

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Rafael José Peres

**SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO AO PROFISSIONAL DA
SAÚDE - UM ESTUDO DE CASOS APLICADO AO PROFISSIONAL
DA NUTRIÇÃO**

Alfenas, 04 de Abril de 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO AO PROFISSIONAL DA
SAÚDE - UM ESTUDO DE CASOS APLICADO AO PROFISSIONAL
DA NUTRIÇÃO**

Rafael José Peres

Projeto apresentado ao Curso de Bacharelado em
Ciência da Computação da Universidade Federal
de Alfenas como requisito parcial para obtenção
do Título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Ricardo Menezes Salgado

Alfenas, 04 de Abril de 2013.

Rafael José Peres

**SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO AO PROFISSIONAL DA
SAÚDE - UM ESTUDO DE CASOS APLICADO AO PROFISSIONAL
DA NUTRIÇÃO**

A banca examinadora abaixo-assinada aprova a monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Alfnas.

Prof. Mateus Neves Barreto
Universidade Federal de Alfnas

Prof. Dr. Luciano Bruno de Carvalho Silva
Universidade Federal de Alfnas

Prof. Dr. Ricardo Menezes Salgado (Orientador)
Universidade Federal de Alfnas

Alfnas, 04 de Abril de 2013.

Dedico este trabalho a Deus que me deu sabedoria suficiente para chegar até aqui, possibilitou as alegrias das vitórias e me ensinou, através as dores das derrotas, a persistir.

AGRADECIMENTO

Agradeço à minha família, em especial meus pais Carlos e Elza e minha irmã Lívia, que me deram suporte financeiro, espiritual e emocional durante todo o tempo de graduação. Agradeço também à minha namorada Nathalie que esteve sempre presente, nas alegrias e nas tristezas.

Agradeço aos professores do curso de Ciência da computação da Universidade Federal de Alfenas por compartilharem seu conhecimento e contribuírem diretamente com a minha formação acadêmica e profissional.

Agradeço aos meus companheiros de república Rodrigo, Rodolfo, Mateus, Paulo Fernando, Torrico e Kaká que me acompanharam durante todo tempo e dividiram comigo dificuldades e alegrias.

A todos os meus amigos, que participaram, direta ou indiretamente, da minha formação e da minha vida, fica o meu muito obrigado, nada disso seria possível sem o apoio de todos eles.

RESUMO

No mundo atual a necessidade de agilidade e precisão nas decisões a serem tomadas aumenta a cada dia, com intuito de resolver problemas da melhor e mais rápida forma possível. As decisões que influenciam diretamente na saúde do ser humano mostram a necessidade de especialistas bem qualificados para serem tomadas. Em diversos casos, a decisão leva muito tempo, um tempo que, em muitas das ocasiões, não se tem, estes casos mostram a importância e utilidade de sistemas computacionais que auxiliem o profissional da saúde na tomada de decisão.

Este trabalho apresenta um modelo inteligente para apoio a decisão na área da saúde que tem como objetivo ser genérico de forma a abranger o máximo de casos possíveis. O modelo proposto pode ser facilmente adaptado, com auxílio de um especialista da área que se quer aplicar, para qualquer problema que envolva tomada de decisão.

O modelo proposto foi implementado para apoiar a decisão de profissionais da área da nutrição no momento da prescrição de planos alimentares. Os resultados obtidos foram satisfatórios tanto levando em consideração a economia de tempo quanto a precisão dos resultados obtidos.

Palavras-Chave: sistema de apoio à decisão, nutrição, planos alimentares.

ABSTRACT

In today's world the need for speed and accuracy in the decisions to be taken increases every day, in order to solve problems in the best and quickest way possible. The decisions that directly influence the health of human beings show the need for well-qualified experts to be taken. In many cases, the decision takes a long time, a time that, in many occasions, has not, these cases show the importance and usefulness of computer systems that help health professionals in decision making.

This paper presents a model for intelligent decision support in healthcare that aims to be generic to cover the maximum possible cases. The proposed model can be easily adjusted with the aid of an expert in the area who wants to apply for any problem involving decision making.

The proposed model has been implemented to support the decision of nutrition professionals when prescribing dietary plans. The results obtained were satisfactory considering both the time savings as the accuracy of the results.

