

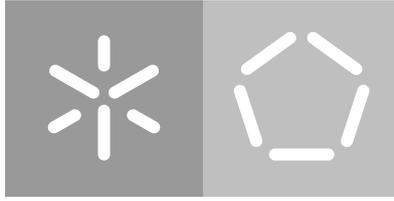
Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Informática

Carlos Vasco Pinheiro da Costa Abelha

**Sistema de Apoio à Decisão
na Área de Nutrição**



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Informática

Carlos Vasco Pinheiro da Costa Abelha

**Sistema de Apoio à Decisão
na Área de Nutrição**

Master dissertation

Master Degree in Computer Science

Dissertation supervised by

Professor Doutor José Manuel Ferreira Machado

December 2018

AGRADECIMENTOS

Parece que chegou a hora! Conclui mais uma etapa da minha vida. Não posso finalizar sem deixar agradecimentos merecidos a todos aqueles que tornaram possível a concretização deste projeto. Em primeiro lugar, gostaria de expressar toda a minha gratidão ao meu orientador, o Professor Doutor José Machado, por toda a sua disponibilidade e o apoio prestado ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Gostaria ainda de deixar um agradecimento ao Hospital da Misericórdia de Vila Verde, mais concretamente ao Serviço da Cantina Social, pelo apoio que me foi facultado e pela oportunidade dada para desenvolver o meu trabalho nos seus estabelecimentos.

Por fim, um agradecimento especial à minha família, que sempre me ofereceu ao longo de todo este percurso repleto de bons e de maus momentos, mas fazem parte da vida.

ABSTRACT

Over the past few years the use of information technology(IT) and computer applications have been distributed among various sectors, including food distributors. The reason for this to be happening is the capability of technology to transform and improve radically the quality of the service of a company. The main objective of food retail/food distribution companies in healthcare, as well as social services, is the ability to provide the best service to its patients and the capability to deliver high quality meals, while reducing the costs and the waste involved on this long process. Therefore, for this to happen, decisions need to be made as fast and effective as possible. This being the case, for a bright future of an IT in the food distribution sector it is required the development of systems capable of managing all the resources, providing a better service and a greater satisfaction among users, through the use of customized meal plans, focusing on quality. Hereupon, in the context of this master's dissertation, the aim of this present work was develop and explore Web Information Systems to support decisions making process in nutrition. Thus, it includes the development of a Web platform that works as a Information system for a food retail institution and as a decision support system that creates meal plans for all its clients taking into account detailed information present in the organization.

The tools were designed in order to help the administration of Cantina Social do Hospital da Misericordia de Vila Verde in their daily work.

RESUMO

Nos últimos anos, o uso de tecnologia da informação (TI) e aplicativos de computador foram distribuídos entre vários setores, incluindo distribuidores de refeições. A causa para isso acontecer deve-se à capacidade da tecnologia transformar e melhorar radicalmente a qualidade do serviço de uma empresa.

O principal objetivo das organizações de produção e distribuição de refeições na área da saúde, bem como nos serviços de ação social é oferecer o melhor serviço aos seus utentes e garantir a entrega de refeições de boa qualidade, reduzir os custos associados e desperdícios desnecessários ao longo de todo o processo. Assim, para que isso aconteça, as decisões devem ser tomadas rapidamente e de forma eficaz. Portanto, acredita-se que o futuro verdadeiramente bem-sucedido de uma TI no setor de distribuição de refeições poderia ser alcançado através da implementação de sistemas capazes de gerir todos os recursos, potenciando um melhor serviço e uma maior satisfação dos utentes, com um planeamento de refeições personalizadas, focado sempre na qualidade.

No contexto desta dissertação de mestrado, o objetivo deste trabalho foi desenvolvimento e implementação de sistemas de informação Web para o apoio à decisão na área da nutrição. Assim, o projeto inclui o desenvolvimento de uma plataforma Web suportada por um sistema de informação para uma organização de produção e distribuição de refeições e como um sistema de apoio à decisão para a criação dos planos de refeição para todos os seus utentes, tendo em consideração todas as informações recolhidas nos diferentes sistemas de informação existentes na organização.

As ferramentas foram concebidas de forma a auxiliar a administração da Cantina Social do Hospital da Misericórdia de Vila Verde no seu trabalho diário.

CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Motivação	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Estrutura do Documento	4
2	ESTADO DE ARTE	6
2.1	Introdução	6
2.2	Sistemas de informação nas organizações de produção e distribuição de refeições	7
2.3	Sistemas de Suporte à Decisão	7
2.4	Sistemas de Suporte a decisão baseados em Conhecimento	9
2.5	Rede Neuronal Artificial em SSD	9
2.5.1	Arquitetura	9
2.5.2	Vantagens/Desvantagens	11
2.5.3	Soluções no mercado	11
2.6	Case-Based Reasoning em SSD	12
2.6.1	Arquitetura	12
2.6.2	Soluções no mercado	14
2.7	Árvores de Decisão em SSD	14
2.7.1	Arquitetura	14
2.7.2	Vantagens/Desvantagens	16
2.7.3	Soluções no mercado	17
3	METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E TECNOLOGIAS	18
3.1	Introdução	18
3.2	Metodologia Design Science Research	19
3.3	Modelo Cliente-Servidor	20
3.4	<i>Fuzzy Logic</i>	21
3.5	Servidor	21
3.5.1	Padrão SAGA	21
3.5.2	Node.JS	22
3.5.3	Express	22
3.5.4	Mysql	23
3.5.5	JSON Web Token	23
3.6	Modulo Cliente	23

3.6.1	Redux	23
3.6.2	Redux SAGA	25
3.6.3	React	25
3.7	Metodologia de prova de conceito	26
4	SISTEMA DE INFORMAÇÃO ALIMENTAR	27
4.1	Introdução	27
4.2	Definição do problema e motivação	28
4.3	Definição dos objetivos da solução	28
4.4	Desenho e Desenvolvimento	29
4.5	Conclusão e trabalho Futuro	32
5	PLANO ALIMENTAR INTELIGENTE	33
5.1	Introdução	33
5.2	Definição do problema e Motivação	34
5.3	Definição dos requisitos	35
5.4	Desenvolvimento do componente	37
5.5	Discussão dos resultados	39
5.6	Conclusão	39
6	PROVA DE CONCEITO	41
6.1	Introdução	41
6.2	Análise SWOT	42
6.2.1	Enquadramento Teórico	42
6.2.2	Gestor de planos alimentar	43
7	CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO	45
7.1	Principais Contribuições	45
7.2	Trabalho Futuro	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura de um SSD	8
Figura 2	Neurónio artificial[37]	10
Figura 3	Ciclo Case-Based Reasoning[1]	13
Figura 4	Árvore de Decisão	15
Figura 5	Representação esquemática da Metodologia de Investigação <i>Design Science Research</i> [33]	19
Figura 6	Combinação de uma SAGA API com um backend	22
Figura 7	Mudança de estado em ambiente Redux	24
Figura 8	Fluxo do modelo redux-SAGA	25
Figura 9	Fluxograma do Sistema de Apoio à Decisão	38

INTRODUÇÃO

Este projeto realizado no âmbito da Dissertação de mestrado em Engenharia Informática da Universidade do Minho, tem como objetivo final a implementação de duas valências disponibilizadas numa plataforma web. A primeira consiste na elaboração de uma ferramenta vocacionada para a gestão dos recursos destinados à construção de planos alimentares, ou seja, o registo de uma ementa orientada aos diferentes tipos de utentes, tais como creche, lar de idosos e todos os sectores hospitalares, tendo em conta as necessidades calóricas específicas, o despiste de alergénicos, os valores nutricionais ajustados às diferentes faixas etárias. A segunda valência tem como objetivo o cálculo automática do custo de cada ementa, sempre orientada aos diferentes tipos de utentes. No presente capítulo vai ser contextualizado e enquadrado todo o trabalho desenvolvido, bem como a motivação/necessidade, enumerados todos os objetivos de base. Na parte final, é apresentada a estrutura do documento.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O progresso e a evolução das novas tecnologias da informação têm tido nos últimos anos, importantes repercussões no quotidiano de cada indivíduo, sendo a inteligência artificial aquela que mais se destaca.

Partindo deste pressuposto e tendo em conta o objeto de estudo nesta dissertação, a nutrição é uma das áreas que mais pode beneficiar com a criação de novas aplicações inteligentes. Esta nova abordagem proporciona uma organização mais disciplinada e uma melhor monitorização das diferentes áreas de aplicação. Atualmente recorre-se cada vez mais a empresas especializadas na confecção e distribuição de refeições. A maioria das aplicações existentes no mercado apresentam funcionalidades orientadas para a disposição de informação - criação de planos alimentares, dietas. Outras aplicações estão mais orientadas para a gestão dos recursos alimentares e a possibilidade de criar esboços de planos alimentares.

As ferramentas orientadas para este tipo de processos de gestão tendo em conta a gestão dos custos envolvidos e os valores nutricionais em contexto empresarial, poderiam influenciar positivamente todos os intervenientes, potenciando um incremento na qualidade nos

serviços, aumentando desta forma a confiança dos clientes, permitindo melhorar toda a gestão dos recursos envolvidos e respetivos custos associados.

1.2 MOTIVAÇÃO

No presente o foco das empresas que trabalham na área de nutrição tem como principal objetivos adaptar as dietas aos indivíduos de forma a melhorar a sua qualidade de vida. No entanto, os custos envolvidos na criação de uma dieta, na construção de plano alimentar específica para um indivíduo são elevados.

O plano alimentar deve incorporar a informação relevante para uma dieta específica. O acesso a esta informação permite ao cliente uma análise mais detalhada das suas necessidades e dos riscos associados. Outro aspeto importante e essencial é poder disponibilizar este tipo de informação em contexto empresarial, melhorando desta forma a qualidade do serviço, proporcionando refeições de melhor qualidade e um maior benefício para os utentes que delas beneficiam.

Relativamente à prescrição de dietas, o método tradicional normalmente mais rápido, mas devido ao fato de ser formatado não está adaptado a necessidades específicas, podendo muitas vezes, provocar erros, aumentando dessa forma os custos de exploração. A existência de uma ferramenta capaz de gerar de forma automática uma dieta tendo em conta o contexto individual e/ou coletivo, seria uma mais valia, não só por aumentar a satisfação dos utentes, mas também por melhorar os resultados da organização.

A principal motivação do desenvolvimento deste projeto reside na gestão, exploração e criação automática de planos alimentares de uma forma integrada para proporcionar planos diferenciados aos diferentes tipos de utentes, uma melhor gestão dos recursos e disponibilizando ferramentas de avaliação contínua da qualidade do serviço prestado.

A plataforma web desenvolvida no âmbito deste projeto tem como principal objetivo a integração do conhecimento existente sobre nutrição num sistema inteligente, potenciando a geração automática de planos de alimentação, vulgo ementas, conforme a necessidade específica cada indivíduo ou grupos, tendo em conta fatores demográficos, ex: idade, sexo, etc., bem como o seu estado clínico, interoperando sempre que necessário com outros sistemas existentes na organização. O sistema desenvolvido será testado na gestão e distribuição de todo o processo de atribuição de refeições nas diferentes valências proporcionadas à comunidade pela Santa Casa da Misericórdia de Vila Verde.

1.3 OBJETIVOS

Como referido anteriormente, o principal objetivo é o desenvolvimento e implementação de um sistema de informação para apoio à decisão e gestão de todo o processo de concepção

e distribuição de refeições da instituição, isto é, uma ferramenta web dinâmica e versátil que inclui entre outras funcionalidades, um módulo de gestão, onde estarão representados todos dados pertinentes para o processo em estudo, e um sistema de apoio à decisão para auxiliar todos intervenientes nos diferentes estágios do processo alvo de estudo.

Assim, esta dissertação divide-se em duas categorias distintas: desenvolvimento de sistema de informação, que possibilite aos intervenientes uma gestão correta dos recursos, e o desenvolvimento de uma componente de apoio à decisão, que permita sugerir para cada situação a solução mais adequada.

No contexto deste projeto de dissertação surgiram as seguintes questões de investigação:

- Questão de Investigação nº 1: A promoção e implementação de um sistema de informação que possua um módulo de suporte à decisão na Cantina Social do Hospital da Misericórdia de Vila Verde e, pode permitir a redução de uma forma considerável dos desperdícios de tempo e recursos da instituição?
- Questão de investigação nr 2: O uso de um sistema de apoio à decisão capaz de auxiliar os profissionais de nutrição no planeamento de refeições pode ajudar a proporcionar um melhor serviço?
- Questão de investigação nr 3: De que forma se pode auxiliar e simplificar o trabalho dos profissionais da Cantina Social do Hospital da Misericórdia de Vila Verde, aumentar a sua produtividade e flexibilizar o processamento de refeições para os tipos de utentes?
- Questão de investigação nr 4: Qual é a viabilidade, a utilidade e a usabilidade das ferramentas propostas?

Para responder a estas questões destacam-se os seguintes objetivos:

- Levantamento de requisitos a nível técnico no desenho e desenvolvimento de um Sistema de Informação;
- Levantamento de requisitos a nível técnico no desenho e desenvolvimento de um módulo de apoio à decisão;
- Levantamento de requisitos a nível técnico no desenvolvimento de regras no qual o módulo de apoio à decisão se vai basear;
- Escolha das metodologias e tecnologias envolvidas no desenho e desenvolvimento da aplicação web;
- Desenho e desenvolvimento de um sistema de informação com diversos módulos, componentes e funcionalidades, cuja arquitetura seja dinâmica para potenciar uma rápida adaptação a diferentes casos práticos;

- Estudo e criação de um *Data warehouse* para armazenamento de informação pertinente;
- Implementação do sistema desenvolvido numa máquina de produção do Hospital da Misericórdia de Vila Verde;
- Análise crítica e discussão dos resultados;
- Realização de uma prova de conceito à ferramenta desenvolvida(ver Capítulo 6);
- Formulação de propostas de alteração e de melhoria de modo a promover a contínua desenvolvimento e expansão da ferramenta desenhada.

Deste modo, os objetivos que determinam todo o estudo podem também ser vistos como questões de investigação, que servem de guia ao processo de resolução de todo o estudo apresentado e, assim, para as quais vão ser procuradas soluções.

1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente documento divide-se em sete capítulos: Introdução, Estado da Arte, Metodologia de Investigação e Ferramentas, Sistema de Informação Alimentar, Plano Alimentar Inteligente, Prova de Conceito e Conclusão.

