicar de uma forma homogénea, e como consequência, a estrutura SBC fica severamente moldada e direcionada para um objetivo específico. Com isto, pode dizer-se que, apesar da projeção do SBC ter sido feita de uma forma generalizada e idealizada para as aplicações às áreas cirúrgica e gestão de topo e a sua aplicação ser válida nesse princípio, o desenvolvimento do SBC deve ser específico para cada uma das aplicações, intrínseco à estrutura onde se encontra.

5.1 Gestão de estruturas multidimensionais

De modo a possibilitar a integração do SBC para as aplicações na área da saúde, a estrutura inicialmente projetada foi adaptada para a plataforma de gestão de turnos. Esta traduz-se como a solução na gestão de estruturas multidimensionais assistida por computador.

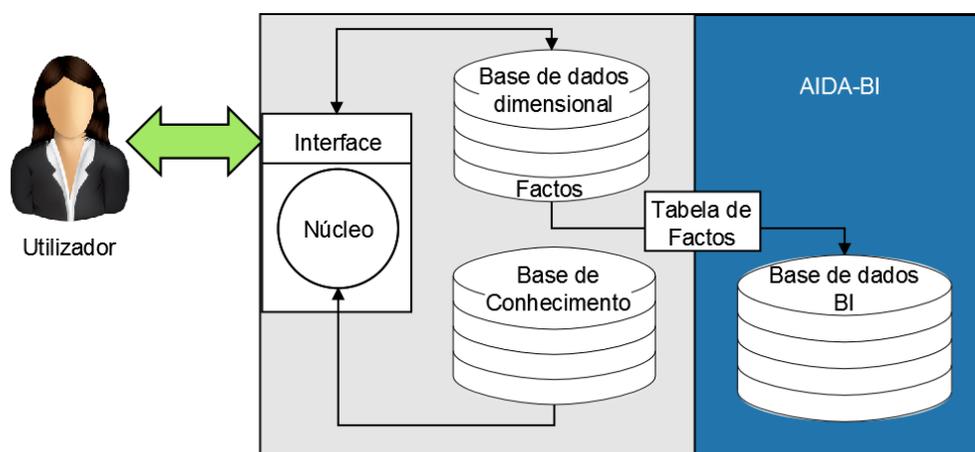


Figura 8 – Estrutura adotada para aplicação

Como podemos visualizar na Figura 8, o núcleo do sistema foi integrado no código da parte do servidor da interface, baseado na linguagem C#. O utilizador interage assim diretamente com a plataforma e aciona funções do sistema inconscientemente, à medida que efetua alterações na informação da base de dados dimensional. A ligação de dois sentidos a esta base de dados permite a extração e manipulação da informação. Através da base de conhecimento, o sistema recolhe as regras de conhecimento e assim preenche a tabela de factos resultante. Esta, por sua vez, é extraída para o sistema de BI existente. Apesar de todo o sistema ficar já integrado no AIDA-BI, este fica programado para apenas recolher informação da tabela de factos, onde a informação se encontra numa estrutura de dados válida para o mesmo. O componente da memória de trabalho foi ignorado pois não se aplica neste tipo de aplicação, sendo que a interface mostra as datas correspondentes às últimas modificações de dados.

5.1.1 Dimensões

A base de dados da ferramenta tem em conta uma representação de informação baseada numa estrutura em estrela, a qual se foca numa tabela de factos que contém os principais dados para a aplicação. Esta tabela tem por sua vez várias dimensões associadas, seguindo o modelo dimensional de uma base de dados, como é possível observar pelo esquema da Figura 9, correspondente à estrutura da base de dados da aplicação de gestão de turnos.

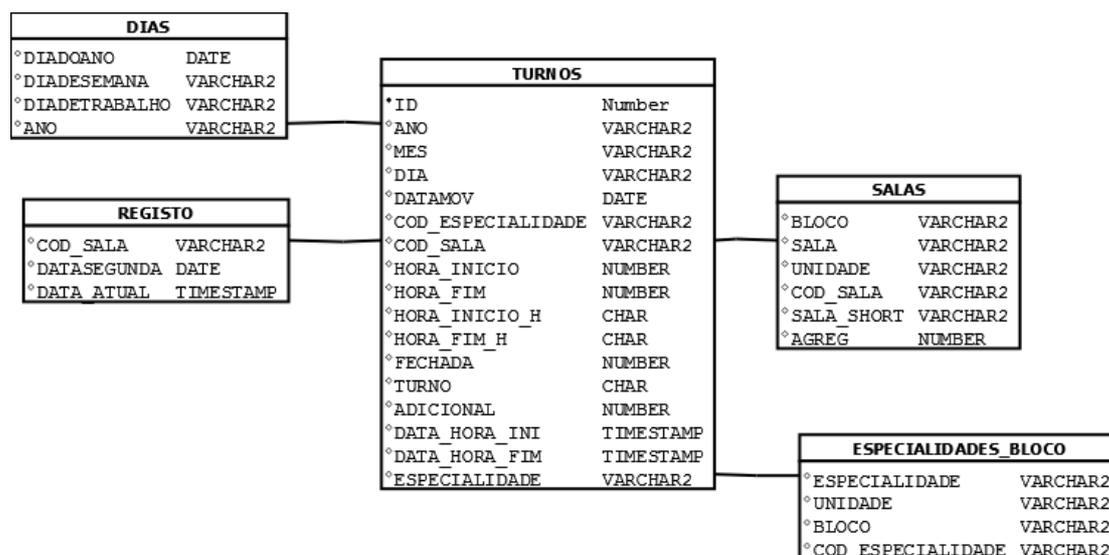


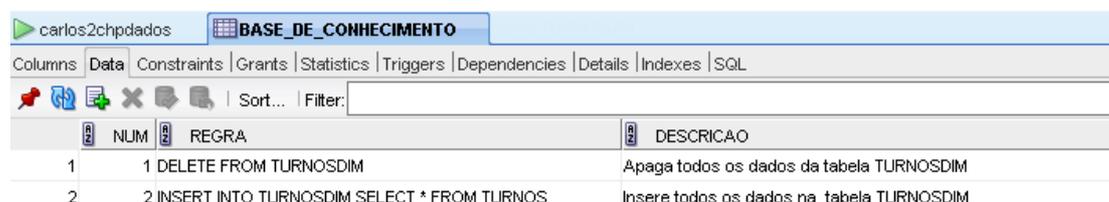
Figura 9 – Esquema entidade-relacionamento da base de dados

Na aplicação desenvolvida, o registo de informação relevante é efetuado apenas para a tabela de factos “TURNOS”, enquanto que as tabelas de dimensão associadas servem como recurso para outras funcionalidades do sistema. Sendo assim, será a tabela “TURNOS” a única com utilidade para a base de conhecimento.