Keywords: decision support system, nutrition, dietary plans.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELO	18
-------------------------	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TABELA DE PERFIS.....	19
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS.....	20
TABELA 3 – CONJUNTO DE REGRAS	20
TABELA 4 - CONJUNTO DE SOLUÇÕES	21
TABELA 5 - PERFIL DE ENTRADA	21
TABELA 6 - COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS QUALITATIVAS	22
TABELA 7 - ANÁLISE DE LIMITES NAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS.....	23
TABELA 8 - FAIXA DE PONTUAÇÃO	23
TABELA 9 - FUNÇÕES PARA ATRIBUIÇÃO DE PONTUAÇÃO	24
TABELA 10 - PONTUAÇÃO DE CADA VARIÁVEL	24
TABELA 11 - RETORNO DA MÁQUINA DE INFERÊNCIA	24
TABELA 12 - RETORNO DO SISTEMA	25
TABELA 13 - CLASSIFICAÇÃO DO PERFIL DO PROBLEMA	30
TABELA 14 - FAIXA ETÁRIA CONSIDERADA PARA O PROBLEMA	31
TABELA 15 - VALORES ASSOCIADOS A CADA TIPO DE DIABETES.....	31
TABELA 16 - VALORES ASSOCIADOS À DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE ATIVIDADE FÍSICA	31
TABELA 17 - VALORES ASSOCIADOS AO TEMPO DE REFEIÇÃO	32
TABELA 18 - PERFIS PRESENTES NA BASE DE DADOS	33
TABELA 19 - CONJUNTO DE REGRAS DO PROBLEMA	34
TABELA 20 - EXEMPLO DE PERFIL DE ENTRADA.....	35
TABELA 21 - ANÁLISE DAS VARIÁVEIS QUALITATIVAS.....	37
TABELA 22 - PONTUAÇÃO DE SIMILARIDADE DAS VARIÁVEIS QUALITATIVAS	38
TABELA 23 - FAIXAS DE ACEITAÇÃO	39
TABELA 24 - ANÁLISE DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS	39
TABELA 25 - FÓRMULAS PARA A ESTIPULAÇÃO DO VALOR DE REPRESENTATIVIDADE	40
TABELA 26 - EXEMPLO DE FAIXA DE PONTUAÇÃO	40
TABELA 27 - PONTOS DE REPRESENTATIVIDADE DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS.....	41
TABELA 28 - RETORNO DA MÁQUINA DE INFERÊNCIA	41
TABELA 29 - RETORNO FINAL DO SISTEMA IMPLEMENTADO	42
TABELA 30 - MÉDIA DE TEMPO GASTO COM O PLANEJAMENTO.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA	8
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Gerais.....	10
1.2.2 Específicos.....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 ABORDAGEM COMPUTACIONAL SOBRE SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO	12
2.1.1 Definindo conceitos	12
2.1.1.1 Dado	12
2.1.1.2 Informação	12
2.1.1.3 Conhecimento	13
2.1.2 Transformando dados em informações e informações em conhecimento	13
2.1.3 O processo de tomada de decisão.....	13
2.1.4 A tecnologia no suporte à decisão	14
2.2 SUPORTE À DECISÃO APLICADO À SAÚDE	15
3 METODOLOGIA PROPOSTA	17
3.1 BASE DE CONHECIMENTO	18
3.2 MÁQUINA DE INFERÊNCIA	21
3.3 BUSCA DE SOLUÇÕES	25
4 ESTUDO DE CASO	26
4.1 SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO AO NUTRICIONISTA	26
4.2 BASE DE CONHECIMENTO	27
4.2.1 Codificação dos perfis	27
4.2.2 Conjunto de regras.....	33
4.3 MODELO IMPLEMENTADO.....	35
4.4 BUSCA DE SOLUÇÕES	42
4.5 RESULTADOS	43
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 INTRODUÇÃO

Devido à globalização mundial é necessário que, a cada dia, tenha-se maior agilidade e precisão nas decisões a serem tomadas, podendo assim resolver problemas da melhor e mais rápida forma possível. Essa necessidade torna-se mais evidente quando estão envolvidas questões que influenciam na saúde do ser humano. É nessa hora que se verifica a necessidade e importância de um especialista bem qualificado. Este profissional será responsável por avaliar cada caso, levando em consideração os dados disponíveis e a experiência adquirida nos seu dia-a-dia de trabalho.

Porém quando se trata de casos onde a decisão demanda muito tempo, seria de grande utilidade a existência de um sistema que analise, com agilidade, as informações existentes e busque, através das mesmas, relações ainda não visualizadas e testadas entre os dados já conhecidos. Essas relações possibilitarão a geração de novas informações, ou apontarão quais medidas devem ser tomadas para que o caso estudado tenha uma solução mais rápida e precisa.