O primeiro capítulo, Introdução, reporta-se ao problema em estudo e a respetiva solução. Sendo que faz um pequeno enquadramento da área em estudo expondo, assim, os objetivos pretendidos, questões pertinentes e estrutura da resolução explicitando os passos necessários concluir.

O capítulo do Estado da Arte explicita conceitos teóricos e científicos de maior interesse para este estudo na área das tecnologias de apoio à decisão, nomeadamente as abordagens mais utilizadas para o desenvolvimento de um sistema para apoio à decisão.

O terceiro capítulo apresenta as metodologias adotadas, nomeadamente a Metodologia de Investigação *Design Science Research* no desenvolvimento do caso de estudo e na fase de desenvolvimento aplicacional, a metodologia de investigação de Prova de Conceito na defesa da viabilidade e utilidade da ferramenta informática. São, igualmente, expostas as tecnologias e ferramentas utilizadas na concretização deste projeto. É explorada a framework React utilizada para o desenvolvimento da ferramenta Web, bem como linguagens de programação javascript e SQL. por fim, é apresentada a tecnologia MySql utilizada para gerir as bases de dados usadas.

O quarto capítulo descreve os módulos desenvolvidos para o desenvolvimento de um sistema de informação apto para o caso de estudo. É definido o problema e a sua motivação, sendo descritos os objetivos da solução TI encontrada aquando da sua conceção. Segue-se

uma descrição pormenorizada de cada um dos seus componentes no processo de desenho e desenvolvimento da aplicação. O capítulo conclui com uma análise e discussão dos resultados obtidos, e uma breve conclusão e trabalho futuro.

O capítulo 5, ao sistema de informação é aplicada o componente principal, isto é, o apoio à decisão no planeamento alimentar na instituição alimentar. Inclui a definição do problema e motivação, bem como a descrição dos requisitos de negócio. Seguidamente, na fase de desenvolvimento aplicacional, é relatado a tipo de sistema utilizado no sistema de apoio e os atributos chave utilizados na avaliação da solução.

Por fim, o capítulo finaliza com uma análise e discussão dos resultados obtidos, terminando com uma conclusão e trabalho futuro;

No capítulo 6, é realizada uma análise *Strengths Weaknesses Opportunities and Threats*(SWOT) à ferramenta desenvolvida e o estudo de usabilidade ao sistema de informação

O último capítulo sintetiza o que fora elaborado e as suas contribuições implícitas, e o que poderá ser melhorado. Deste modo, apresentam-se as respostas às questões de investigação enunciadas no primeiro capítulo.

ESTADO DE ARTE

Neste capítulo é apresentada a revisão da literatura e o estado da arte dos conceitos teóricos e científicos associados ao desenvolvimento deste projeto, estando subdividido em 8 secções.

Inicialmente, é apresentada uma secção introdutória onde é relatado o estado atual das tecnologias de informação no contexto dos sistemas inteligentes. Seguidamente são introduzidos os conceitos ligados à nutrição, onde são abordados os temas mais pertinentes para o caso de estudo deste trabalho. Na Secção 2.3 são descritos os conceitos associados a sistemas de apoio à decisão, com principal foco nos tipos de algoritmos utilizados para este estudo. Na seguinte secção é descrito o sistema de classificação a nível nutricional. O capítulo finaliza-se com uma breve conclusão relativa aos conceitos introduzidos e descritos ao longo do mesmo.

2.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as tecnologias de informação têm sido introduzidas nas áreas da nutrição com o intuito de proporcionar uma transformação nos processos e melhorar a prestação de serviços proporcionados pelos profissionais da área nutrição. As tecnologias de informação adotadas consistem num conjunto de atividades e soluções providenciadas por recursos computacionais com o objetivo de produzir, armazenar, transmitir e aceder à informação considerada pertinente para a resolução de um determinado problema.

As principais vantagens obtidas através do uso das TIS em instituições vocacionadas para elaboração e distribuição de refeições, permitem uma melhor gestão de recursos através do processamento de informação. Este tipo de sistemas são desenvolvidos com o intuito de proporcionar uma redução significativa dos custos e permitir uma melhor monitorização dos processos, melhorando o desempenho e qualidade dos serviços prestados, nomeadamente a sua eficiência.

No contexto de TIS e SAD aplicados na nutrição no contexto da realização do projeto, surgem conceitos, processos e sistemas computacionais destacados nas próximas secções deste capítulo.

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE REFEIÇÕES

Nas organizações vocacionadas para a produção e distribuição de refeições, são utilizadas vários tipos de técnicas para transformar um conjunto de alimentos numa refeição, para posteriormente ser distribuída para consumo nas unidades às quais prestam serviço. A grande quantidade de alimentos por processar e já processados são difíceis de gerir, devido ao facto de existir um período de deterioração dos alimentos. De modo a reduzir os custos e desperdícios, sempre com o objetivo de melhorar a qualidade do serviço, foram desenvolvidos Sistemas de Informação Alimentares (SIA), cujo principal objetivo é resolver problemas relacionados com alimentos e o processamento dos mesmos. No entanto e apesar da implementação de SIA estar a aumentar progressivamente em toda a indústria de distribuição de refeições, ainda é reduzido o número de instituições que procuram ter em consideração o público alvo, ou seja, não possuem maturidade suficiente para a sua implementação com sucesso. As principais barreiras apontadas para conseguir ultrapassar este desafio são a heterogeneidade do público alvo, as diferentes necessidades a nível nutricional, a grande diversidade nas preferências e complexidade na adoção e gestão destas preferências sem afetar a performance da organização e a qualidade do serviço prestado.

2.3 SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO

Atualmente o controlo e gestão de redes de operação são realizados nas mais diversas áreas através de sistemas de apoio à decisão. Para um processo de tomada de decisão é necessário informação, um sistema para gerir toda a informação e para permitir as organizações a decidirem a melhor abordagem.

Sistemas de suporte a decisão como conceito, começou a ser utilizado no início dos anos 70, sendo introduzido por Gorry e Morton, em que identificavam SSD como “Sistemas Computacionais Interativos que ajudam os responsáveis a tomarem decisões, utilizando dados e modelos para resolverem problemas estruturais”.

No ano 1978, SSD foi definido como um sistema que combina a capacidade intelectual de indivíduos com as capacidades de um computador para melhorar a qualidade de decisão, sendo denominado como um SSD de gestão através de dados semi estruturais[38].

Bonczek e Whinston definiam SSD como um sistema que deveria conter três componentes interativos : a linguagem do sistema para facultar comunicação ao SSD, um sistema de conhecimento sobre o domínio do problema e um sistema de processamento do problema. Quando existe um problema específico é utilizada informação de um perito da área. Em casos reais quando surge uma dúvida durante uma decisão é abordado um especia-

lista da área e verificado o conhecimento já existente para o problema surgindo assim a necessidade de existir uma boa comunicação entre as duas fontes[4].

Atualmente a definição de um SSD é descrita como um sistema de informação que coleta, organiza e analisa dados relativos a uma área. Um SSD ajuda gestores a identificar problemas e assistir no processo de tomada de decisão. Estes sistemas normalmente utilizam sistemas interativos que permitem compilar todo tipo de informação, documentos, conhecimento, modelos, casos anteriores[12, 39].

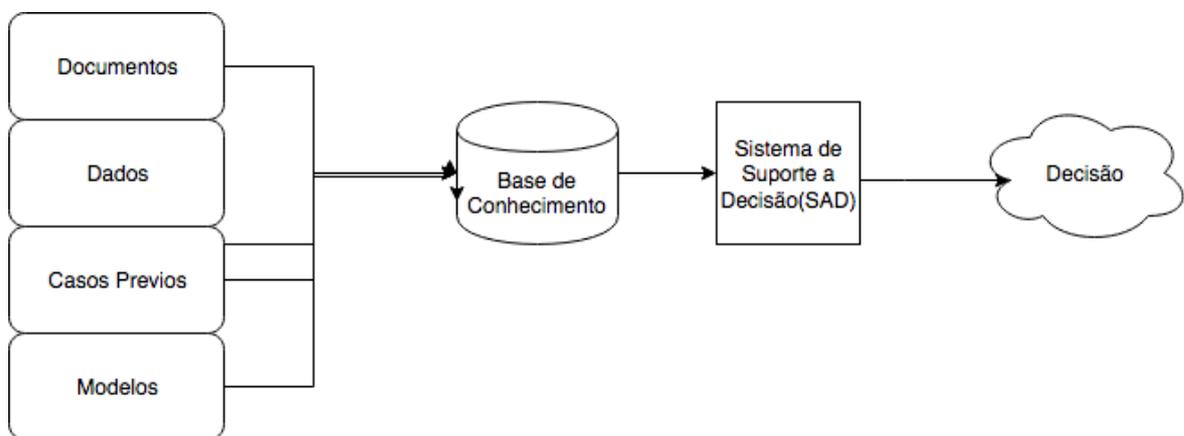


Figura 1: Estrutura de um SSD

A aplicação da Inteligência Artificial na área da Medicina começou a ganhar relevo com a informatização de dados clínicos. Aqui, a comunidade científica teve um papel preponderante na utilização desses mesmos dados para auxiliar processos de tomada de decisão através de sistemas inteligentes. No entanto a primeira geração SSDC era frequentemente imprecisa ou irrelevante devido ao facto que esses sistemas não estavam integrados nos outros sistemas computacionais tornando impossível o suporte de operações hospitalares e a gestão dos dados de utentes[7, 29, 35].

O SSDC são sistemas de informação que são interativos, flexíveis e adaptáveis, desenvolvidos com o propósito de melhorar os processos de tomada de decisão, providenciando desta forma aos médicos e outros indivíduos informação individualizada, filtrada de forma inteligente e apresentada no momento oportuno. Um exemplo de um SSDC utilizado frequentemente são os sistemas de laboratório que geram alertas quando surgem valores anormais[7].

2.4 SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÃO BASEADOS EM CONHECIMENTO

Sistemas de Suporte à decisão são sistemas desenhados para proporcionarem um processo de tomada de decisão o mais preciso possível, através do uso de informação, dados e gestão de conhecimento.

Nestes sistemas as decisões são baseadas em conhecimento relevante, que por sua vez, está baseado na inteligência artificial, na aplicação de informação e nas tecnologias de comunicação. Este tipo de sistemas apresentam a sua informação através da previsão e técnicas recomendadas, dependendo do critério de classificação. Assim, o conhecimento utilizado para as deduções, os dados, podem ser classificados em duas categorias:

- Sistemas baseados em conhecimento adquirido através de dicionários de conhecimento definido;
- Sistemas baseados em conhecimento adquirido através de *Machine Learning*.

A primeira categoria representa sistemas cujo conhecimento foi adquirido pela sabedoria de especialistas, isto é, toda a informação obtida para a elaboração de regras foi obtida através de conhecimento e experiências fornecidas por indivíduos ou literatura. Este tipo de sistemas são usados, maioritariamente, quando existe falta de dados para processamento ou quando o contexto não o permite[24].

Sistemas de apoio à decisão baseados em *Machine Learning* são denominados Sistemas de suporte a decisão inteligentes, porque o seu desenvolvimento consiste no estudo e construção de algoritmos que podem aprender com erros, como forma de treino para apresentação de soluções viáveis. Este tipo de sistemas operam através da construção de um modelo que pela análise de dados extrai regras que guiam o sistema[5].

2.5 REDE NEURONAL ARTIFICIAL EM SSD

2.5.1 Arquitetura

Uma rede neuronal artificial é um paradigma de processamento de informação inspirado no sistema nervoso humano, o cérebro. O elemento chave deste paradigma é a estrutura de sistema de processamento de informação[9]. As RNA's são sistemas computacionais distribuídos compostos de unidades de processamento simples, densamente interconectadas. Estas unidades, conhecidas como neurónios artificiais, computam funções matemáticas. As unidades são dispostas numa ou mais camadas e interligadas por um grande número de conexões.

Estas ligações têm como objetivo simular sinapses biológicas, possuindo determinados pesos que ponderam a entrada recebida por cada neurónio da rede. Os pesos devem assumir

valores positivos ou negativos, dependendo do comportamento da sua ligação, podendo ser excitatório ou inibitório. Os pesos têm de ser reajustados para serem implementados num processo de aprendizagem. Uma RNA é, portanto caracterizada por dois aspetos básicos: a arquitetura e aprendizagem. Enquanto a arquitetura está relacionada com o tipo e número de unidades de processamento e ordenados como neurónios interligados a aprendizagem diz respeito as regras utilizadas para a atribuição de pesos da rede e a informação utilizada pelas regras [8, 11, 17].

O neurónio é a unidade de processamento fundamental de uma RNA. Na figura 2 é apresentado um modelo simples de neurónio artificial [17, 18]. As unidades de processamento trabalham da mesma forma que um neurónio. Os dendritos correspondem ao terminal de entrada que estão responsáveis pela receção de um valor. Uma vez o valor adquirido, este será ponderado e combinados por uma função matemática. Diversas funções podem ser utilizadas.

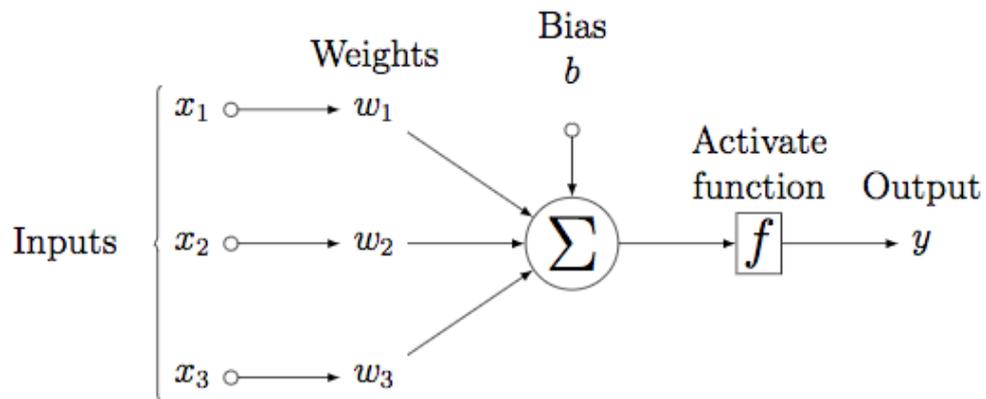


Figura 2: Neurónio artificial [37]

Os neurónios podem apresentar conexões de entrada negativas ou positivas. Um valor de peso igual a zero é equivalente à ausência da conexão associada.

A saída de um neurónio é definida pela função de ativação à entrada total.