5.1.2 Conhecimento

Um dos objetivos deste projeto é implementar uma base de conhecimento que conceda ao sistema propriedades de automação na gestão de estruturas multidimensionais. Para provar que este objetivo é possível, foi criado um protótipo da base de conhecimento, com o objetivo de manter uma estrutura de informação compatível com o sistema AIDA-BI. O processo passou pela criação de duas tabelas, uma para alojar as regras da base de conhecimento, outra para conter a informação resultante.

A representação de conhecimento das regras foi produzida na forma de comandos SQL, que são executados pelo núcleo do sistema cada vez que há alteração de turnos, pela ordem definida na tabela da base de conhecimento. Estes comandos sintetizam uma tabela resultante a partir da tabela de factos, que é utilizada para armazenamento e extração de informação na plataforma AIDA-BI.



The screenshot shows a database management tool interface. At the top, there is a tab labeled 'BASE_DE_CONHECIMENTO'. Below the tab, there are several menu options: 'Columns', 'Data', 'Constraints', 'Grants', 'Statistics', 'Triggers', 'Dependencies', 'Details', 'Indexes', and 'SQL'. A toolbar with various icons is visible below the menu. The main area displays a table with three columns: 'NUM', 'REGRA', and 'DESCRICAO'. The table contains two rows of data.

NUM	REGRA	DESCRICAO
1	1 DELETE FROM TURNOSDIM	Apaga todos os dados da tabela TURNOSDIM
2	2 INSERT INTO TURNOSDIM SELECT * FROM TURNOS	Inserir todos os dados na tabela TURNOSDIM

Figura 10 – Comandos iniciais da base de conhecimento

Como podemos observar na Figura 10, para o protótipo deste projeto inseriram-se na base de conhecimento apenas dois comandos de inserção e eliminação dos dados numa tabela resultante “TURNOSDIM”, dados que são copiados diretamente da tabela de factos “TURNOS”. A inserção de regras relacionadas com a transformação de dados não foi necessária, pois no caso da aplicação desenvolvida, a estrutura da tabela de factos foi já baseada na estrutura daquela originalmente presente na AIDA-BI, sendo adicionadas apenas algumas colunas relacionadas com as funcionalidades da interface.

Apesar desta base de conhecimento apresentar-se assim bastante rudimentar, a sua anexação ao restante desenvolvimento do sistema abre uma nova vertente de potencial

funcionalidade e sustentabilidade na aplicação deste conceito às diferentes áreas de gestão do CHP. A inserção de novas regras na base de conhecimento é independente do desenvolvimento do sistema, podendo ser adicionadas isoladamente na base de dados, e por isso existe uma grande margem de adaptabilidade e evolução para o sistema desenvolvido.

5.2 Aplicação

A aplicação prática deste sistema começou pela interface, definindo-se como prioritária a existência de um componente de comunicação com o utilizador, em que se apresentasse o essencial à aplicação, e todos os processos resultantes funcionassem autonomamente. Desde esta primeira fase, o desenvolvimento para as duas aplicações foi separado, começando-se pela aplicação à área de gestão de topo.

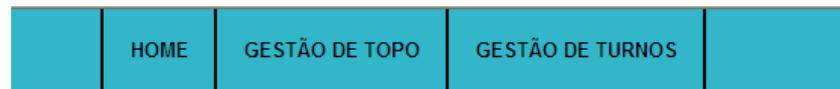
5.2.1 Área de gestão de topo

A aplicação correspondente à área de gestão de topo traduzir-se-ia numa plataforma de gestão da estrutura organizacional do CHP. A interface conteria uma estrutura em árvore ou um painel de registo onde se poderia analisar e modificar o mapeamento da estrutura organizacional do CHP.

O desenvolvimento da interface desta aplicação teve bastantes obstáculos no âmbito da iniciação à .NET Framework, da configuração dos recursos disponíveis e da sua aplicação, bem como a dificuldades associadas à curva de aprendizagem de uma nova linguagem de programação. Estes fatores, em conjugação com a falta de objetividade e clareza no objetivo da plataforma, provocaram atrasos no desenvolvimento da mesma e no progresso dos trabalhos.

A certa altura do projeto, foi efetuado um ponto de análise sobre o trabalho e decidido que maior prioridade seria nesse momento dada à aplicação na área cirúrgica, não só pelo atraso no desenvolvimento da aplicação atual, mas também por requerimento das entidades responsáveis da área cirúrgica. Consequentemente, esta aplicação à área da gestão de topo não foi concluída com sucesso, ficando a plataforma de gestão da estrutura organizacional numa fase de rascunho da interface.

Neste rascunho, o utilizador começa por selecionar a unidade hospitalar do CHP que deseja mapear, como podemos ver na Figura 11.



GESTÃO DE TOPO

Unidade Hospitalar: 

- Unidade Hospitalar
- HJU
- HSA
- MGL
- MJD
- MPIA

Figura 11 – Seleção da unidade hospitalar a mapear

Seguidamente, é apresentada uma tabela com uma série de instâncias correspondentes a órgãos associados à unidade hospitalar selecionada. No exemplo da Figura 12, foi selecionada a unidade hospitalar Maria Pia (MPIA) e é possível verificar alguns tipos de dados de exemplo que foram selecionados aleatoriamente.

GESTÃO DE TOPO

VERSÃO 0.0

Unidade Hospitalar:

	Departamento	Serviço	Unidade	Descrição Estatístico
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Pediatria	Atendimento Pediátrico Referenciado	APR PEDIATRIA
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cardiologia Pediátrica	Cardiologia	CE CARDIOLOGIA PEDIATRICA/MPIA
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cirurgia Pediátrica	Cirurgia	CE CIRURGIA PEDIATRICA/MPIA
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cirurgia Pediátrica	Cirurgia	CE PATOLOGIA DIGESTIVA PEDIATRICA/MPIA
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cirurgia Pediátrica	Cirurgia	CIRURGIA PEDIATRICA MPIA
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cirurgia Pediátrica	Cirurgia	Geral Pediátrica (CE)
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cirurgia Pediátrica	Cirurgia	HD CIRURGIA PEDIATRICA MPIA
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cirurgia Pediátrica	Cirurgia	INT CIRURGIA PEDIATRICA/MPIA
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Edit2"/>	Dep. da Criança e do Adolescente	Serviço de Cuidados Intensivos Pediátricos	Cuidados Intensivos	INT UCI PED / MPIA

Figura 12 – Exemplo de mapeamento em rascunho da interface

Desta forma, obtém-se a lista de departamentos, cada serviço dentro desses departamentos e cada unidade dos serviços existentes. Outros tipos de dados poderiam também ser apresentados como os da última coluna, correspondente a uma descrição da unidade. É também oferecida a possibilidade de edição destas instâncias, bem como a sua eliminação ou adição.

Após este ponto, verificou-se que seria mais útil a apresentação e manipulação desta informação numa estrutura de árvore, para evitar a presença constante de dados repetidos no ecrã e de grandes quantidades de dados numa única lista. Pelos motivos já referidos, o seguimento desta aplicação foi suspenso por aqui.