A utilização dos conhecimentos da tecnologia da informação (TI) na área da saúde pode trazer maior agilidade e precisão nos processos desenvolvidos. O aumento da velocidade do procedimento ocasiona também a redução dos custos. Apesar de toda a tecnologia atualmente disponível, muitos pacientes ainda são prejudicados por decisões humanas erroneamente tomadas, espera-se que utilizando a TI para auxiliar nas tomadas de decisão, as falhas humanas sejam reduzidas.

1.1 Justificativa

A tomada de decisão, em qualquer setor e nos mais diversos níveis, constitui geralmente um processo complexo. A disponibilidade de informações é um fator importante para possibilitar uma decisão eficaz e com maior grau de confiabilidade

(PEREIRA; FONSECA, 1997). Dessa forma, informações precisas são essenciais para possibilitar segurança no processo de tomada de decisões.

O uso dos Sistemas de Suporte à Decisão (DSS) vem crescendo e se popularizando devido a grandes quantidades de dados geradas e armazenadas por todos os tipos de setores, a fim de extrair alguma informação importante. Diante deste dilema, a pesquisa com relação ao DSS vem se aprimorando em buscas de novas técnicas e modelos que possam solucionar os diversos problemas de forma eficiente (NEVES, 2011).

A necessidade de maior controle sobre os altos custos da assistência médica obriga os gestores da saúde a buscarem soluções em tecnologia da informação (TI). O principal objetivo seria o de reduzir erros de diagnóstico e prescrições, além do aperfeiçoamento e ampliação do conhecimento das equipes através do levantamento de informações relacionadas ao atendimento às populações (LAUDON; LAUDON, 2007).

Um dado importante trazido por Laudon e Laudon (1999) e que foi extraído de estudo realizado em Harvard, é de que nos Estados Unidos são prejudicados 200.000 pacientes por ano devido a erros na administração de medicamentos dentro dos hospitais. Estes erros poderiam ser minimizados com o auxílio de tecnologias de apoio ao controle de aplicação de medicamentos.

A introdução da TI e de sistemas de apoio a decisões, pode alavancar a melhoria no atendimento e nos processos de trabalho nas instituições de Saúde. A redução de custos pode ser uma consequência; no entanto, são muitas as dificuldades de implementação dos Sistemas de Informações em Saúde (SIS), nem sempre ocasionados pela falta de TI, mas, principalmente, pela resistência às novas formas de trabalho, bem como pelas questões culturais (OLIVEIRA; et al, 2004).

O estudo de sistemas de informação em saúde (SIS) é ainda rudimentar no mundo inteiro. Desde o início, as publicações e pesquisas sobre os SIS sempre focaram a tecnologia em computação como o ponto central. Alguns dos objetivos principais das conferências iniciais sobre informática em saúde não foram alcançados e esta falha pode ser atribuída à excessiva orientação tecnológica, ao invés de uma orientação social e ligada à comunicação (GIUSE; KUHN, 2003). Estas conclusões não são exclusivas da saúde. A compreensão da realidade social para o

desenvolvimento de sistemas de informação é essencial para o sucesso destes sistemas. Porém, o setor de saúde possui algumas peculiaridades que tornam ainda maior o desafio, uma delas é a natureza instável, ou seja, a ausência de padrões bem definidos do trabalho em saúde (ANDRADE, 2008).

Ao aplicar conceitos de Sistemas de Informação adquiridos em instituições comerciais, ajustando-os ao contexto, nos sistemas de saúde, novos relacionamentos e ideias podem surgir, propiciando o avanço do conhecimento (CHIASSON, 2004).

O objetivo desse trabalho de conclusão de curso é apresentar um modelo inteligente genérico de suporte à decisão que evite, ou pelo menos reduza a possibilidade de erro humano e proporcione uma maior agilidade na tomada de decisão. Pretende-se, com isso, contribuir na construção de sistemas de informação específicos para cada setor da área. É importante ressaltar que no desenvolvimento de sistemas baseados em Inteligência Artificial, o objetivo não é o de substituir completamente a tomada de decisões humana, mas sim auxiliar o processo de tomada de decisão humana buscando maior precisão e agilidade.

Espera-se que os resultados possam inspirar a criação de sistemas de informação em saúde para serviços públicos ou privados. Pretende-se também, auxiliar na diminuição das falhas tão comumente associadas a sistemas de informação em saúde.

1.2 Objetivos

1.2.1 Gerais

Este trabalho tem como objetivo desenvolver e aplicar um modelo inteligente de suporte à decisão que poderá ser adaptado para utilização em diversos setores da área da saúde.