Numa RNA, os neurónios podem estar dispostos em diversas camadas, isto é, quando existem mais que duas camadas um neurónio pode receber nos seus terminais de entrada valores de saída da camada que antecede. Uma rede com mais de uma camada de neurónios recebe o nome de rede multi-camadas. Cada camada de neurónios está responsável por gerar valores de saída, daí ser denominado camada de saída. As restantes camadas designam-se por camadas intermediárias, escondidas ou ocultas.

2.5.2 *Vantagens/Desvantagens*

Redes neuronais artificiais têm como vantagens chave os seguintes:

- A capacidade de aprender e modelar relacionamentos não-lineares e complexos.
- Podem generalizar, na medida em que depois de aprender com os valores iniciais e seus relacionamentos, pode detetar relacionamentos não vistos em dados não analisados, tornando o modelo generalizado com a capacidade de previsão de dados.
- Ao contrário de muitas outras técnicas de previsão, RNA não impõe restrições às variáveis de entrada, a forma pela qual elas devem ser distribuídas. Além disso, muitos estudos mostraram que as RNA's podem modelar melhor dados com alta volatilidade e variância inconstante, dada a sua capacidade de aprender relações ocultas nos dados sem impor relações fixas. Isso é algo imprescindível na previsão das séries temporais financeiras (por exemplo, os preços das ações), onde a volatilidade dos dados é muito alta.

Contudo, em algumas aplicações, nomeadamente na área médica, o desempenho não é o fator mais importante para a escolha de um modelo de decisão. A facilidade de utilizador compreender como o modelo classifica um objeto pode ser critério decisivo. Uma das críticas mais frequentes ao uso de RNA's é a dificuldade de entender o modo pelo qual as RNA's tomam decisões. Durante o processamento da rede é difícil entender os conceitos representados nas RNA's devido ao facto de o conhecimento estar armazenado em grandes quantidades de parâmetros, que são manipulados por fórmulas matemáticas complexas. Devido a essa limitação, RNAs são comumente referenciadas como caixas pretas. Outra dificuldade das RNAs refere-se à escolha do melhor conjunto de parâmetros para a arquitetura da rede.

2.5.3 *Soluções no mercado*

A utilidade das redes neuronais artificiais justifica-se pela capacidade de inferir uma função a partir de observações. Atualmente, no mercado existem diversas ferramentas de apoio a decisão em diversos domínios sendo alguns deles :

- RNA e Modelo de SSD em segurança alimentar nutricional
A RNA desenvolvida neste projeto teve como objetivo auxiliar a segurança alimentar, tendo em conta as condições de armazenamento dos produtos e o seu modo de confeção é tomada uma decisão. As decisões obtidas através desta rede apresentam uma taxa de sucesso, aproximadamente, de 80%.

- An Intelligent Decision Support System (IDSS) for Nutrition
SSD construído para criar planos alimentares tendo por base um algoritmo RNA. A RNA neste projeto teve como peso prioritário o valor energético de cada produto, sendo que não explora a nível detalhado o impacto geral do produto[12].

2.6 CASE-BASED REASONING EM SSD

2.6.1 Arquitetura

Case-base-Reasoning, CBR, é um método cognitivo utilizado em *Machine Learning* e tecnologias artificialmente inteligentes. O objetivo principal deste método é através do conhecimento e experiências passadas, resolver novos problemas. CBR compara um novo problema, denominado "caso", com um problema resolvido, cujas circunstâncias sejam idênticas adaptando a solução ao novo problema. Enquanto existem certos sistemas que requerem o uso de toda o conhecimento do domínio, CBR usa somente informação de situações passadas.

Durante a implementação de um sistema CBR é necessário diferenciar duas importantes partes, o caso, que identifica o problema, e a biblioteca de casos, onde são organizados e armazenados todos os problemas ou situações passadas. Caso é um componente que representa a experiência, possui detalhes relativos a situações passadas. Biblioteca de casos é o local de armazenamento de cada caso solucionado .

Em 1994, Aamodt e Plaza introduziram a arquitetura base de um sistema CBR sendo denominada os 4 R's, que representa um ciclo através do qual um problema é solucionado. Neste ciclo estão descritas 4 etapas, Retrieving, Reuse, Revise e *Retain*. Este ciclo está apresentado na figura 3[1].

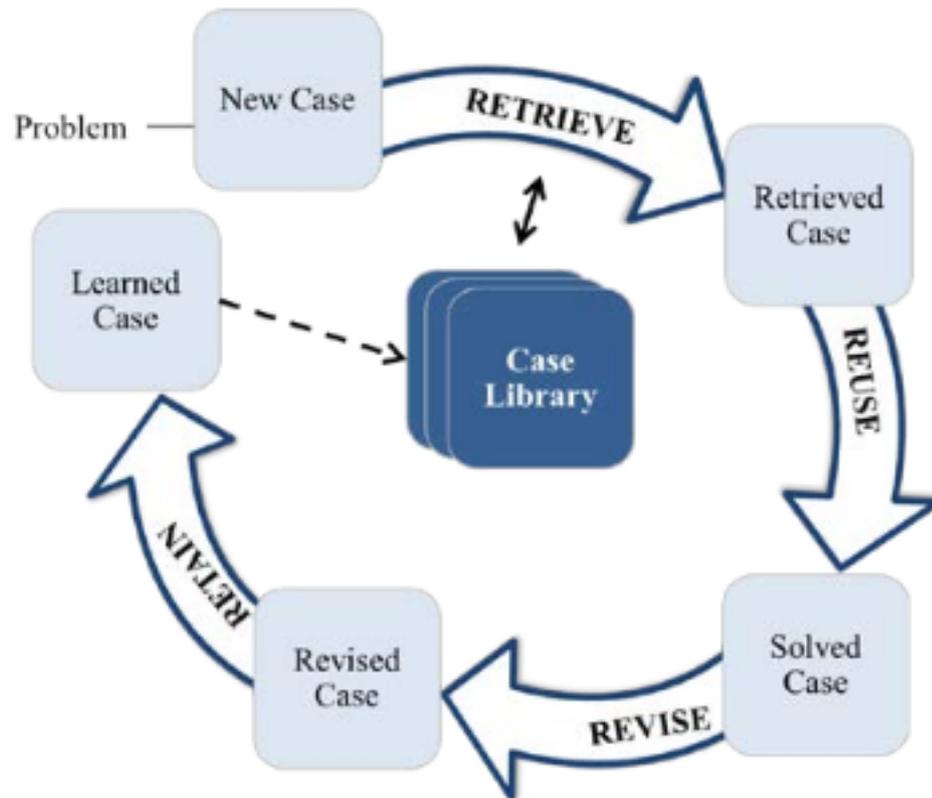


Figura 3: Ciclo Case-Based Reasoning[1]

A etapa, Retrieving(Recuperação) tem como objetivo selecionar o melhor caso do repositório de dados que melhor se relaciona com o novo problema dado. Essa seleção é feita através da similaridade, ou seja, a comparação de dois casos para verificar como um está ligado ao outro e como os mesmos podem compartilhar soluções e consequências, sendo este um dos pontos-chaves do RBC, a partir da qual será organizada a base de dados utilizada pelo sistema e serão encontrados os casos com maior probabilidade de gerarem uma solução para o novo problema.

A partir do momento que um caso similar é recuperado da base de dados para resolver o novo problema, é iniciada a próxima etapa. Reuse corresponde à reutilização de conhecimento obtido do caso anteriormente escolhido. Nessa reutilização é necessário realizar uma adaptação, para adequar a solução encontrada ao novo problema, com o objetivo de facilitar a obtenção de uma solução. Esta adaptação irá influenciar diretamente na flexibilidade do sistema de raciocínio baseado em casos, que irá determinar a capacidade do sistema em resoluções de novos casos.

Encontrada a solução adaptada é necessário verificar a viabilidade da mesma para o problema em estudo, para tal é inicializada a etapa Revise(revisão). Esta etapa é responsável

por avaliar se o problema foi resolvido com sucesso. Caso o problema não tenha sido resolvido, com a solução encontrada, temos de recorrer as etapas anteriores para encontrar uma solução que se adeque ao novo problema.

Por fim, para consolidar este conhecimento, para criação de "Inteligência", é necessário representar a forma pela qual a informação é registada na Biblioteca de Casos. A última etapa, Retain, tem como objetivo organizar o conhecimento adquirido através do processamento do novo caso, para que este seja adicionado ao repositório de dados, sendo mais tarde utilizado para a resolução de novos casos que possam existir similares a este[22]. O adição de cada novo caso ao repositório de dados depende do sistema saber como proceder, podendo querer selecionar certa informação e apenas esta é adicionada ao repositório de dados, desprezando o resto, como podemos querer introduzir todo o caso, isto depende sempre da maneira que queremos que o nosso sistema aprenda.

2.6.2 Soluções no mercado

Atualmente, no mercado, existem diversas ferramentas de apoio à decisão em diversos domínios sendo alguns deles :

- CASEY[2] faz o diagnóstico de problemas cardíacos em pacientes, fazendo a sua adaptação com as descrições de outros pacientes com sintomas semelhantes, não sendo necessariamente iguais.
- JULIA[22] Trabalha com planeamento de refeições do dia a dia. Este sistema decompõe o problema proposto e utiliza os casos do repositório de dados para coordenar a elaboração de uma nova refeição, respeitando sempre restrições propostas.
- *An Artificial Intelligence Approach to Nutritional Meal Planning for Cancer Patients* SSD construído para criar planos alimentares mais adequados para pacientes com cancro[14].

2.7 ÁRVORES DE DECISÃO EM SSD

2.7.1 Arquitetura

As árvores de decisão são consideradas uma ferramenta que permite a um agente a capacidade de aprender.

Uma árvore de decisão usa a estratégia de "dividir para conquistar" na resolução de um problema. Um problema complexo e longo é fracionado em múltiplos problemas mais simples, aos quais é aplicada a mesma estratégia. Durante a divisão de um grande problema em sub conjuntos, estes podem ser ordenados na forma de uma árvore, para produzir uma

solução do problema original[17].

Formalmente, uma árvore de decisão é um grafo acíclico direcionado, em que um nodo pode ser considerado um nodo de divisão, com dois sucessores no mínimo, ou então um nó folha:

- Nó divisão corresponde à área onde são realizados testes baseados nos valores do atributo. Em condições padrão os testes são uni valorados, ou seja, os valores selecionados correspondem somente a um único atributo.
- Nó folha, equivale a uma função, sendo só aplicado no nó valores da variável alvo.

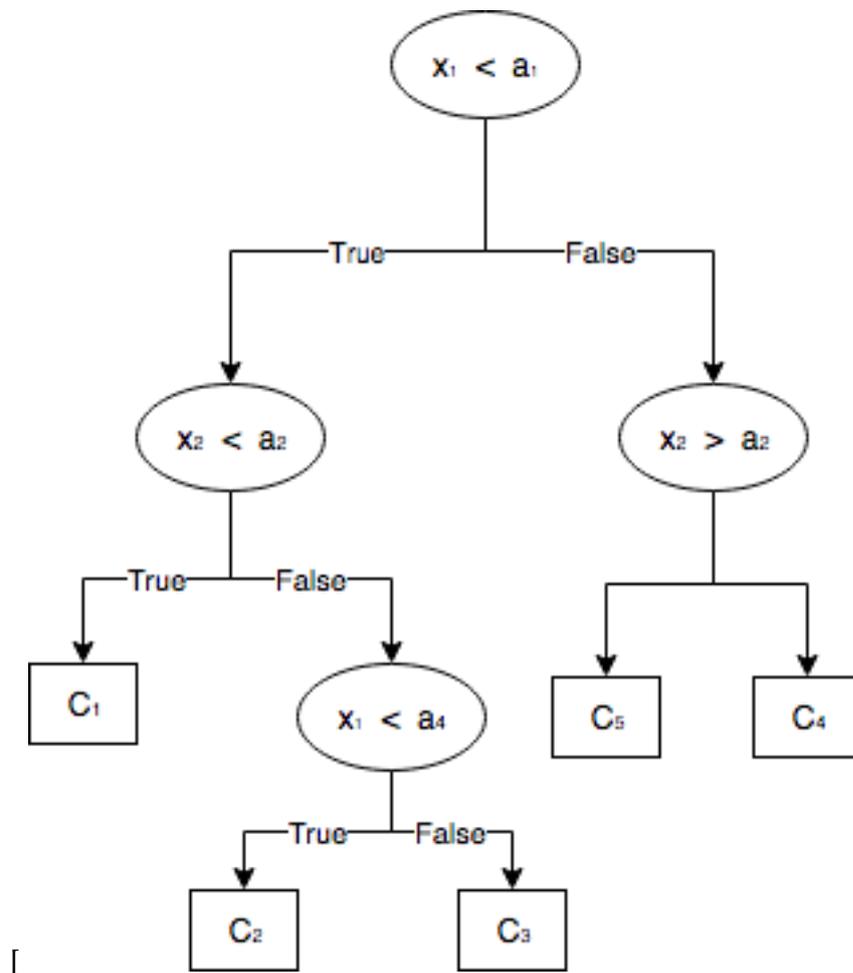


Figura 4: Árvore de Decisão

2.7.2 Vantagens/Desvantagens

As árvores de decisão possuem inúmeras vantagens. São um dos algoritmos mais usados, quer em empresas, quer no meio acadêmico. Alguns pontos mais positivos referenciados na literatura são[18]:

- **Flexibilidade**
As árvores de decisão não assumem nenhuma distribuição para os dados. São métodos não paramétricos. Os objetivos são fracionados em subconjuntos, sendo cada um deles aproximado, recorrendo a diferentes módulos.
- **Robustez**
As árvores são invariantes em relação às transformações, que por sua vez permitem uma maior sensibilidade a distribuições com grande cauda e outliers.
- **Seleção de atributos**
Processo que ocorre durante a construção de uma árvore de decisão para a seleção de atributos. A seleção de atributos produz modelos que tendem a ser robustos em relação à adição de atributos irrelevantes e redundantes.
- **Interpretabilidade**
Decisões complexas e globais são fracionadas num conjunto mais simples e local. Todas as decisões são baseadas nos valores dos atributos usados para descrever o problema.
- **Eficiência**
O algoritmo para aprendizagem é construído de cima para baixo, através do uso da estratégia "dividir para conquistar sem backtracking".

Apesar das vantagens, previamente, mencionadas, as árvores de decisão apresentam alguns problemas:

- **Replicação**
O termo refere-se à repetição de uma sequência de testes em diferentes ramos, levando a uma representação não concisa, que tende a ter baixa precisão preditiva.
- **Valores ausentes**
Se um certo atributo é desconhecido, isto pode vir a causar problemas na ramificação.
- **Atributos contínuos**
O obstáculo do algoritmo é a presença de atributos contínuos, ou seja, é necessário uma operação de ordenação para cada atributo contínuo em cada nó.