As dificuldades e obstáculos que se apresentaram nesta primeira aplicação serviram de preparação e aprendizagem para a aplicação seguinte, na área da gestão de topo.

5.2.2 Área cirúrgica

A aplicação correspondente à área cirúrgica traduziu-se na construção de uma plataforma de gestão de turnos do CHP. Com a superação das dificuldades na aplicação anterior e maior clareza definida pelos requisitos já apresentados, o desenvolvimento desta aplicação tornou-se mais objetivo.

Em primeiro lugar, foram analisados os requisitos, começando a construção da interface por aqueles com maior prioridade e que se revelavam mais acessíveis. Elaborou-se assim o cabeçalho da interface, onde é feita a seleção de salas operatórias por bloco hospitalar e a seleção de semanas por ano. Seguidamente, foi feita a integração do DayPilot Lite Calendar. Esta ferramenta foi fulcral para a estrutura da interface, já que grande parte do desenvolvimento se centrou em volta do mesmo. Apesar das limitações que a versão *Lite* que a ferramenta proporcionou, foi possível integrá-la com a base de dados e programar as ações de visualização, alteração, inserção e eliminação de turnos semanal diretamente no calendário.

Foram também criados os botões de navegação junto ao cabeçalho e construído o menu de replicação/eliminação de semanas. O último requisito de baixa prioridade relacionado com a geração de documentos PDF com a distribuição de turnos por semana não foi desenvolvido, devido a limitações do calendário DayPilot Calendar Lite. Após um estudo de abordagem a este requisito, foi considerada a geração de documentos PDF através do ITextSharp, uma ferramenta *open-source* baseada em Java para a geração e manipulação de documentos PDF. Apesar da sua utilização na geração de documentos PDF ter sido validada com a criação de documentos de texto, provou-se bastante complexo transferir os turnos semanais no formato do calendário semanal, isto porque não é possível chamar o calendário a partir do código da parte do servidor, devido a restrições da versão Lite do DayPilot Calendar. A alternativa seria construir um formato alternativo para a apresentação dos turnos no documento PDF, o que não seria tão intuitivo. Ainda assim, seria uma funcionalidade a desenvolver em trabalho futuro.

5.3 Ferramenta de gestão de turnos

Em conclusão do desenvolvimento, a ferramenta produzida neste trabalho é a plataforma de gestão de turnos, apresentando-se como alternativa à manutenção tradicional dos turnos, utilizada até este momento (ver na Figura 6).

O acesso a esta ferramenta é efetuado por acesso à plataforma AIDA-BI, através do *login* de utilizadores responsáveis pela área cirúrgica do CHP. Assim que se efetua a autenticação, é apresentado o cabeçalho inicial, como pode ser observado na Figura 13.



Figura 13 – Seleção de bloco na gestão de turnos

Para possibilitar a visualização de turnos no calendário, é necessário o utilizador preencher o cabeçalho de forma a fornecer a informação que é necessária para a geração do calendário, correspondente à sala e semana dos turnos em questão. Para isso, o utilizador começa por selecionar o bloco do CHP em que a sala se encontra (ver na Figura 13), e seguidamente especificar a sala em questão. As salas aqui apresentadas estão filtradas segundo o bloco que foi selecionado, como se observa no exemplo da Figura 14.



Figura 14 – Seleção de sala na gestão de turnos

Depois disto, basta selecionar o ano e a semana correspondente, onde são apresentadas todas as segundas feiras do ano, como é possível visualizar na Figura 15.

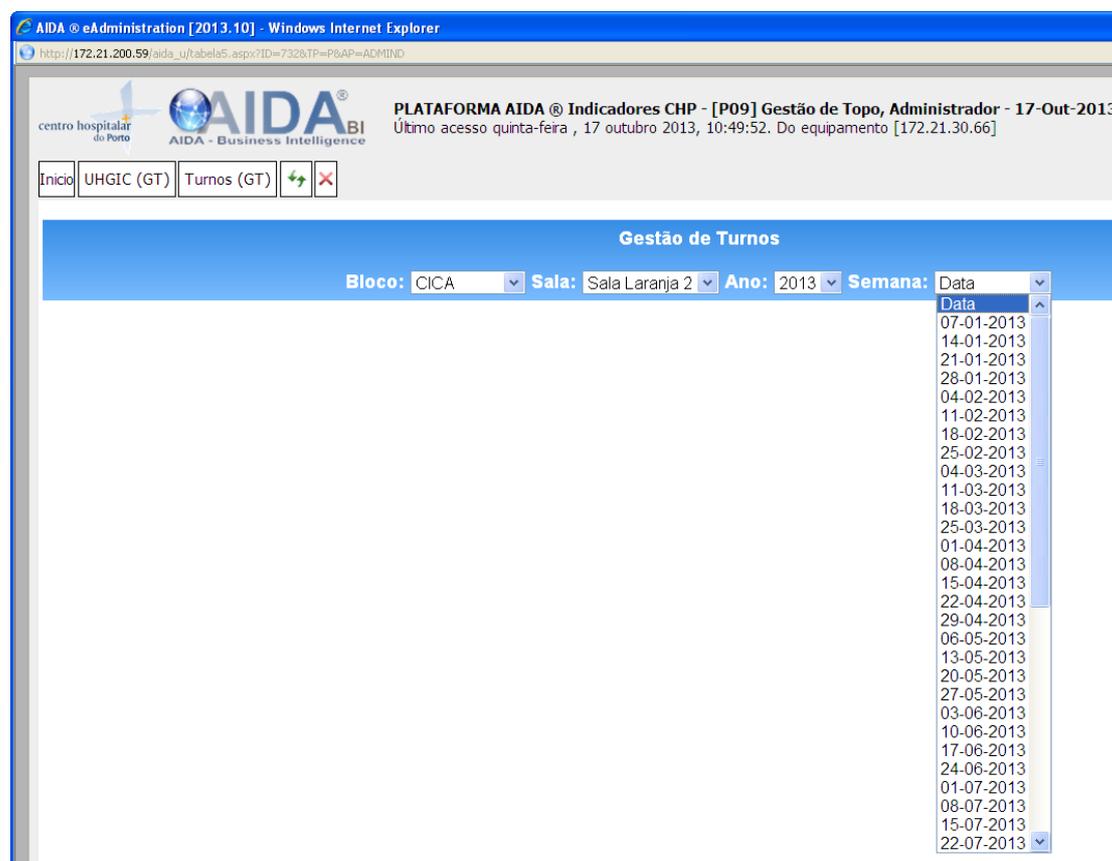


Figura 15 – Seleção de semana na gestão de turnos

Depois do preenchimento do cabeçalho, é efetuada uma extração da informação dos turnos com os filtros fornecidos. No exemplo da Figura 16, o sistema seleciona os turnos da Sala Laranja 2 na primeira semana de Abril de 2013, e daí são expostos os turnos dessa semana no calendário, contendo a informação sobre o seu horário e duração, e também a especialidade correspondente.