- Instabilidade

Diversos investigadores, especialmente Breiman, Kohavi e Kuz, afirmaram que pequenas variações no conjunto de treino causam um grande impacto na árvore final, isto porque a cada nó é atribuído um critério de divisão que classifica o atributo, sendo que o melhor atributo é selecionado para dividir os dados[5].

2.7.3 Soluções no mercado

Atualmente, no mercado existem diversas ferramentas de apoio à decisão em diversos domínios destacando:

- Decision Tree Classification based Decision Support System for Derma Disease -Conforme o estado clínico de um paciente, o mesmo é redirecionado para um conjunto de procedimentos. Conhecimento este adquirido através da análise detalhada de guias[39].

METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E TECNOLOGIAS

Este capítulo é composto por quatro secções relativas às metodologias de investigação e às tecnologias utilizadas ao longo do desenvolvimento deste projeto de dissertação.

Assim, a primeira secção, 3.1 introduz o capítulo, sendo de seguida nas secções 3.2 e 3.3 apresentada a metodologia de investigação abordada para desenvolvimento deste projeto, nomeadamente *Design Science Reseach*(DSR), metodologia de suporte e que serviu de base à estruturação do projeto; a secção 3.4, relata o tipo de abordagem utilizada para o processo de seleção de informação utilizado no calculo da ficha técnica; nas secções 3.4 e 3.5 são apresentadas a framework e as linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento das ferramentas do sistema de apoio de decisão, na implementação da camada de controlo do lado do servidor, *back-end* e nos interfaces disponibilizados ao utilizador, *front-end*; por fim, secção 3.6 é explicitada a metodologia de investigação *proof of concept*, ou seja, prova de conceito, sendo esta a metodologia aplicada de modo a comprovar a viabilidade e utilidade das ferramentas informáticas utilizadas.

3.1 INTRODUÇÃO

Uma vez iniciado um estudo relacionado com utilização de tecnologias da informação é indispensável a pesquisa e análise detalhada do conjunto de metodologias e ferramentas disponíveis e válidas para o desenvolvimento da solução prevista. A escolha dos métodos e das técnicas mais apropriados baseia-se nas vantagens identificadas, bem como em questões de conformidade com sistemas relacionados e as restrições associadas.

A concretização deste projeto de dissertação recai sobre a metodologia de investigação *Design Science Reseach*(DSR) a mais utilizada na construção e avaliação de soluções de tecnologias informáticas úteis e rigorosas. Em cada uma das fases do projeto, desde o tratamento de dados até ao desenvolvimento das ferramentas informáticas, implicaram a adoção de um conjunto de metodologias, tecnologias e ferramentas adaptadas para a definição e elaboração das soluções pré-definidas para este projeto. Em ambas as componentes, quer no Sistema de Informação quer na construção do sistema de apoio à decisão, este projeto de dissertação a nível do seu desenvolvimento prático, segue a metodologia Cliente-Servidor,

isto para possibilitar uma maior escalabilidade, sendo de todas as ferramentas e tecnologias selecionadas a mais adaptada. Por fim, foi ainda realizada uma prova de conceito de modo a defender a viabilidade e utilidade deste tipo de ferramentas de apoio.

3.2 METODOLOGIA DESIGN SCIENCE RESEARCH

No desenvolvimento de projetos na área das tecnologias de informação, o principal objetivo da utilização da metodologia de investigação *Design Science Research* (DSR) é a construção e avaliação de objetos, denominados artefactos. São estes artefactos que permitem aos profissionais o processamento de informação organizacional e o desenvolvimento de ações face a um problema[20].

Assim, a metodologia que proporcionou a concretização deste projeto de dissertação é a DSR. Esta envolve um processo rigoroso para desenhar artefactos, com relevância no domínio de aplicação utilizado. Uma vez contextualizado o problema, é necessário melhorar a relevância e utilidade do artefacto. Logo projetado tem de corresponder à solução tecnológica mais viável. O típico modelo de DSR, fig 5, é esquematizado pelas seguintes etapas: Consciencialização, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão[23, 33].



Figura 5: Representação esquemática da Metodologia de Investigação *Design Science Research* [33]

A primeira fase corresponde à identificação e formalização do problema. A questão problemática deve ser bem definida, servirá como base para a própria solução. Para além da identificação é necessário explicar a motivação do desenvolvimento do artefacto.

De seguida, a fase “Sugestão” visa integrar uma proposta de solução com a devida fundamentação, as atividades implícitas ao seu desenvolvimento. Além disso, faz-se também uma comparação dessa sugestão com soluções geradas previamente por artefactos.

Na Fase de “Desenvolvimento” é necessário, através do artefacto, seguir um processo científico rigoroso apoiado no conhecimento e na teoria já explorada.

Por fim, nas restantes etapas, avaliação e comunicação, a solução deve ser demonstrada, avaliada, comunicada e propagada de forma a possibilitar a transmissão dos resultados

para as respetivas audiências. Para este caso de estudo é utilizada esta metodologia porque a solução tecnológica encontrada para o problema delineado tem, necessariamente, de cumprir as necessidades dos profissionais da Cantina Social da Misericórdia de Vila Verde.

Deste modo, proporciona à instituição de alimentação uma solução apropriada e fundamentada, apoiadas em metodologias e tecnologias já exploradas e adequadas para a resolução do problema em questão, e incitam, igualmente, novo conhecimento, tanto para a organização como a nível científico.

Para finalizar, é também necessário referir que a ferramenta desenvolvida foi devidamente avaliada através de uma avaliação *Strengths Weaknesses Oppurtunities and Threats*(SWOT) para resolver problemas observados, para criar contribuições de pesquisa, para avaliar estruturas e possibilitar a comunicação de resultados para as respetivas audiências[31, 41]. É de salientar que a aplicação da metodologia de investigação de Prova de Conceito, a fim de provar a viabilidade, utilidade e usabilidade das ferramentas, que inclui a realização da análise SWOT e de um estudo de usabilidade, está sucintamente descrita no capítulo 6 deste documento.

3.3 MODELO CLIENTE-SERVIDOR

O modelo cliente-servidor consiste num sistema que possibilita a partilha de informação entre o cliente e o servidor. Como tal, permite que os utilizadores consigam aceder paralelamente à mesma base de dados. A base de dados ocupar-se-á do armazenamento da informação disponibilizada pelos utilizadores. Note-se que o cliente é o solicitante e o servidor corresponde ao fornecedor do serviço solicitado. A comunicação entre o cliente e o servidor procede-se por protocolos standard tais como: Protocolo de Transferência de Arquivos (FTP), Protocolo de Transferência de Correio Simples (SMTP) e Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP). Deste modo, enquanto o cliente enviar pedidos de serviço, o servidor tem por função enviar respostas a esses pedidos, havendo uma partilha mútua de dados. Este tipo de arquitetura, além de facilitar a comunicação entre cliente-servidor, possibilita a minimização da replicação de dados. Neste caso de estudo, o cliente corresponde à interface que é disponibilizada ao utilizador, isto é, o *front-end* da aplicação, enquanto o servidor se encarrega da parte de *back-end*, ou seja, atende todos os pedidos de acesso à base de dados, potenciando operações de levantamento e registo de dados. Nas próximas secções estão descritas as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do módulo servidor e módulo cliente[30].

3.4 fuzzy logic

Os princípios de lógica fuzzy foram desenvolvidos, inicialmente, por Jan Lukasiewicz (1878-1956), que em 1920 introduziu e desenvolveu conjuntos com grau de pertinência que combinados com conceitos da lógica clássica, desenvolvida por Aristóteles, deu como base suficiente para que na década de 60, Lofti Asker Zadeh, professor de Ciências da Computação da Universidade da Califórnia, chegasse a ser o primeiro autor de uma publicação sobre lógica fuzzy. Zadeh observou que muitas regras presentes no quotidiano da população não podiam ser explicadas pelas pessoas que as usavam, como por exemplo, podemos olhar para uma pessoa e imaginar que ela tenha 50 anos, porém não se sabe como explicar esse facto. Esta ideia levou Zadeh a desenvolver o que conhecemos por lógica fuzzy (RUSS, 1996)[42].

É a forma de lógica multi-valorada na qual os valores lógicos das variáveis podem ser qualquer número real entre 0, correspondente ao valor falso, e 1, correspondente ao valor verdadeiro. Diferentemente, na lógica booleana, os valores lógicos das variáveis podem ser apenas 0 e 1[32, 42].

3.5 SERVIDOR

3.5.1 Padrão SAGA

O termo SAGA, em relação a sistemas distribuídos, foi inicialmente definido por *Hector Garcia-Molina and Kenneth Salem*, que definia SAGA como uma alternativa ao uso de transações distribuídas para gestão de um longo processo de negócio. O artigo reconhecia que um processo de negócio era composto por vários componentes, sendo que um cada envolvia uma transação, e que a consistência geral poderia ser alcançada pelo agrupamento das transações individuais. No entanto, em processos de negócio longos, o uso de transações distribuídas podem afetar o desempenho e capacidade de do sistema. Saga tem sido aplicado para resolver problemas de consistência nos sistemas distribuídos modernos[26].

Saga representa processo de negócio de alto nível que consiste em pedidos simples que atualizam dados de um serviço. Cada pedido possui uma alternativa para compensar caso o inicial falhe ou a saga seja cancelada. No próximo esquema esta definido uma arquitetura SAGA em comunicação com uma API:

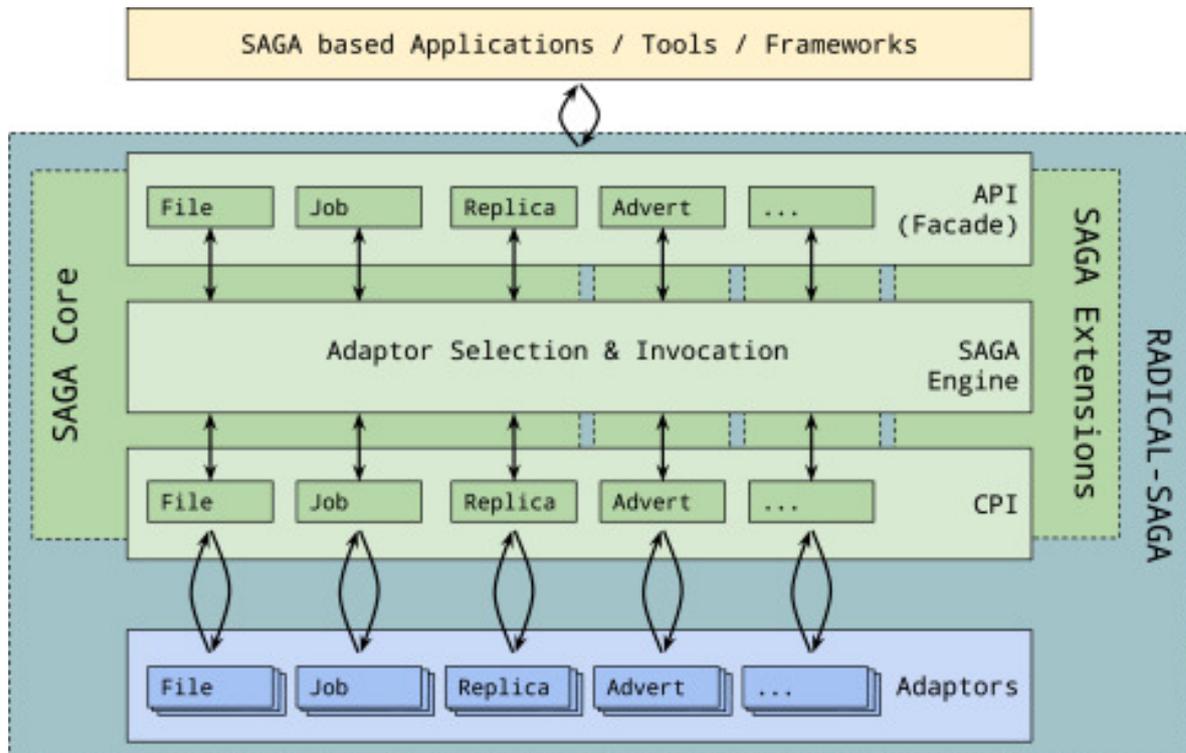


Figura 6: Combinação de uma SAGA API com um backend

3.5.2 Node.js

O *Node.js* foi concebido em 2009 e tem por base o *Chrome V8 JavaScript*, um software de *open source*. É uma plataforma de desenvolvimento, com a função de servidor web, e é usada por um grande número de empresas tecnológicas, tais como: Oracle, Uber, LinkedIn, eBay, Microsoft, entre outras. É uma tecnologia que introduziu a linguagem de JavaScript no *back-end*. O *Node.js* destaca-se, sobretudo, por ser uma alternativa mais viável em relação ao desenvolvimento de aplicações. Com esta tecnologia, o servidor web é integrado na própria aplicação, não sendo necessário processá-lo de forma autónoma, como se processa em programas como *Apache* e *Internet Information Services (IIS)*. Tal é garantido pela integração de uma biblioteca de servidor HTTP. O *Node.js* apresenta um elevado desempenho, é rápido e opera os seus eventos de forma assíncrona[6, 13].

3.5.3 Express

O *Express* é uma *framework web*, também escrita em *JavaScript*, que complementa o *Node.js*. Este módulo auxilia na organização e estruturação da aplicação no lado do servidor. Desta forma, o *Express* facilita a escrita do código na parte do servidor, uma vez que permite

definir *routes* e, ainda, lidar com os pedidos HTTP. Estes pedidos, por exemplo, envolvem operações do tipo GET e POST. Assim, tem a função de remeter um dado URL (Uniform Resource Locator), a uma dada parte do código, que poderá servir uma página HTML, ou a leitura/escrita na base de dados. O Express apresenta uma interface simples e consistente, que permite a configuração do Node.js .

3.5.4 *Mysql*

MySQL é um sistema de gestão de bases de dados (SGBD) livre, isto é, *open source*, baseado na linguagem de programação SQL, desenvolvido e lançado pela primeira vez em 1995. É escrito em C e C++ e é compatível com todos os principais sistemas operativos, incluindo Linux, UNIX e Windows.