A imagem presente na Figura 16 corresponde assim à estrutura com que os utilizadores interagem a partir daí, visualizando e manipulando os turnos diretamente. É possível observar que surgem as setas de navegação entre semanas no canto superior direito do cabeçalho, e em baixo surge a informação distribuída pela estrutura do DayPilot Calendar. Na barra superior estão distribuídos os dias da semana de segunda-feira a sábado, já que ao domingo não devem ser inseridas marcações de turnos. Na barra do lado esquerdo encontra-se o horário de marcação válido, das 8 às 20 horas.

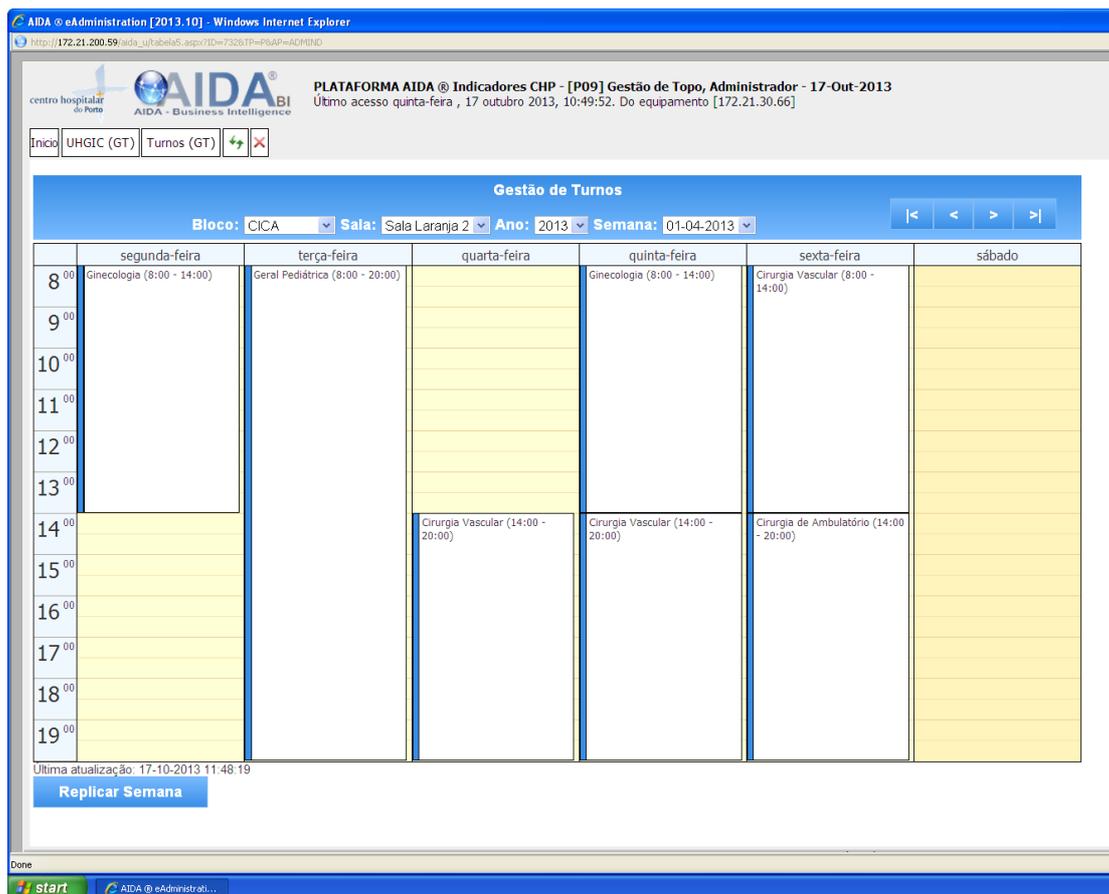


Figura 16 – Exemplo da visualização de turnos

É possível também observar a data da última atualização e uma ligação para o menu de replicação de semanas.

A inserção de novos turnos é feita pelo clique do rato numa célula livre. No caso da Figura 16, poder-se-ia criar um novo turno na segunda-feira de tarde, na quarta-feira de tarde, ou no sábado. Quando se efetua esta ação, é apresentado um menu, visível na Figura 17. Este menu tem em conta a célula que o utilizador selecionou, definindo previamente o dia da marcação e apresentando como tempo de início do turno a hora da célula selecionada tendo cada célula a precisão de 30 minutos. A duração pré-definida de um turno é de uma hora, logo, o tempo de fim apresentado no menu corresponde a uma hora após a hora de início. Tanto o campo do tempo de início como tempo de fim podem ser modificados manualmente.

Figura 17 – Menu de inserção de novo turno

Ainda no menu de inserção, é possível selecionar a especialidade, através de uma lista de especialidades filtrada de acordo com o bloco onde a sala está localizada. Existem também os 3 tipos de horários de marcação mais comuns:

- Marcação para o horário da manhã – das 9 às 14 horas;
- Marcação para o horário da tarde – das 14 às 20 horas;
- Marcação para o horário de todo o dia – das 9 às 20 horas.

Ao selecionar cada uma destas opções, o campo dos tempos de início e fim são modificados dinamicamente. Existe ainda a opção de marcar o turno em regime adicional, e após preencher este menu o utilizador pode inserir o turno.

Outras das opções no calendário é a modificação ou eliminação de um turno. Para isto, basta selecionar um dos turnos presente no calendário, correspondente às células preenchidas. Isto fará com que seja exibido o menu de edição/remoção, contendo os dados respetivos ao turno selecionado.

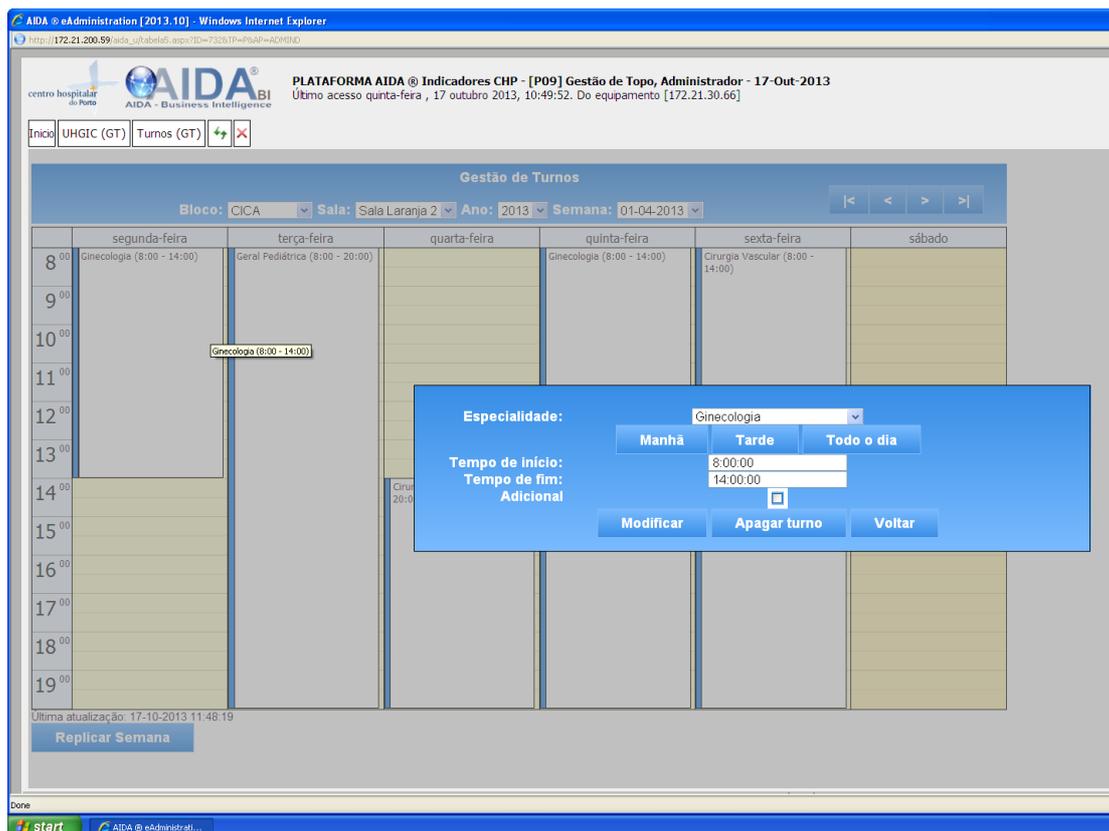


Figura 18 – Menu de edição/remoção de um turno

Como é possível observar na Figura 18, o menu de edição/remoção é bastante semelhante ao menu de inserção, pois os dados possíveis de modificar são os mesmos. A única diferença denota-se nas opções inferiores, que agora incluem o “Modificar” e “Apagar turno”. Nesta imagem, foi selecionado o turno correspondente à especialidade de Ginecologia, numa segunda-feira de manhã. Os dados correspondentes a essa seleção podem ser visualizados no menu, e aí alterados.

Outra das funcionalidades cumprida pelos requisitos é a replicação e eliminação de turnos por várias semanas. Para aceder a esta funcionalidade deve-se seleccionar a opção “Replicar Semana” no canto inferior esquerdo, que expõe o menu de replicação, observável na Figura 19.

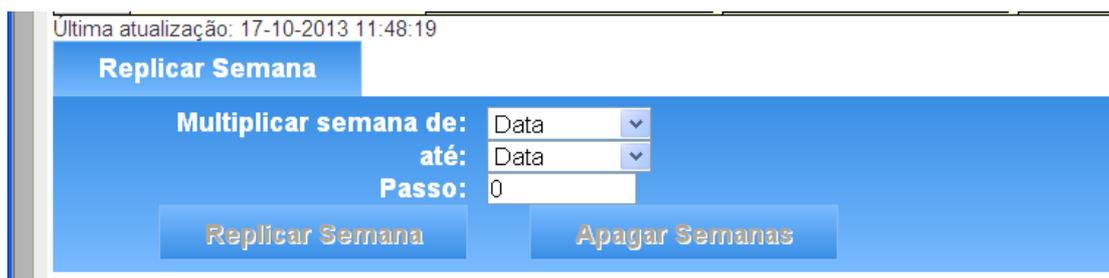


Figura 19 – Menu de replicação de turnos semanais

O utilizador que tira partido da funcionalidade de replicação deve ter sempre em conta a semana em que o calendário se encontra, o que pode visualizar na data apresentada no cabeçalho da página. Os turnos visualizados nessa semana serão aqueles replicados para as semanas que o utilizador seleccionar. Para isso, o utilizador tem de seleccionar a primeira e última semana do período em que pretende efetuar a replicação nos campos “Multiplicar semana de:” e “até:”, onde são apresentadas listas de todas segundas-feiras do ano em vigor. Para a funcionalidade de eliminação de semanas, o utilizador preenche os mesmos campos independentemente da semana apresentada no calendário. O campo “Passo:” corresponde à replicação ou eliminação de semanas alternadas, em que o utilizador preenche o número de semanas a não aplicar a ação seguidas àquela onde foram replicados ou eliminados os turnos. Por exemplo, se o utilizador pretende replicar os turnos presentes no calendário semana sim, semana não, o passo a preencher é 1.

Apesar de se considerar um protótipo, esta plataforma pretende assim oferecer uma maior funcionalidade e eficiência na gestão de turnos do CHP, e a integração da base de conhecimento no suporte da plataforma introduz um grande potencial na expansão e melhoramento da ferramenta em conjugação com o sistema de BI.

Capítulo 6

Conclusão

Com a aplicação do SBC à área cirúrgica através da ferramenta de gestão de turnos, valida-se assim a construção de um sistema inovador e a sua integração num ambiente hospitalar.

6.1 Análise de resultados

No desenvolvimento deste projeto houveram várias fases de sucesso e insucesso, recorrentes tanto no planeamento como na aplicação do sistema. Numa perspetiva geral, os objetivos iniciais do projeto foram parcialmente atingidos, devido à interrupção da aplicação do conceito à gestão de topo e da baixa complexidade da base de conhecimento. No entanto, os pontos principais de elicitação de conhecimento, criação de interfaces com o utilizador, criação de processos de manutenção automática de estruturas e aplicação do sistema à área da saúde foram estudados e executados com sucesso. Os requisitos estudados no planeamento de um SDW e um SBC são também cumpridos pelo sistema, que foi desenvolvido com base neles.

Os principais obstáculos encontrados durante este trabalho começaram pela integração das tecnologias como a base de dados Oracle 9i e a .NET Framework. O desconhecimento destas tecnologias levou algum tempo de aprendizagem sobre o seu domínio, e o mesmo aconteceu com a linguagem C#. Estes fatores provocaram atrasos na execução do projeto, um obstáculo que se denotou principalmente no início do desenvolvimento do sistema, quando foi iniciada a construção da aplicação à gestão de topo, a ferramenta de gestão organizacional. Durante este período, denotou-se também alguma dificuldade de objetividade na execução dos requisitos, o que complicou a conclusão da tarefa no prazo de execução já limitado pelos motivos anteriores. Os desafios que se seguiram a partir daí foram maioritariamente relacionados com a procura de uma ferramenta de calendarização (DayPilot Calendar Lite) e as limitações associadas à mesma, exigindo um trabalho extra à volta da ferramenta para que esta se

encaixasse aos requisitos formulados para a aplicação à área cirúrgica, a plataforma de gestão de turnos.

Não obstante as dificuldades, foi possível elaborar um sistema baseado em conhecimento, com uma base de dados baseada numa estrutura do SDW utilizada na plataforma AIDA-BI, aplicado a uma ferramenta de gestão de turnos no CHP. Como formulado pelos requisitos, este sistema permite a manipulação de turnos semanais com a assistência de uma interface interativa baseada num calendário de marcações. A manipulação destes turnos é feita com definição de todos os dados respetivos ao ambiente hospitalar, processando toda a informação não relevante automaticamente. A distribuição semanal de turnos é apresentada numa estrutura apelativa e acessível, ao contrário da tradicional visualização e manipulação em folhas de cálculo. A base de conhecimento e núcleo do sistema cobrem todo o processo de transformação e armazenamento de dados segundo a estrutura pré-definida.