Embora possa ser utilizado numa ampla gama de aplicações, o MySQL é amplamente conhecido por ser muitas vezes associado a aplicações Web devido ao seu grande repositório de recursos otimizados para a Web, incluindo tipos de dados HTML. É uma das componentes da arquitetura LAMP, isto é, Linux, Apache, MySQL, PHP. O LAMP consiste na combinação de plataformas que são frequentemente utilizadas para desenvolver e suportar aplicações Web avançadas que usam o Linux como sistema operativo e o Apache como Web Server, MySQL como sistema de gestão de bases de dados relacional e Javascript como linguagem orientada a objetos. No entanto, por vezes, Perl, Python ou PHP é utilizado em vez de Javascript.

3.5.5 *JSON Web Token*

O JSON Web Token (JWT) é um padrão aberto (RFC 7519) que define uma maneira compacta e auto-contida para transmitir com segurança informações entre as partes como um objeto JSON. Essas informações podem ser verificadas e confiáveis porque são assinadas digitalmente. As JWTs podem ser assinadas usando um segredo (com o algoritmo HMAC) ou um par de chaves pública / privada usando RSA ou ECDSA.

3.6 MODULO CLIENTE

3.6.1 *Redux*

O *Redux* é um recipiente do estado previsível para aplicativos JavaScript. A gestão do estado é um dos aspetos mais difíceis do desenvolvimento de software. A má administração do estado é a fonte da maioria dos erros. O *Redux* é uma implementação simplificada da arquitetura Flux do Facebook, que é uma estrutura Model-View-Controller. Isso diminui a

complexidade usando redutores. Os redux redutores são funções sem efeitos colaterais que calculam o estado do aplicativo. (Geary 2016) O *Redux* é baseado em três princípios:

- O estado do aplicativo é armazenado num único objeto, isto para facilitar o mapeamento e a transmissão de dados em todo o aplicativo. Centralizar o estado no objeto também torna o processo de teste e depuração mais rápido.
- O estado da aplicação é imutável. No *Redux*, os estados não podem ser modificados. A única maneira de alterar o estado é fornecer uma ação. Ações são objetos JavaScript imutáveis que descrevem as mudanças de estado. As ações são executadas em uma ordem para evitar condições de corrida.
- Redutores especificam como a ação transforma o estado. Redutores são funções JavaScript que criam um novo estado com o estado e a ação atuais. Eles centralizam mutações de dados e podem atuar em todo ou em parte do estado. Redutores também podem ser combinados e reutilizados.

Esta arquitetura aumenta muito a escalabilidade para aplicativos de grandes dimensões e complexos. Permite ferramentas de desenvolvimento muito complexas, porque é possível rastrear cada mutação para a ação que causou isso. Com um estado e uma ação, o próximo estado do aplicativo pode ser previsto com absoluta certeza[21]. A figura a seguir mostra o fluxo de dados com *Redux*.

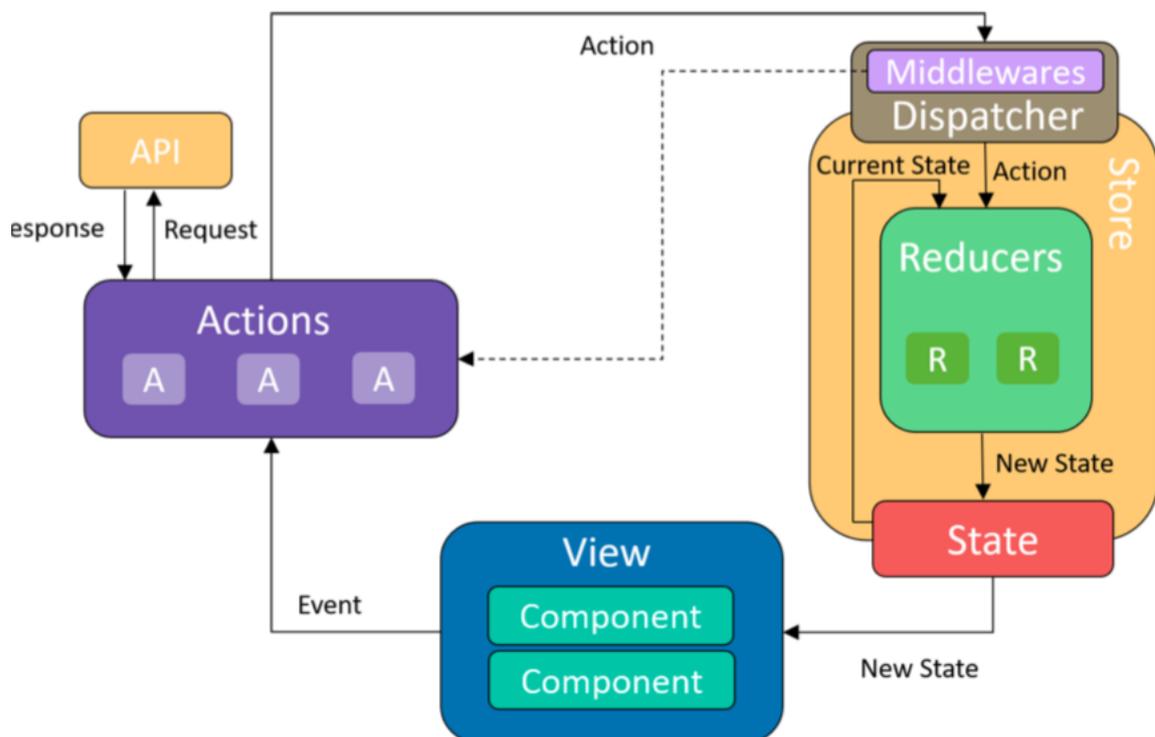


Figura 7: Mudança de estado em ambiente Redux
[21]

3.6.2 Redux SAGA

Redux-SAGA é uma biblioteca que possui como objetivo tornar o desenvolvimento de aplicações e processos associados, como por exemplo tarefas assíncronas para acesso e gestão de dados, mais flexível, eficientes na execução e com melhor gestão de erros. Tal como referido anteriormente, o objetivo da saga é fazer um processamento de *threads* paralelo para evitar processamento de dados longos. O objetivo do *middleware* de *Redux* é iniciar, interromper e cancelar uma *thread* da aplicação através de ações. Utiliza uma característica do ES6 denominada geradores, que por sua vez torna os serviços assíncronos mais acessíveis a leitura, escrita e teste[26].

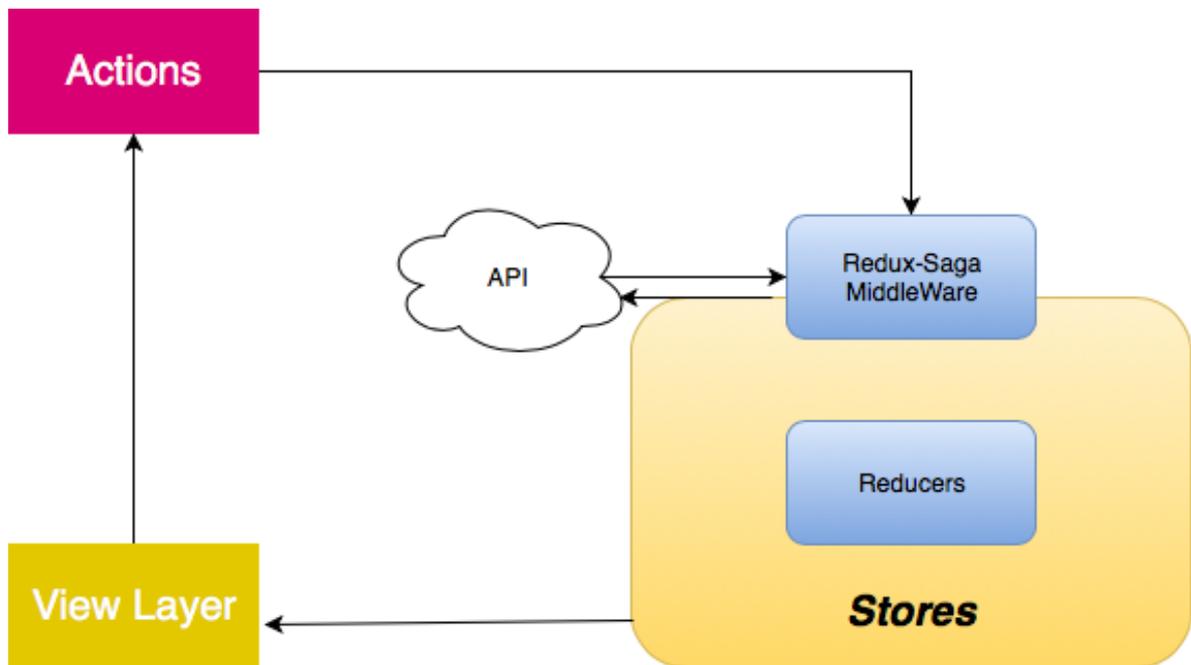


Figura 8: Fluxo do modelo redux-SAGA

3.6.3 React

O *React* é uma biblioteca JavaScript e foi desenvolvida inicialmente pela equipa de engenheiros do *Facebook*. Esta ferramenta foi projetada através das necessidades de solucionar problemas relacionados com o desenvolvimento de interfaces complexas, que implicavam constante mudança dos dados. Uma das particularidades mais vantajosas é o carregamento

parcial da página, sendo somente os componentes alterados carregados. Nesse sentido, o *React* apresenta um comportamento declarativo ao contrário de um imperativo.

Já não existe a necessidade de o utilizador gerir componentes conforme as dimensões ou conteúdo, uma vez que o *react* possibilita a capacidade de integrar as mudanças entre diferentes versões. Assim, os componentes são disponibilizadas de forma consistente e previsível.

Este tipo de atualização parcial de componentes resulta do uso da tecnologia virtual DOM (*Document Object Model*).

Em *React*, adota-se um desenvolvimento orientado por componentes. Um componente pode ser responsável por disponibilizar um interface ao utilizador, sendo este composto por diversos componentes. Componentes comunicam entre si, distribuindo informações com componentes filhos, ou componentes pais. Deste modo através do uso da biblioteca *react-DOM*, a representação virtual da interface do utilizador (UI) é armazenada em cache. Cada vez que existe tentativa de sincronização, com o DOM guardado é feita uma atualização somente dos componentes alterados [16, 21].

3.7 METODOLOGIA DE PROVA DE CONCEITO

A metodologia de investigação de Prova de Conceito, ou *Proof of Concept* em inglês, é um modelo prático que pode provar ou validar um conceito estabelecido através de análises ou até de artigos técnicos. Assim, passa por verificar se determinado conceito ou teoria é bem-sucedido e viável e, por outro lado, é assim suscetível de ser explorado de maneira útil. Deste modo, a realização de uma prova de conceito é frequentemente apontada como sendo um dos passos mais importantes no processo de desenho, desenvolvimento, implementação e de proposta de um protótipo de determinada solução na área das Tecnologias de Informação (TIs), principalmente por estabelecer de determinada solução de TI satisfaz a sua finalidade, isto é, cumpre os requisitos e objetivos definidos para a qual foi inicialmente projetada. Por outro lado, permite também a identificação de potenciais falhas ou erros na solução de TI desenvolvida.

Resumindo, uma prova de conceito permite demonstrar na prática os conceitos, as metodologias e as tecnologias envolvidos na elaboração de determinado projeto, e desta forma validar a solução proposta, tornando possível provar a sua viabilidade e utilidade para a finalidade a que se destina, garantindo a defesa do seu potencial.

Neste projeto de dissertação, a defesa da viabilidade e utilidade das ferramentas para o apoio à decisão nutricional passou então pela aplicação da metodologia de investigação prova de conceito.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO ALIMENTAR

O primeiro caso de estudo deste projeto corresponde ao desenvolvimento de um sistema de informação alimentar, nomeadamente um sistema de apoio à decisão, com base nos recursos utilizados. A aplicação Web foi desenvolvida apoiando-se na metodologia de *Design Science Research*(DSR) descrita no capítulo de *Metodologias de Investigação*.

O capítulo começa com uma breve introdução relativa ao conteúdo abordado neste capítulo. Apresentado em seguida o estudo realizado, enquadrado com uma breve definição do problema e da sua motivação, explicitando os objetivos a cumprir com a solução desenvolvida. Os componentes desenhados e desenvolvidos são posteriormente descritos. Por fim, o capítulo é finalizado com uma discussão do resultado final, bem como uma conclusão e trabalho futuro.

4.1 INTRODUÇÃO

Um Sistema de Informação é constituído por um conjunto de bases de conhecimento, ferramentas e processos que permitem ao utilizador tomar decisões bem fundamentadas.

No setor de distribuição alimentar, a quantidade de informação armazenada nos repositórios locais de uma instituição e o aumento de novos requisitos nutricionais, têm proporcionado cada vez mais o uso eficiente de SI's. Contribuindo para uma melhoria não só a nível da política de gestão, mas também através da otimização de recursos alimentares pelo elevado potencial de conhecimento que é possível extrair dos dados existentes. Atualmente, é possível analisar o fornecimento alimentar com base no seu valor nutricional melhorando a qualidade do serviço. Nesse sentido, no âmbito deste projeto surgiu a necessidade de desenvolver um SI escalável, de fácil capacidade de adaptação para diferentes tipos de utentes, de forma a proporcionar uma gestão mais ágil e facilitada à Cantina Social responsável pelas distribuição das refeições na Santa Casa da Misericórdia de Vila Verde. Assim, todos os passos práticos desenvolvidos estão devidamente descritos nas próximas secções do capítulo.

4.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E MOTIVAÇÃO

Um SI tem como objetivo conciliar informação de diversas fontes coerentemente, para facilitar o processo de tomada de decisão.

Neste caso de estudo, a cantina social da Santa Casa da Misericórdia de Vila Verde é responsável por facultar refeições aos seguintes estabelecimentos: Lar de idosos; Creche e Jardim de Infância; Urgências e a Cantina da Misericórdia.

No entanto, o tipo de gestão de informação existente apresenta diversos problemas, desde a captação de alimentos, realizada tendo em conta estimativas não viáveis, e processamento dos alimentos existindo uma grande taxa de desperdício devido a falta de informação por parte de cada estabelecimento[3, 19, 25]. Assim, numa primeira fase do desenvolvimento deste projeto foi desenvolvida uma ferramenta, nomeadamente uma plataforma Web com uma arquitetura de elevada versatilidade de modo a que as necessidades de cada estabelecimento sejam facilmente correspondidas. A ferramenta desenvolvida apresenta diversos módulos com diferentes funcionalidades, implementadas para novos casos e auxiliar os intervenientes. As necessidades desta fase do projeto basearam-se nas reuniões realizadas com a administração da Cantina Social e com recursos a especialistas no desenvolvimento de SI's da Universidade do Minho, de forma a definir concretamente os objetivos a cumprir durante o desenvolvimento da ferramenta.