Como o desenvolvimento da aplicação à área cirúrgica teve um acompanhamento próximo e constante da parte dos responsáveis da gestão de turnos, a validação do sistema da sua parte foi efetuada progressivamente. Tanto o levantamento de requisitos por entrevista e validação da aplicação por questionários não foram efetuados por esta razão, bem como pelo fato de os utilizadores com permissão para a utilizar ferramenta serem em muito baixo número. No entanto, existe ainda bastante trabalho de desenvolvimento e análise que pode ser efetuado em volta desta aplicação, o que abre um leque de oportunidades para trabalho futuro.

6.2 Contributo

Em termos de investigação, o desenvolvimento deste projeto foi útil pelo desenvolvimento de um sistema relativamente inovador, com a aplicação de técnicas de conhecimento à gestão de estruturas multidimensionais. Isto possibilitará a implementação de sistemas baseados no mesmo conceito em várias áreas de aplicação diferentes.

A ferramenta de gestão de turnos desenvolvida para a área cirúrgica representa, como produto, o maior contributo para o Centro Hospitalar do Porto, servindo como uma alternativa à gestão de turnos tradicional. A interface encontra-se neste momento em

fase de testes para prevenção de erros e melhorias de segurança. A eficácia do sistema será continuamente melhorada pela manutenção da base de conhecimento, que potenciará a complexidade e utilidade do sistema no futuro.

Em termos pessoais, este projeto foi bastante enriquecedor na perspetiva da aprendizagem de conceitos em bases de conhecimento e *Data Warehousing*. A componente prática na integração de tecnologias e desenvolvimento na .NET Framework foi também vantajosa e certamente útil para o futuro profissional.

6.3 Trabalho futuro

O trabalho desenvolvido neste projeto coloca-se sobretudo como uma base para o potencial de utilidade deste tipo de sistemas. Isto faz com que haja uma componente forte de trabalho futuro, tanto na ferramenta da gestão de turnos, como no desenvolvimento do conceito em áreas paralelas.

Na ferramenta de gestão de turnos, o trabalho na base de conhecimento é um aspeto fundamental e por isso deve ser mantido com a adição de regras e aumento da eficiência dos comandos da base de dados. A base de conhecimento deve também ser atualizada segundo as modificações que possam ocorrer no ambiente da plataforma AIDA-BI. Seguem-se algumas sugestões concretas para o trabalho futuro na ferramenta de gestão de turnos:

- Finalização da funcionalidade de criação de documentos PDF com marcações semanais de turnos por salas e semanas definidas, completando a lista de requisitos definida inicialmente pelos responsáveis da gestão de turnos;
- Melhoramento da componente visual da interface, já que o *design* é um aspeto importante da apelatividade ao utilizador, respeitando sempre as formatações da interface da AIDA-BI;
- Avaliação de usabilidade de interface, elaborando uma série de testes com a participação de utilizadores;
- Adição de novas funcionalidades requeridas pelos utilizadores, caso encontrem necessidades adicionais que complementem a utilidade da ferramenta de gestão de turnos;

- Manutenção da base de conhecimento e desenvolvimento de funcionalidades a partir da mesma, para garantir uma maior eficácia, eficiência e durabilidade do sistema;
- Avaliação de erros e desempenho da ferramenta, para assegurar a estabilidade do sistema e evitar problemas relacionados com a sua utilização;
- Aplicação de técnicas de extração de conhecimento que permitam avaliar uma maior automatização na marcação de turnos, facilitando e automatizando ainda mais a tarefa de gestão de turnos, ou possibilitando a sugestão de marcações inteligentes.

Em termos de aplicações do sistema em áreas paralelas, o trabalho futuro a desenvolver seria primeiramente na área de gestão de topo, formulando corretamente a plataforma de gestão organizacional, já que neste projeto não foi possível completar essa aplicação. É também uma hipótese a aplicação deste conceito para o auxílio à gestão de estruturas de informação não só na área de saúde ou do CHP, mas também a órgãos de gestão de qualquer área que trabalhe com estruturas de dados complexas.

Bibliografia

- [1] T. Mettler , V. Vimarlund, “Understanding Business Intelligence in the Context of Health Care” , *Health Informatics Journal* , 2009 , vol. 15, no. 3 , pp. 254–264.
- [2] J. Machado , M. Miranda , P. Gonçalves , A. Abelha , J. Neves , A. Marques, “AIDATrace - Interoperation Platform for Active Monitoring in Healthcare Environments” , *Industrial Simulation Conference* , 2010.
- [3] J. Machado , A. Abelha , J. Neves , M. Santos, “Ambient intelligence in medicine” , *2006 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference* , Nov. 2006 , pp. 94–97.
- [4] A. Abelha , J. Machado , V. Alves , J. Neves, “Health Data Management in the Medical Arena” , *WSEAS Transactions on Computers* , 2004 , vol. 3, no. 6 , pp. 1109–2750.
- [5] A. Abelha , J. Machado , V. Alves , J. Neves, “Data warehousing through multi-agent systems in the medical arena” , em *International Conference on Knowledge Engineering and Decision Support* , 2004.
- [6] R. Kimball , M. Ross, *The Data Warehouse Toolkit* , Second Edi. John Wiley & Sons, Inc. , 2002 , p. 421.
- [7] T. R. Sahama , P. R. Croll, “A Data Warehouse Architecture for Clinical Data Warehousing” , em *ACSW '07 Proceedings of the fifth Australasian symposium on ACSW frontiers* , 2007 , vol. 68 , pp. 227–232.
- [8] E. Turban , R. Sharda , D. Delen, *Decision Support and Business Intelligence Systems* , Ninth Edit. Prentice Hall , 2011 , p. 696.
- [9] W. H. Inmon, *Building the Data Warehouse* , Fourth Edi. Wiley Publishing, Inc. , 2005 , p. 543.
- [10] S. Chaudhuri , U. Dayal, “An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology” , *ACM SIGMOD Record* , 1998 , vol. 26, no. 1 , p. 10.
- [11] V. N. C. dos Santos, “Projecto e Implementação de Sistemas de Data Warehousing” , Tese de Mestrado , Universidade do Minho , 2004 , p. 172.
- [12] J. Vaz de Oliveira e Sá, “Metodologia de Sistemas de Data Warehouse” , Tese de Doutorado , Universidade do Minho , 2009 , p. 400.
- [13] D. L. Moody , M. A. R. Kortink, “From Enterprise Models to Dimensional Models : A Methodology for Data Warehouse and Data Mart Design” , em *Proceedings of the International Workshop on Design and management of Data Warehouses* , 2000 , vol. 2000 , pp. 1–12.
- [14] S. Rezende , J. Pugliesi , F. Varejão, “Capítulo 2 - Sistemas Baseados em Conhecimento” , em *Sistemas Inteligentes*, Manole , 2003 , p. 49.
- [15] N. Bassiliades , I. Vlahavas , A. K. Elmagarmid , E. N. Houstis, “InterBase-KB: Integrating a Knowledge Base System with a Multidatabase System for Data Warehousing” , *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* , Sep. 2003 , vol. 15, no. 5 , pp. 1188–1205.
- [16] R. Sabherwal , I. Becerra-Fernandez, *Business Intelligence*. John Wiley and Sons , 2010 , p. 304.

- [17] T. A. M. Spil , R. A. Stegwee , C. J. A. Teitink, “Business Intelligence in Healthcare Organizations” , em *Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences* , 2002 , vol. 00, no. c , p. 9.
- [18] V. Alves , J. Machado , A. Abelha , P. Novais , C. Analide, “A web-based collaboration approach for teaching in medicine” , 2006.
- [19] H. F. R. da Costa, “Gestão dos Fluxos de Transporte na Urgência Hospitalar” , Tese de Mestrado , Universidade do Minho , 2011 , p. 141.
- [20] R. Baylis , K. Rich , J. Fee, *Oracle9i - Database Administrator's Guide, Release 1 (9.0.1)* , vol. 1, no. June. 2001 , p. 980.
- [21] “ASP.NET AJAX Control Toolkit” , *CodePlex - Project Hosting for Open Source Software*. [Online]. Disponível em: <http://ajaxcontroltoolkit.codeplex.com/>. [Acedido a: 20-Oct-2013].
- [22] Telerik, “RadScheduler.” [Online]. Disponível em: <http://www.telerik.com/products/aspnet-ajax/scheduler.aspx>. [Acedido a: 24-Oct-2013].
- [23] DevExpress, “Calendar and Scheduling Controls for .NET.” [Online]. Disponível em: <http://demos.devexpress.com/ASPxSchedulerDemos/Default.aspx>. [Acedido a: 24-Oct-2013].
- [24] DayPilot, “DayPilot for ASP.NET WebForms.” [Online]. Disponível em: <http://www.daypilot.org/>. [Acedido a: 24-Oct-2013].
- [25] DHX, “Scheduler .NET.” [Online]. Disponível em: <http://scheduler-net.com/>. [Acedido a: 24-Oct-2013].

Anexos

Anexo 1 – Caderno de requisitos

Requisitos do núcleo do sistema

Requisito 1	Execução das regras da base de conhecimento		
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade do núcleo do sistema	
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para o núcleo do sistema	
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	O utilizador acede à interface de aplicação e efetua ações.	A interface apresenta um ambiente de interação com o utilizador, onde são apresentadas informações e permitidas manipulações de dados. Estas manipulações podem traduzir-se em ações de inserção, alteração ou remoção de dados.	Utilizadores com acesso à interface de aplicação.
2	O núcleo do sistema identifica a ação e procede à execução das regras.	A cada ação efetuada, o núcleo do sistema procede à execução das regras presentes base de conhecimento para extração de informação.	Núcleo do sistema.
Informação complementar			

Requisito 2	Transformação de dados para a plataforma AIDA-BI	
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade do núcleo do sistema
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para o núcleo do sistema
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional

#	Ação	Regra	Domínio
1	O núcleo do sistema recolhe os dados provenientes de ações.	A cada inserção, alteração, ou remoção de dados, o núcleo recolhe os dados necessários correspondentes aos dados do AIDA-BI.	Núcleo do sistema.
2	Quando necessário, o núcleo do sistema procede à transformação dos dados segundo os parâmetros da base de dados do AIDA-BI.	Após reunidos os dados, presentes nas tabelas da base de dados do sistema baseado em conhecimento, o núcleo efetua a transformação desses dados conforme a estrutura das tabelas da base de dados do AIDA-BI.	Núcleo do sistema.

Informação complementar

A transformação de dados é fundamental para o mantimento da estrutura das tabelas no AIDA-BI, não afetando assim o seu funcionamento. Esta transformação pode ser ou não necessária conforme a estrutura dos dados em causa. Uma alternativa passa também pela inserção de regras de transformação de dados na base de conhecimento.

Requisitos da interface da gestão de turnos

Requisito 1	Visualização semanal de marcações de especialidade em calendário		
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	O utilizador acede à interface e efetua a seleção de parâmetros.	A interface apresenta um conjunto de opções para selecionar a informação que o utilizador deseja visualizar no calendário.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
2	A plataforma obtém as opções e filtra as marcações a apresentar no calendário.	A cada opção selecionada, o sistema efetua uma filtragem dos dados necessários na base de dados.	Plataforma da gestão de turnos.
3	O calendário é apresentado ao utilizador com as marcações.	O sistema reúne a informação filtrada e expõe as marcações correspondentes no calendário. É também apresentada a hora e data da última atualização da semana visualizada.	Plataforma da gestão de turnos.
Informação complementar			
Esta é uma funcionalidade fundamental pois permite ao utilizador obter uma visão concreta da ocupação de uma sala durante uma semana específica.			

Requisito 2		Seleção de salas por bloco	
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	Após selecionado um bloco do CHP, o utilizador seleciona uma sala existente nesse bloco.	A interface apresenta uma lista dos blocos existentes no CHP. Após o utilizador ter selecionado um, o sistema filtra as salas correspondentes a esse bloco e disponibiliza uma lista ao utilizador.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
Informação complementar			
Esta funcionalidade deve ser integrada no processo de visualização de marcações no calendário.			

Requisito 3		Seleção de especialidades por bloco	
Prioridade	<input type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	A plataforma filtra as especialidades praticadas em cada bloco do CHP.	Após o utilizador ter selecionado o bloco na interface, a lista de especialidades disponibilizada para inserção e modificação de marcações deve ser correspondente àquelas praticadas nesse bloco.	Plataforma da gestão de turnos.
Informação complementar			
Esta funcionalidade é útil para evitar a colocação de especialidades em blocos onde as mesmas não são praticadas.			

Requisito 4	Seleção de semanas por ano		
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	Após selecionado o ano, o utilizador seleciona a semana nesse ano que pretende visualizar.	A interface apresenta uma lista de anos listados na base de dados. Após o utilizador ter selecionado um, o sistema filtra as semanas correspondentes a esse ano e disponibiliza uma lista ao utilizador.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
Informação complementar			
Esta funcionalidade deve ser integrada no processo de visualização de marcações no calendário.			

Requisito 5	Navegação entre semanas		
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	Após ter efetuado o processo de visualização, o utilizador pode navegar entre semanas, visualizando as marcações correspondentes na presente sala.	O utilizador deve ter acesso fácil à semana anterior e posterior àquela presente na visualização. O acesso a outras semanas deve ser também disponibilizado. A hora e data da última atualização deve ser apresentada corretamente, mudando de semana para semana.	Plataforma da gestão de turnos.
Informação complementar			
Esta funcionalidade é fundamental para a boa usabilidade da interface.			