4.3 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS DA SOLUÇÃO

O SI's foi criado para auxiliar os profissionais administrativos da Cantina Social da Misericórdia de Vila Verde no seu trabalho diário, em particular na gestão eficiente dos recursos. Devido à vasta diversidade de estabelecimentos pelos quais a instituição esta responsável a adesão de um SI seria vantajoso para todos os intervenientes. Deste modo, o objetivo principal consistiu no desenvolvimento de uma ferramenta informática web que possa fácil e eficazmente adaptar-se as diferentes instâncias. Os pontos fulcrais desta fase do projeto são os seguintes :

- Levantamento de requisitos necessários a nível técnico, através da realização de reuniões com todos intervenientes, administração da instituição e especialistas de SI.
- Desenvolvimento de uma Base de Dados capaz de integrar todas as necessidades existentes atualmente, desde a captação, gestão de utilizadores, dados pertinentes relativamente a todos os estabelecimentos que beneficiam da instituição, melhor gestão de guias específicas da instituição (fichas técnicas).

- Integração de um Modulo de informação base denominado por *Dashboard*, com indicadores generalizados relativos aos desperdícios e utilizadores que usufruem da instituição.
- Registo de fichas técnicas, especificando o tipo de regime alimentar que cada estabelecimento vai necessitar.

4.4 DESENHO E DESENVOLVIMENTO

O SI esta atualmente instalado numa máquina de testes *Ubuntu* no Hospital da Misericórdia de Vila Verde. No entanto, prevê-se que seja utilizada brevemente para gerir o planeamento alimentar da instituição, com a devida capitação e posteriormente a criação de planos alimentares orientados para cada estabelecimento(ver Capítulo 5). De referir que todas as metodologias e tecnologias associadas ao desenvolvimento desta ferramenta encontra-se descrita no capítulo correspondente às metodologias e tecnologias, capítulo 3. Resumindo a o SI web foi desenvolvido recorrendo à uma biblioteca de *Javascript*, *React*, que tem como ponto fulcral o desenvolvimento de interfaces complexas, que implicava constante mudança dos dados. As linguagens de programação *Javascript* e *SQL* são igualmente utilizadas para o desenvolvimento do *CRUD RESTful Node.js WebServices* e para consulta de dados das base de dados *Mysql*. Por fim, o *Apache* corresponde ao servidor Web que sustenta a aplicação Web. Assim, para aceder ao SI web, é necessário autenticar-se através do uso de credenciais específicas para cada utilizador, possuindo cada utilizador uma ficha de dados pessoal. Uma vez realizada a autenticação é possível aceder a cinco módulos, nomeadamente Modulo Inicial, Modulo de Capitação, Modulo de Armazenamento, Modulo de Planeamento Alimentar, Área de utilizador. De seguida, esta evidenciada uma descrição detalhada de todos os módulos e as respetivas funcionalidades.

1. Modulo Inicial:

O Modulo inicial consiste na apresentação de um modulo que corresponde a um *Dashboard*.No *Dashboard* está apresentada informação pertinente para a gestão de uma instituição de distribuição alimentar, bem como uma opção de redirecionamento para a informação mais detalhada.

Para além de informação, são apresentados indicadores que redirecionam para os módulos desenvolvidos. Os indicadores apresentados são:

- Utilizadores, apresentado o numero de utilizadores que estão registados bem como a opção de redirecionamento direto ao modulo que permite gerir a informação do utilizador.

- Capitação, apresentado o número de reservas registadas permite uma melhor visualização dos gastos e há a opção de redirecionamento direto ao modulo responsável pela capitação de todos os recursos utilizados pela instituição.
- Fichas Técnicas, redirecionamento para o modulo de Planeamento Alimentar que visa criar ementas.
- Listas, Listagem de todos os componentes considerados importantes, recursos materiais e humanos disponibilizados e a listagem de produtos por cada fornecedor.

Assim, com o Modulo Inicial, é possível destacar e proporcionar uma visualização geral dos indicadores de maior interesse aos utilizadores bem como redireciona-los para o modelo da ferramenta correspondente. O *Dashboard* permite, deste modo, indicar visualmente qual a informação fulcral, e os gestores terão um conhecimento e acesso a dados importantes para eles.

2. Modulo de Armazenamento:

O Modulo de Armazenamento é composto por um único sub-modulo, isto é, o sub-modulo *Base de Dados*. Este Sub-modulo corresponde a uma listagem das tabelas da base de dados associada ao caso de estudo em questão. A listagem inclui o nome de cada uma das tabelas no modulo, bem como os atributos associados a cada uma das tabelas.

Deste modo, proporciona-se uma visualização geral do *Data Warehouse*, da sua organização interna e do tipo de dados integrados, incluído tabelas e os seus respetivos atributos.

3. Modulo de capitação:

O modulo de capitação corresponde ao modulo responsável pela comunicação entre diferentes departamentos da instituição, nomeadamente responsáveis pela elaboração dos planos alimentares, nutricionistas, com o departamento financeiro da instituição. Esta comunicação é realizada para facilitar a gestão dos recursos alimentares, isto é, inicialmente para cada plano alimentar semanal é feita uma averiguação de produtos existentes na instituição, caso exista falta de recursos para confeccionar um determinado prato é criado uma lista especificando os produtos e a quantidade em falta para ser posteriormente enviada para os fornecedores.

4. Modulo de Planeamento Alimentar

O modulo de planeamento Alimentar corresponde ao módulo principal da ferramenta informática desenvolvida. Este módulo pode se dividido em dois sub-módulos. O primeiro sub-modulo é denominado por Fichas Técnicas, onde é possível ao nutricionista combinar produtos de forma a criar refeições completas, sendo que a informação

pertinente a cada produto é calculado e disponibilizado ao mesmo, nomeadamente o valor nutricional, a parte edível de cada alimento, o tempo de confeção de cada produto, energia(Kcal).

O segundo sub-modulo, plano alimentar inteligente, é o componente que possui como objetivo a avaliação de cada refeição criada anteriormente para os diversos contextos, isto é, o tipo de estabelecimento que a instituição fornece as refeições. Neste sub-modulo é avaliado cada organização, público alvo, através de classificadores, sendo todos os classificadores essenciais na caracterização do plano alimentar.

A metodologia, as tecnologias utilizadas e a informação necessária na geração dos classificadores estão sucintamente descritas no capítulo 3 deste documento.

A utilização deste modulo tem como função permitir a criação de planos mais adequados e uma gestão de recursos mais adaptada as necessidades da instituição e dos estabelecimentos a si associados.

5. Modulo Área de Utilizador:

O Modulo Área de Utilizador divide-se em dois sub-módulos, nomeadamente Perfil do Utilizador e Gestão de Utilizadores. O sub-modulo perfil do utilizador, permite ao utilizador especificar o tipo de utilizador, existindo três tipos:

- Administrador, responsáveis de gestão da instituição, isto é, entidade responsável por validar os diferentes utilizadores, validar documentos de capitação para ser processado pelo departamento financeiro da instituição e, por fim, validar as ementas os planos alimentares para as diferentes instituições.
- Recursos, a estes utilizadores só é permitido a acesso de documentos de capitação, isto para contactar os fornecedores e realizar o processamento fiscal de cada pedido.
- Nutricionista, responsável pela criação de fichas técnicas especificando os consumidores alvo e gestão de produtos necessários para a confeção das mesmas.
- Cliente, este utilizador é atribuído a todos intervenientes que querem realizar reservas para refeições ou requisitar o sistema de distribuição.

A partir do sub-modulo Gestão de Utilizadores, é possível ao administrador e responsáveis proceder a gestão de todos os utilizadores registados com acesso a aplicação. Disponibiliza uma listagem de todos os utilizadores e um conjunto de dados associados aos mesmos.

4.5 CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Neste capítulo foi apresentada e descrita a primeira componente realizada no âmbito deste projeto de dissertação, ou seja, o desenvolvimento de um sistema de informação útil e facilmente adaptável a diferentes instituições. Como trabalho futuro pretende-se finalizar a configuração a nível do servidor para possibilitar a integração de um sistema de marcação de refeições que funcione somente dentro dos estabelecimentos indicados pela instituição. No próximo capítulo, capítulo 5, está descrito uma funcionalidade adicional pertencente ao Módulo de Planeamento Alimentar, referido por sistema de apoio à decisão automatizado.

PLANO ALIMENTAR INTELIGENTE

O segundo caso de estudo consistiu no desenvolvimento de uma componente para integração no SI web, apresentado e brevemente descrito no capítulo 4, uma componente de apoio à decisão automatizado. Neste capítulo está descrito e discutido todo o processo, desde a definição do problema até à implementação da componente no sistema de informação alimentar. Por semelhança ao primeiro caso, esta componente apoiou-se na metodologia de investigação *Design Science Research*(DSR), descrita no capítulo *Metodologias de Investigação*. Inicialmente, é apresentada uma breve introdução, seguida de uma contextualização do problema e a sua motivação. As secções que se seguem são relativas à introdução de conceitos base para o desenvolvimento da componente, descrição detalhada da componente inteligente, definição do algoritmo utilizado, discussão de resultados e conclusões finais.

5.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as tecnologias de planeamento de ementas alimentares tem sido cada vez mais alvo de interesse por parte da comunidade e profissionais de saúde, isto porque há uma necessidade cada vez mais recorrente para apresentar regimes alimentares com o objetivo de prevenir doenças.

Como referido anteriormente, um plano alimentar consiste no registo das necessidades de um indivíduo, atendendo aos resultados das suas análises clínicas para ser desenvolvido, adaptado a um regime alimentar. Consiste num processo de recolha, transformação e análise de dados de forma a possibilitar ao nutricionista uma leitura mais detalhada e fácil das necessidades de diversos indivíduos.

No entanto, este tipo de processamento não é aplicável em contexto de larga escala, tem-se notado cada vez mais em instituições responsáveis pelo fornecimento de refeições, que, independentemente do tipo de estabelecimento não existe um tratamento orientado para o mesmo. Um dos principais problemas causados por este

tipo de abordagem são os desperdícios envolvidos e a possibilidade de causar graves consequências para a saúde dos utentes que usufruem do serviço.

Deste modo, aliando os benefícios de um sistema de informação (especificados no capítulo 2 e descrito no capítulo 4) há necessidade de criar indicadores para avaliação de planos alimentares na Cantina Social do Hospital da Misericórdia de Vila Verde. A componente desenvolvida foi aplicada no SI alimentar. A realização deste caso de estudo inclui um tratamento de informação para ser possível a criação de indicadores nutricionais, criação de indicadores específicos para diferentes casos e desenvolvimento de regras que possibilitam a atribuição de planos alimentares conforme as necessidades dos indivíduos. Nas próximas secções deste capítulo estão apresentadas todas as etapas na elaboração deste caso pratico. O capítulo encerra com uma discussão e uma breve conclusão e trabalho futuro relativamente aos resultados alcançados.

5.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E MOTIVAÇÃO

Atualmente, a população recorre com muita frequência e por motivações distintas, pela falta de tempo, por prazer, por cansaço, pelos custos, a restaurantes do tipo *fast-food*, *Take-away* entre muitos outros prestadores, responsáveis pela distribuição de refeições. No entanto, a maior parte das refeições pré processadas não possuem os valores nutricionais adequados aos diferentes indivíduos, provocando efeitos adversos no corpo, quer a nível funcional, que a nível clínico.

O facto dessas instituições de fornecimento de refeições serem cada vez mais requisitadas pode ser visto como uma oportunidade de investimento no planeamento e na preparação das refeições apoiada numa análise de mercado mais detalhada, melhorando a qualidade do serviço. Nesta fase de desenvolvimento, optou-se pelo desenvolvimento de uma componente para integrar no sistema de informação alimentar, sistema este desenvolvido como primeira fase deste projeto de dissertação (ver capítulo 4), que permita o processamento de refeições tendo em conta o publico alvo. Na Cantina Social(CS) não existe nenhum sistema capaz de, pelo menos, sugerir um plano alimentar para determinado um determinado tipo de utente. Para dar resposta a este problema a principal motivação passou pela necessidade de adaptar o planeamento alimentar aos diferentes tipos de utentes.

Após uma análise de informação detalhada e de reuniões com os responsáveis de cada estabelecimento e especialistas nutricionais da Cantina Social, a integração da componente no SI web foi adaptada conforme o caso de estudo.

5.3 DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS

Nesta fase de desenvolvimento procedeu-se a um levantamento dos indicadores nutricionais e de restrições possíveis, isto para apresentar, posteriormente, no processamento de cada ficha técnica no Sistema de informação. Deste modo, após reuniões com os profissionais especialistas da Cantina Social, decidiu-se dividir a análise de plano alimentares em duas categorias, a medicinal e nutricional. Assim, o planeamento alimentar inteligente do SI está preparado para gerar regimes alimentares em dois tipos de contextos através de diferentes classificadores. De seguida, estão apresentados o tipo de indicadores considerados em cada contexto, desenvolvidos para integrar no SI.

a) Contexto nutricional:

Uma instituição que esteja responsável por fornecer refeições a diversos estabelecimentos tem de possuir um serviço que os permita diferenciar, isto porque, existem diferentes necessidades nutricionais em função da profissão de um indivíduo, o tipo de esforço associado à profissão, ou necessidade pessoal. No entanto, o facto de existir uma grande diversidade de características e preferências no mesmo estabelecimento é necessário definir classificadores que permitam avaliar as necessidades de um grupo.

Por isso, neste modulo está como prioritário a criação de regimes alimentares de acordo com os atributos base de cada estabelecimento[27].

Deste modo os atributos base para análise de um plano alimentar para cada estabelecimento são:

- Faixa Etária, A idade esta interligada com as alterações a nível estrutural de uma pessoa, nomeadamente perda muscular, pele mais fina e menos acido gástrico. Algumas destas alterações podem tornar um indivíduo mais propenso a deficit nutricional, enquanto outros afetam os sentidos e qualidade de vida. Estudos estimam que cerca de 20% da comunidade idosa sofrem de atrofia gástrico, uma inflamação crónica danifica células que produzem acido gástrico. Por sua vez, baixa quantidade de acido gástrico afeta a taxa de absorção de nutrientes, nomeadamente vitamina b12, cálcio, ferro e magnésio. O tipo de refeições que devem ingerir é alimentos mais focados para compensar a falta destes nutrientes. Em contra-partida, na fase inicial de vida, infância, as necessidades são outras. À medida que uma criança vai crescendo a quantidade de calorias que devem ingerir também requer um aumento, a nível nutricional. A prioridade recai sobre a proteína, isto para existir um maior desenvolvimento muscular[36]. Por fim, um in-

divíduo que seja considerado adulto já possui outras obrigações a nível nutricional. Jovens adultos, entre os 20-30, necessitam de alimentos ricos não só em proteína, mas também cálcio, ferro, magnésio, isto porque, quanto mais velho for mais dificilmente consegue obter estes nutrientes. Adultos entre os 30-40, não precisam de um regime rigoroso, assumindo que não possuem um desequilíbrio nutricional. Deste modo, a idade é um dos fatores mais importantes na criação de planos alimentares[10, 38].

- Cargo profissional, o sucesso de uma empresa dependendo na produtividade e desempenho dos funcionários. Proporcionar educação e motivação para melhorar a saúde individual pode produzir recompensas para todos os intervenientes.

No que diz respeito a fatores que têm impacto na produtividade laboral, embora negligenciado por vezes, estudos indicam que existe relação com a alimentação realizada. Quando existe falta de glicose no sistema é evidenciada uma dificuldade em manter se concentrado.

Neste caso, a informação avaliada é o tipo de cargo, nomeadamente se a profissão exige esforço físico ou mental[34].

- Tempo e modo de confeção, o modo como os alimentos são confeccionados pode alterar por completo o valor nutricional que um alimento pode proporcionar, tal como outras propriedades, nomeadamente a capacidade de digestão e absorção de nutrientes. No entanto, é preciso ter em atenção o tempo que poderia demorar cada método, isto porque, poderia exigir ao responsável uma melhor gestão de tempo. É essencial ter em consideração o modo como as refeições são confeccionadas.
- Alimentos da época, Variedade e monotonia representam uma dimensão de alimentos que é considerada importante, no entanto não recebe a devida atenção. Em estudos relativos à aceitação de alimentos, veio-se a verificar que a diversidade de alimentos incentiva os consumidores. Deste modo, decidiu-se atribuir a todos os alimentos uma específica época de consumo, com o objetivo de proporcionar aos consumidores uma maior diversidade alimentar[28].
- Restrições/Ocasões especiais, existem considerações específicas determinadas por cada estabelecimento de que a instituição é responsável por fornecer refeições, nomeadamente particularidades médicas ou eventos.

b) Contexto Médico

Relativamente ao módulo médico, os dados analisados correspondem à informação clínica dos pacientes hospitalares, tal como referido anteriormente, da Mise-

ricórdia de Vila Verde. O objetivo principal não é gerar uma refeição de acordo com as preferências do paciente, mas sim proporcionar a alimentação mais adequada tendo em conta o estado clínico de um paciente. Seguidamente, estão expressos os indicadores principais para a avaliação de um plano alimentar atendendo às necessidades de indivíduos internados na unidade de saúde.

- Faixa Etária, A idade continua a ser uma componente essencial na avaliação de um plano alimentar. Assim, é realizada uma distribuição de idades para as diferentes alas de um centro hospitalar[38].
- Especificações medicas, em cada hospital existem diretrizes para as refeições e menus para todos os pacientes. No entanto, não correspondem as necessidades específicas dos pacientes que se encontram em terapias ou intervenção especializadas. Existem pacientes que requerem considerações adicionais no planeamento do seu menu, nomeadamente pacientes associados a serviços de saúde mental, pacientes vegetarianos, maternidade, reabilitação, culturas/religião, pacientes que ingerem em poucas quantidades e pacientes que precisam de alimentos com uma certa consistência[40].
- Restrições/Ocasões especiais, a nível hospitalar existem certas restrições a nível alimentar, isto porque, certos procedimentos médicos impedem que o paciente não possa ingerir certos alimentos, sendo que noutras situações pode ocorrer o inverso. Após um procedimento médico deve ser proporcionado ao paciente certos alimentos ricos em proteína, magnésio ou ferro. Por isso, neste indicador está expresso possíveis procedimentos clínicos que o paciente poderá realizar ou previamente realizou, sendo que a cada tipo de procedimento está associado uma necessidade nutricional. Por exemplo, após uma intervenção cirúrgica é normal que o paciente se encontre num estado anémico, por isso é benéfico fornecer ao paciente uma alimentação rica em ferro, isto porque, este nutriente permite ao corpo gerar hemoglobina[15, 28].

5.4 DESENVOLVIMENTO DO COMPONENTE

O Sistema de Apoio à Decisão(SAD) desenvolvido neste processo baseou-se na estrutura de um SAD baseado em regras.

O processo de desenvolvimento iniciou-se com uma pesquisa de artigos, documentos que possam descrever conhecimento e erros. A literatura que resultou da triagem foi feita com base em estudos com diferentes tipos de informação para implementação de um SAD, tendo as dez características definidas destacando as seguintes:

- O SAD deve ser sistema simples ou passivo;

- O SAD deve ser baseado num modelo reconhecido pela comunidade;
- O SAD deve ser um sistema especializado;
- O SAD deve incluir os piores cenários e estratégias;
- O SAD deve organizar informação de forma lógica;
- O SAD deve providenciar auxílio através de interações;
- O SAD deve estar relacionado com as diretrizes definidas pelo contexto;

O sistema de apoio à decisão desenvolvido pode ser definido como um sistema especializado que guia o seu utilizador no decorrer de um processo de avaliação sistemático baseado em guias estabelecidas pela Associação Portuguesa de Nutrição (APN) [10] e PortFIR.

Na Figura 9 está apresentado o fluxograma que representa o SAD, estando dividido em quatro fases:

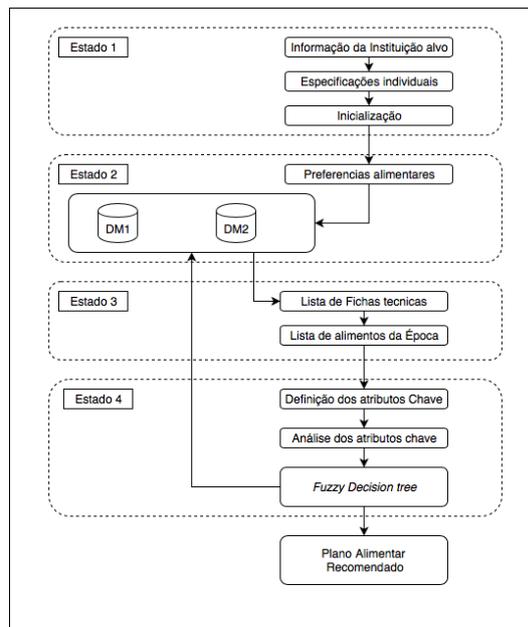


Figura 9: Fluxograma do Sistema de Apoio à Decisão

A primeira fase está responsável pela especificação do ambiente sobre o qual o sistema vai atuar. Neste caso é definido o tipo de trabalho que é realizado, caso exista, definido as características dos intervenientes. Por fim é inicializado o processo.

Uma vez concluído, a fase seguinte procura preferências do público alvo para análise, sendo que são registadas as preferências para *Data warehouses*, isto para possibilitar a implementação de novos componentes no sistema no futuro.

Na fase 3 é realizada uma filtragem de todas as listas técnicas de acordo com as preferências anteriormente analisadas, caso existam. Assim, é feita a primeira seleção.

Por ultimo, a fase 4, conforme os dados especificados na primeira etapa são definidos os atributos chave para serem posteriormente aplicados como regras para o ultimo processo, *Fuzzy Decision Tree*. Neste caso, cada nodo corresponde a uma regra estabelecida pelos atributos. Sempre que for descendo na árvore a listagem obtida da fase 3 é reduzida até chegar ao ultimo. Uma vez alcançado o ultimo nodo é criado o resultado final, uma lista de fichas técnicas que dão origem ao plano alimentar. Todos os dados obtidos da árvore são posteriormente armazenados no *Data Warehouse*[32, 42].

5.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A realização deste componente possibilitou ao sistema de informação web, desenvolver-se como estrutura para o caso de estudo deste projeto de dissertação. A característica de automatização para distribuição de planos alimentares para as diferentes instituições, de que a Cantina Social do Hospital da Misericórdia de Vila Verde é responsável.

Englobou, mais concretamente, o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão, as suas principais funcionalidades é a capacidade de automatizar a etapa de seleção de um plano alimentar e todos os processos em si pendentes. Assim, as principais vantagens da implementação de um componente de apoio à decisão com o sistema de informação reside na preparação facilitada de planos alimentares para todos os estabelecimentos associados à instituição, disponibilizando a informação necessária a todos os intervenientes. além disso, possibilita o armazenamento de informação pertinente para uma maior capacidade de escalabilidade do sistema, isto é, toda a informação obtida por este sistema possibilita novos estudos relativos à nutrição nos diferentes ambientes e uma melhor gestão de recursos.

Por outro lado, a ferramenta Web desenvolvida apresenta uma arquitetura de fácil manutenção e o conjunto de funcionalidades disponíveis podem, assim, ser expandidas. Destaca-se, ainda, a estruturação do projeto que permite desenvolvimento de novas ferramentas no servidor sem que este se sobrecarregue, aproveitando eficientemente os recursos disponíveis.

5.6 CONCLUSÃO

No âmbito desta dissertação foram gerados indicadores definidos para os quais, até ao momento, não existiam registo na instituição. Os principais motivos que impulsionaram a realização desta componente foi a o conhecimento nutricional existente nas associações de nutrição, ANP e ANSI, e a possibilidade de implementar novos

componentes de gestão na organização, com o intuito de melhorar o serviço. Como trabalho futuro, pretende-se não só gerar mais indicadores com a informação, proveniente deste sistema como também expandir o conjunto de atributos com o intuito de enriquecer o módulo.

PROVA DE CONCEITO

Este capítulo é composto por duas secções que descrevem a aplicação da prova de conceito da ferramenta desenvolvida no decorrer deste projeto.

Assim, a primeira secção introduz o capítulo, seguindo-se a secção 6.2 onde é descrita a análise *Strengths Weaknesses Opportunities and Threats*(SWOT) realizada à ferramenta desenvolvida e que inclui, também, um enquadramento teórico do conceito. Por fim, é feita uma breve conclusão relativamente ao conteúdo descrito neste capítulo.

6.1 INTRODUÇÃO

Na área dos Sistemas de Informação, qualquer tipo de projeto de desenvolvimento deve ser submetido a avaliações, antes de ser disponibilizado para os seus utilizadores, procedendo-se primeiramente à sua instalação, teste e avaliação em ambiente de não produção. Assim sendo, é crucial serem realizados uma série de testes que possibilitam avaliar a ferramenta em questão, nomeadamente no cumprimento dos objetivos inicialmente definidos antes de ser iniciado o processo de desenvolvimento.

Portanto, uma prova de conceito foi realizada de forma a validar a viabilidade e utilidade da ferramenta desenvolvida. Esta metodologia de investigação está sinteticamente descrita no capítulo 3 deste documento.

Este processo de avaliação concretizou-se pela realização de uma análise *Strengths Weaknesses Opportunities and Threats* à ferramenta desenvolvida.

Nas seguintes secções está descrito a prova de conceito realizada no âmbito deste projeto.

6.2 ANÁLISE SWOT

Nesta secção, é apresentada a análise SWOT (*Strengths Weaknesses Opportunities and Threats*) realizada à ferramenta desenvolvida, para o processo de tomada de decisão nutricional. Inclui um enquadramento teórico da tecnologia SWOT, complementada com a apresentação e descrição da análise SWOT realizada.

Resumindo, esta análise envolve todos os fatores internos e externos às ferramentas que possam afetar positivamente ou negativamente o desenvolvimento do projeto para alcançar os objetivos propostos inicialmente.

6.2.1 Enquadramento Teórico

A análise SWOT (*Strengths Weaknesses Opportunities and Threats*) é uma estratégia de estruturação que promove a análise dos pontos fortes e dos pontos fracos de uma organização, considerando fatores internos e externos, tendo em consideração as oportunidades e ameaças às quais a mesma está exposta no seu ambiente. Esta estratégia promove uma análise integral dos fatores, internos e externos, compilados de uma forma integrada numa matriz SWOT, facilitando a visualização das características de uma determinada solução.

Esta abordagem, como referido anteriormente, divide-se em dois ambientes distintos, ambiente interno e ambiente externo. O ambiente interno reporta à própria organização, analisando as suas respetivas forças e as fraquezas, isto é, os seus pontos fortes e pontos fracos. As forças e fraquezas são determinadas pela posição atual estando relacionadas, quase sempre, com a fatores internos. O ambiente externo, identifica todos os fatores externos que estão fora do controlo da organização. Apesar de de serem fatores não controlados pela organização, é possível a sua monitorização periódica de modo a aproveitar as oportunidades e evitar possíveis ameaças. As oportunidades e ameaças são previsões de futuro que estão ligadas diretamente ou indiretamente aos fatores externos [31, 41]. No contexto de aplicação da análise SWOT à ferramenta desenvolvida para auxiliar na tomada de decisão, as suas principais características podem ser resumidas da seguinte forma:

- Forças: vantagens que a ferramenta apresenta em relação aos concorrentes;
- Fraquezas: pontos fracos que geram prejuízo ou influenciam negativamente;
- Oportunidades: fatores externos que influenciam positivamente a ferramenta;
- Ameaças: fatores externos que influenciam negativamente a ferramenta;

Deste modo, a análise SWOT visa maximizar as oportunidades do ambiente através da avaliação dos pontos fortes de um projeto, enquanto minimizam as ameaças que o mesmo pode ser alvo. Deve ser usada por qualquer organização que deseja tornar-se competitiva no mercado em que atua. Nas próximas subsecções é apresentada a análise SWOT realizada à ferramenta desenvolvida.

6.2.2 Gestor de planos alimentar

Após vários testes e apreciações à ferramenta Sistema de Informação com a componente inteligente, foram identificadas: as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças associadas à ferramenta.

Relativamente às forças identificadas, estão evidenciadas nos seguintes pontos:

- Ferramenta com uma arquitetura que permite a sua adaptação a contextos diferentes;
- Centralização e unificação de diversas funcionalidades num único sistema com características inovadoras;
- Diminuição do desperdício de tempo no desenvolvimento de planos alimentares, que até então eram feitos manualmente, e da comunicação com os diversos departamentos;
- Ferramenta de fácil compreensão e utilização;
- Flexibilidade na gestão de dados, a arquitetura permite ao utilizador uma organização de dados mais estruturada;
- Prestação de um melhor serviço alimentar, que por sua vez, reduz o desperdício de produtos;
- Maior flexibilidade por parte dos intervenientes no processo confecção.

Por outro lado, foram igualmente identificadas as fraquezas do sistema:

- Período de adaptação;
- Controlo de recursos mais rigorosos.