Requisito 6		Criação de marcações no calendário	
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	Após ter efetuado o processo de visualização, o utilizador insere uma nova marcação para a sala correspondente.	O calendário oferece a possibilidade de inserção direta de novas marcações pelo preenchimento de um horário vago na sala especificada.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
2	O utilizador preenche os dados na nova marcação.	A inserção de marcações requiere um conjunto de informação associada, que é apresentada pela interface e editável pelo utilizador. Os dados correspondem ao tempo e horário da marcação, a especialidade correspondente e o regime (normal ou adicional). O horário da marcação deve ter em conta os tempos mais comuns, como a manhã, tarde, ou todo o dia. A plataforma não cria novas marcações se o dia correspondente for um Domingo ou feriado.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
3	A nova marcação é registada na base de dados e apresentada no calendário.	A plataforma recolhe os dados submetidos e compila o registo da nova marcação na base de dados. O registo é composto por todas as informações fornecidas pelo utilizador bem outras necessárias para as funcionalidades do sistema. A nova marcação é apresentada de imediato no calendário visualizado pelo utilizador. A cada nova marcação, a hora e data da última atualização da semana é atualizada.	Plataforma da gestão de turnos.
Informação complementar			

Requisito 7 Eliminação de marcações no calendário

Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional

#	Ação	Regra	Domínio
1	Após ter efetuado o processo de visualização, o utilizador elimina uma marcação apresentada no calendário.	O calendário oferece a possibilidade de eliminação de uma marcação pela seleção da mesma no calendário.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
2	A marcação selecionada é removida da base de dados e eliminada no calendário.	A plataforma procura, na base de dados, o registo correspondente à marcação selecionada, eliminando-o. A marcação desaparece também no calendário visualizado pelo utilizador. A cada eliminação de uma marcação, a hora e data da última atualização da semana é modificada.	Plataforma da gestão de turnos.

Informação complementar

--

Requisito 8 Modificação de marcações no calendário

Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional

#	Ação	Regra	Domínio
1	Após ter efetuado o processo de visualização, o utilizador modifica uma marcação apresentada no calendário.	O calendário oferece a possibilidade de modificação direta de marcações pela seleção de uma marcação presente no calendário e modificação dos dados apresentados.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
2	O utilizador modifica os dados da marcação.	Os dados da marcação são apresentados e ficam disponíveis para edição. Os dados correspondem ao tempo e horário da marcação, a especialidade correspondente e o regime (normal ou adicional). O horário da marcação deve ter em conta os tempo mais comuns, como a manhã, tarde, ou todo o dia.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
3	A marcação editada é registada na base de dados e apresentada no calendário.	A plataforma recolhe os dados modificados e compila o registo da nova marcação na base de dados. O registo é composto por todas as informações fornecidas pelo utilizador bem outras necessárias para as funcionalidades do sistema. A marcação modificada é apresentada de imediato no calendário visualizado pelo utilizador. A cada modificação das marcações presentes no calendário, a hora e data da última atualização da semana é atualizada.	Plataforma da gestão de turnos.

Informação complementar

--

Requisito 9	Replicação de marcações semanais	
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional

#	Ação	Regra	Domínio
1	O utilizador replica as marcações da semana apresentada no calendário.	A plataforma oferece a possibilidade de replicar a semana visualizada no calendário. O utilizador define a data de início e a data de fim da replicação, bem como o passo, que marca de quantas em quantas semanas a replicação é feita. O passo pré-definido (0) permite que a replicação seja feita em todas as semanas nesse período.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
2	A plataforma regista as marcações de cada dia e replica-as no período semanal definido pelo utilizador.	A plataforma recolhe os dados de cada marcação a cada dia da semana apresentada no calendário e insere novos registos em cada semana do período de replicação, segundo o passo definido. A plataforma replica assim as marcações da semana visualizada, excetuando os dias de feriado. Desta forma as marcações criadas estarão disponíveis para visualização se o utilizador as consultar. A cada semana que foi replicada, a correspondente data da última atualização é atualizada na base de dados.	Plataforma da gestão de turnos.

Informação complementar

A semana a replicar pode encontrar-se antes, depois, ou entre as datas de início e fim da replicação. O passo correspondente a zero permite a replicação em todas as semanas do período definido. A partir daí o passo é referente ao número de semanas de intervalo em que a replicação é feita. Exemplos:

Passo = 1 -> Replicação semana sim, semana não.

Passo = 2 -> Replicação semana sim, duas semanas não.

Requisito 10	Eliminação de marcações semanais	
Prioridade	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma
	<input type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional

#	Ação	Regra	Domínio
1	O utilizador elimina as marcações das semanas num período definido.	A plataforma oferece a possibilidade de eliminar as semanas num período definido de tempo. O utilizador define a data de início e a data de fim da eliminação, bem como o passo, que marca de quantas em quantas semanas a eliminação é feita. O passo pré-definido (0) permite que a eliminação seja feita em todas as semanas nesse período.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
2	A plataforma apaga as marcações de cada semana no período semanal definido pelo utilizador.	A plataforma elimina o registo das marcações a cada dia da semana do período de replicação, segundo o passo definido. A cada semana em que as marcações foram eliminadas, a hora e data da última atualização da semana é atualizada na base de dados.	Plataforma da gestão de turnos.

Informação complementar

O passo correspondente a zero permite a eliminação em todas as semanas do período definido. A partir daí o passo é referente ao número de semanas de intervalo em que a eliminação é feita. Exemplos:

Passo = 1 -> Eliminação semana sim, semana não.

Passo = 2 -> Eliminação semana sim, duas semanas não.

Requisito 11	Geração de PDF com marcações semanais		
Prioridade	<input type="checkbox"/>	Alta - Requisito essencial para a funcionalidade da plataforma	
	<input type="checkbox"/>	Média - Requisito com potencial útil para a plataforma	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Baixa - Requisito de pouca relevância ou opcional	
#	Ação	Regra	Domínio
1	O utilizador gera um PDF contendo as marcações das semanas num período definido.	A plataforma oferece a possibilidade de gerar um documento PDF com as marcações das semanas num período definido de tempo. O utilizador define a data de início e a data de fim das semanas que deseja obter.	Administração responsável pela gestão de turnos com acesso à interface.
2	A plataforma reúne as marcações de cada semana no período semanal definido pelo utilizador.	A plataforma reúne o registo das marcações a cada dia da semana do período de replicação.	Plataforma da gestão de turnos.
3	A plataforma cria um novo documento com a informação correspondente.	Com o registo das marcações correspondentes às semanas definidas, a plataforma constrói um novo documento PDF com as marcações apresentadas num formato acessível ao utilizador. O documento pode então ser visualizado, imprimido ou guardado pelo utilizador.	Plataforma da gestão de turnos.
Informação complementar			