No que diz respeito às oportunidades, que correspondem aos fatores externos que influenciam positivamente o SI inteligente, podem-se enumerar a :

- Redução dos problemas associados à confecção e entrega de refeições;
- Expansão da base conhecimento que poderá vir a complementar o sistema, através do acréscimo de mais classificadores, com o intuito de melhorar o serviço;

- Implementação de novos componentes e funcionalidades;
- Aplicação e utilização do sistema em mais casos de estudo.

Por fim, é possível ainda destacar as seguintes ameaças ao sistema:

- A reticência por parte dos profissionais, nutricionistas em aderir ao novo sistema;
- A possibilidade de concorrência externa.

CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Esta dissertação encerra-se, então, com a descrições das conclusões, onde podemos destacar as principais contribuições alcançadas no âmbito do desenvolvimento e da exploração do sistema de informação web para o apoio à decisão para organizações vocacionadas para confecção e distribuição de refeições para a área da saúde e serviços de apoio social. Isto é, uma plataforma de apoio à decisão que com aplicação em duas áreas distintas. Na forma integrada e automática de gerir os planos alimentares dos diferentes tipos de utentes do Hospital da Misericórdia de Vila Verde e o calculo automática do custo de cada ementa, sempre tendo a em atenção o universo diversificado da instituição, desde os utentes aos funcionários. Neste capítulo são ainda identificadas linhas para um possível trabalho futuro nesta área.

No capítulo 1 deste documento, mais precisamente na Secção 1.3, foram apresentadas as questões de investigação que ao longo do documento foram sendo respondidas diretamente ou indiretamente. Deste modo, nas próximas secções são apresentadas respostas sucintas às questões colocadas de forma a sintetizar as principais conclusões e contribuições deste projeto.

Na Secção 7.1 são expostas as principais conclusões e contribuições do trabalho desenvolvido. Na secção 7.2, o capítulo conclui com a apresentação de algumas sugestões para dar continuidade ao trabalho, linhas relacionadas com questões de manutenção de modo a ser possível potenciar um crescimento contínuo das soluções implementadas nas áreas das Tecnologias de Informação(TI) com propostas de novos desenvolvimentos para promover a contínua melhoria dos serviços prestados aos utentes e funcionários no futuro.

7.1 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

Com a realização deste projeto de dissertação foram criados vários artefactos na área das Tecnologias de Informação(TI), isto é, soluções de TI desenhadas e desenvolvidas

à medida para responder a determinadas necessidades dos profissionais de nutrição da Cantina Social do Hospital da Misericórdia de Vila Verde, nomeadamente para auxiliar no planeamento de ementas e no processo de tomada de decisão nas diferentes valências prestadas aos utentes e funcionários.

Assim, a concretização deste trabalho passou por projetar, desenhar, desenvolver e implementar artefactos bem-sucedidos de TI, todas estas tarefas foram suportadas na metodologia de investigação *Design Science Research*(DSR), bem como num conjunto mais vasto de metodologias e tecnologias, apresentadas ao longo do documento e que viabilizaram a concepção das soluções de TI obtidas. A escolha das metodologias e das ferramentas mais apropriadas, baseou-se sempre na análise das vantagens identificadas e principalmente em questões de conformidade com sistemas relacionados e as limitações associadas à interoperação com esses sistemas.

De forma a responder à **Questão de Investigação nº 1** foi definido o caso de estudo que consistiu no desenvolvimento de um Sistema de Informação Web *user-friendly* com características inovadoras, cuja arquitetura possa ser fácil e rapidamente adaptada a diferentes casos práticos. Deste modo, pretende-se promover a implementação de um SI com um módulo de apoio à decisão na Cantina Social e desta forma diminuir consideravelmente os desperdícios, otimizando o tempo e recursos associados. Ao disponibilizar este conjunto de componentes passou a ser possível a visualização de informação e a gestão de todos os recursos apresentados no caso de estudo, proporcionando uma forma rápida de criação de fichas técnicas atendendo as necessidades dos intervenientes. Ambiciona-se, igualmente, um acesso facilitado à informação de qualidade, de forma a colocar o poder da descoberta de conhecimento nas mãos do utilizador.

Seguidamente, **Questão de Investigação nº 2**, envolve a implementação do componente de apoio à decisão para aplicar conhecimento adquirido em novas situações. Um sistema de apoio à decisão tem como objetivo transmitir ao utilizador dados pertinentes para facilitar o processo de tomada de decisão. Neste estudo, o objetivo é a sugestão de planos alimentares para cada tipo de utente, possibilitando estudos detalhados para a construção de novos padrões nutricionais.

Questão de Investigação nº 3 englobou o estudo minucioso do sistema atual da Cantina Social do Hospital da Misericórdia de Vila Verde. Com a realização deste trabalho, pretendeu-se concretizar um sistema que possibilite automatizar todas as relações importantes com os restantes departamentos da organização, para dessa forma racionalizar o tempo dispensado para cada atividade, por exemplo, o processamento de listagens de produtos para encomendas a fornecedores, interação dos nutricionistas com as cozinheiras, apoiando a confecção das refeições e orientando o trabalho para uma resposta de qualidade à particularidades de cada tipo de utente. Foram, igual-

mente, provadas a viabilidade, utilidade e usabilidade do SI apresentado ao longo deste projeto de dissertação **Questão de Investigação nº 4**, recorrendo a aplicação da metodologia de investigação de Prova de Conceito que incluiu a realização de análise SWOT (*Strengths Weaknesses Opportunities and Threats*) e de um estudo de usabilidade. Concluindo que a ferramenta proposta apresenta uma elevada escalabilidade, é útil, intuitiva e de fácil utilização, i.e., *user-friendly*.

7.2 TRABALHO FUTURO

Este projeto de dissertação tornou possível o desenvolvimento de artefactos de tecnologias de informação (TI) com a elevada potencialidade para expansão para, principalmente, tratamento e representação de conhecimento de qualidade, bem como auxiliar todos os intervenientes da Cantina Social do Centro Hospitalar da Misericórdia de Vila Verde, na aplicação de planos alimentares e no processo de tomada de decisão atendendo às necessidades evidenciadas.

Como trabalho futuro, seria vantajoso adicionar na aplicação web, novos módulos de processamento e um conjunto de componentes para complementar o trabalho desenvolvido. Relativamente ao Sistema de informação web, pretende-se expandir os seus módulos, componentes e funcionalidades, assim como proceder a utilização em mais casos práticos com o intuito de proporcionar um continuo crescimento. No futuro, a implementação e configuração de acesso a plataforma web é um dos principais objetivos a cumprir.

Por outro lado, no que diz respeito ao componente de planeamento inteligente de ementas para organizações de apoio social espera-se que o crescimento de informação em volume de dados e em complexidade justifique a pertinência da concepção de um sistema de BI de forma a expandir o conjunto de indicadores para uma melhor gestão da organização, sem esquecer que a experiência entretanto adquirida pela utilização das ferramentas atuais vai potenciar o aparecimento de novos contributos. Relativamente ao planeamento inteligente de refeições em centros hospitalares, pretende-se propor um sistema mais detalhado aos pacientes clínicos, com a incorporação de mais informação clínica. O trabalho futuro nesta área incluirá um processamento mais aprofundado dos dados de cada paciente para gerar um planeamento nutricional adequado para o seu estado de saúde.

Importante será também testar as soluções encontradas no presente trabalho em outras organizações ligadas ao apoio social.

Assim, podemos confirmar que os objetivos definidos e enquadrados nas questões de investigação colocadas foram cumpridos com sucesso.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Agnar Aamodt and Enric Plaza. Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *AI communications*, 7(1):39–59, 1994.
- [2] David S Aghassi. *Evaluating case-based reasoning for heart failure diagnosis*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1990.
- [3] Morvarid Bagherzadeh, Mitsuhiro Inamura, and Hyunchul Jeong. Food waste along the food chain. 2014.
- [4] Robert H Bonczek, Clyde W Holsapple, and Andrew B Whinston. *Foundations of decision support systems*. Academic Press, 2014.
- [5] Leo Breiman. Bagging predictors. *Machine learning*, 24(2):123–140, 1996.
- [6] Mike Cantelon, Marc Harter, TJ Holowaychuk, and Nathan Rajlich. *Node.js in Action*. Manning Greenwich, 2014.
- [7] Enrico Coiera. Clinical decision support systems. *Guide to health informatics*, 2(1), 2003.
- [8] Paulo Cortez and José Neves. *Redes neuronais artificiais*. 2000.
- [9] Ivan Nunes Da Silva, Danilo Hernane Spatti, Rogerio Andrade Flauzino, Luisa Helena Bartocci Liboni, and Silas Franco dos Reis Alves. *Artificial Neural Networks: A Practical Course*. Springer, 2016.
- [10] Associação Portuguesa de Nutrição. Guia Nutricional Portuguesa, year = 1999, url = <http://www.apn.org.pt/documentos/guias/GuiaAPN>, urldate = 2010-09-30.
- [11] Antônio de Pádua Braga, André Carlos Ponce de Leon Ferreira, and Teresa Bernarda Ludermir. *Redes neurais artificiais: teoria e aplicações*. LTC Editora, 2007.
- [12] Ali Fahmi, Amin Dorostanian, Hassan Rezazadeh, and Alireza Ostadrahimi. An intelligent decision support system (idss) for nutrition therapy: Infrastructure, decision support, and knowledge management design. *International Journal of Reliable and Quality E-Healthcare (IJRQEH)*, 2(4):14–27, 2013.

- [13] David Flanagan. *JavaScript: the definitive guide*. "O'Reilly Media, Inc.", 2006.
- [14] Richard Fox and Yuliya Bui. An artificial intelligence approach to nutritional meal planning for cancer patients. In *CSOC (1)*, pages 215–224. Springer, 2015.
- [15] Bernd Froessler, Peter Palm, Ingo Weber, Nicolette A Hodyl, Rajvinder Singh, and Elizabeth M Murphy. The important role for intravenous iron in perioperative patient blood management in major abdominal surgery: a randomized controlled trial. *Annals of surgery*, 264(1):41, 2016.
- [16] Cory Gackenheimer. *Introduction to React*. Apress, 2015.
- [17] João Gama, André Carlos Ponce de Leon Carvalho, Katti Faceli, Ana Carolina Lorena, Márcia Oliveira, et al. *Extração de conhecimento de dados: data mining*, 2015.
- [18] Simon Haykin. *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall PTR, 1994.
- [19] Jonas Hedman and Stefan Henningsson. Information systems integration in the food industry. In *Scandinavian Conference on Information Systems*, pages 145–160. Springer, 2012.
- [20] Alan Hevner and Samir Chatterjee. Design science research in information systems. In *Design research in information systems*, pages 9–22. Springer, 2010.
- [21] Tung Khuat et al. Developing a frontend application using reactjs and redux. 2018.
- [22] Janet L Kolodner. An introduction to case-based reasoning. *Artificial intelligence review*, 6(1):3–34, 1992.
- [23] Daniel Pacheco Lacerda, Aline Dresch, Adriano Proença, and JAV Antunes Júnior. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão & produção*, 20(4):741–761, 2013.
- [24] Daniel T Lee. Expert decision-support systems for decision-making. *Journal of Information Technology*, 3(2):85–94, 1988.
- [25] Chih-Chin Liang. Smart inventory management system of food-processing-and-distribution industry. *Procedia Computer Science*, 17:373–378, 2013.
- [26] André Luckow, Lukasz Lacinski, and Shantenu Jha. Saga bigjob: An extensible and interoperable pilot-job abstraction for distributed applications and systems. In *Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2010 10th IEEE/ACM International Conference on*, pages 135–144. IEEE, 2010.

- [27] Paolo Magni, Dennis M Bier, Sergio Pecorelli, Carlo Agostoni, Arne Astrup, Furio Brighenti, Robert Cook, Emanuela Folco, Luigi Fontana, Robert A Gibson, et al. Perspective: improving nutritional guidelines for sustainable health policies: current status and perspectives. *Advances in Nutrition*, 8(4):532–545, 2017.
- [28] Herbert L Meiselman, Larry L Leshner, et al. The effects of variety and monotony on food acceptance and intake at a midday meal. *Physiology & behavior*, 70(1-2): 119–125, 2000.
- [29] Júlia Oliveira-Formosinho and João Formosinho. Prefácio: A investigação-acção e a construção de conhecimento profissional relevante. *L. Máximo-Esteteves, Visão panorâmica da investigação-acção*, pages 7–14, 2008.
- [30] Haroon Shakirat Oluwatosin. Client-server model. *IOSRJ Comput. Eng*, 16(1): 2278–8727, 2014.
- [31] George Panagiotou. Bringing swot into focus. *Business strategy review*, 14(2):8–10, 2003.
- [32] Witold Pedrycz and Fernando Gomide. *Fuzzy systems engineering: toward human-centric computing*. John Wiley & Sons, 2007.
- [33] Ken Peppers, Tuure Tuunanen, Marcus A Rothenberger, and Samir Chatterjee. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77, 2007.
- [34] Barry M Popkin. Nutrition and labor productivity. *Social Science & Medicine. Part C: Medical Economics*, 12(1-2):117–125, 1978.
- [35] Filipe Portela, Alexandra Cabral, António Abelha, Maria Salazar, César Quintas, José Machado, and MF Santos. Knowledge acquisition process for intelligent decision support in critical health care. *Healthcare Administration: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 270, 2014.
- [36] Ana Isabel Rito, Isabel do Carmo, and João Breda. Guia de avaliação do estado nutricional infantil e juvenil. 2011.
- [37] Debaditya Roy, K Sri Rama Murty, and C Krishna Mohan. Feature selection using deep neural networks. In *Neural Networks (IJCNN), 2015 International Joint Conference on*, pages 1–6. IEEE, 2015.
- [38] Robert M Russell. Factors in aging that effect the bioavailability of nutrients. *The Journal of nutrition*, 131(4):1359S–1361S, 2001.

- [39] Garima Sahu and Rakesh Kumar Khare. Decision tree classification based decision support system for derma disease. *International Journal of Computer Applications*, 94(17), 2014.
- [40] Pentti Sipponen and Heidi-Ingrid Maaros. Chronic gastritis. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 50(6):657–667, 2015.
- [41] FME Team. Swot analysis-strategy skills. *Access date:(6, Feb, 2016). Available at: <http://www.free-management-ebooks.com/dldebkpdf/fme-swot-analysis.pdf>*, 2013.
- [42] Lotfi A Zadeh. A fuzzy-algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts. In *Systems Theory in the Social Sciences*, pages 202–282. Springer, 1976.