1.2.2 Específicos

- Auxiliar a decisão de profissionais da saúde;
- Aumentar a precisão das prescrições e indicações;
- Agilizar as análises e os processos de prescrição;
- Aplicar o modelo proposto a um caso real na área da saúde.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Abordagem computacional sobre sistemas de suporte à decisão

Para que decisões sejam tomadas com rapidez e qualidade, é importante que as organizações disponham de um sistema de comunicação eficiente, sendo, para isso, indispensável o suporte da tecnologia (ANGELONI, 2003).

Os elementos dados, informação, conhecimento, comunicação e tecnologia dão suporte à tomada de decisão. Dados por si só não significam conhecimento útil para a tomada de decisão, constituindo-se apenas o início do processo. O grande desafio dos tomadores de decisão é o de transformar dados em informação e informação em conhecimento, minimizando as interferências individuais nesse processo de transformação (ANGELONI, 2003).

2.1.1 Definindo conceitos

2.1.1.1 Dado

Os dados são elementos brutos, sem significado, desvinculados da realidade. São, segundo Davenport (1998, p. 19), “observações sobre o estado do mundo”. São símbolos e imagens que não dissipam nossas incertezas. Eles constituem a matéria-prima da informação. Dados sem qualidade levam a informações e decisões da mesma natureza (ANGELONI, 2003).

2.1.1.2 Informação

As informações são dados com significado. “São dados dotados de relevância e propósito” (DAVENPORT, 1998, p.18). Elas são o resultado do encontro de uma situação de decisão com um conjunto de dados, ou seja, são dados contextualizados que visam a fornecer uma solução para determinada situação de decisão (LUSSATO, 1991).

2.1.1.3 Conhecimento

O conhecimento pode ser considerado como a informação processada pelos indivíduos. O valor agregado à informação depende dos conhecimentos anteriores desses indivíduos. Assim sendo, adquirimos conhecimento por meio do uso da informação nas nossas ações. Dessa forma, o conhecimento não pode ser desvinculado do indivíduo; ele está estritamente relacionado com a percepção do mesmo, que codifica, decodifica, distorce e usa a informação de acordo com suas características pessoais, ou seja, de acordo com seus modelos mentais (ANGELONI, 2003).

2.1.2 Transformando dados em informações e informações em conhecimento

Dotar os dados, as informações e os conhecimentos de significados não é um processo tão simples como parece. Características individuais que formam o modelo mental de cada pessoa interferem na codificação/decodificação desses elementos, acarretando muitas vezes distorções individuais que poderão ocasionar problemas no processo de comunicação (ANGELONI, 2003).

O decisor deve ter a consciência de que o maior desafio não é o de obter os dados, as informações e os conhecimentos, mas sim a aceitação de que, no processo de codificação/decodificação, as distorções ocorrem e que existem formas para amenizá-las (ANGELONI, 2003).

Diferentes pessoas interpretam o mesmo fato de diferentes maneiras devido aos seus modelos mentais, que as levam a percebê-lo de maneira diferente. Estar consciente dessa e de muitas outras interferências no tratamento dos dados consiste no primeiro passo para amenizá-las (PEREIRA; FONSECA, 1997).

2.1.3 O processo de tomada de decisão

No processo de tomada de decisão, é importante ter disponíveis dados, informações e conhecimentos, mas esses normalmente estão dispersos, fragmentados e armazenados na cabeça dos indivíduos e sofrem interferência de seus modelos

mentais. Nesse momento, o processo de comunicação e o trabalho em equipe desempenham papéis relevantes para resolver algumas das dificuldades essenciais no processo de tomada de decisão. Pelo processo de comunicação, pode-se buscar o consenso que permitirá prever a adequação dos planos individuais de ação em função do convencimento, e não da imposição ou manipulação. Pelo trabalho em equipe, pode-se conseguir obter o maior número de informações e perspectivas de análise distintas, sendo validada a proposta mais convincente no confronto argumentativo dos demais (GUTIERREZ, 1999).

2.1.4 A tecnologia no suporte à decisão

A tecnologia exerce um papel essencial tanto na comunicação e armazenamento dos dados, das informações e dos conhecimentos como na integração dos tomadores de decisão (ANGELONI, 2003).

De qualquer parte do mundo, o tomador de decisão pode acessar a experiência passada de outras pessoas e aprender com elas (JOHNSON, 1997). A troca de informações e de conhecimentos e sua qualidade e rapidez estão no coração do sucesso das organizações (ANGELONI, 2003).

Ao mesmo tempo em que as tecnologias conduzem a um aumento da capacidade de compartilhamento da informação e do conhecimento, possibilitam também o aumento de suas quantidades disponíveis, que é, antes de tudo, um aumento de dados brutos. Desses, apenas uma parte se transforma em informações potenciais, o que significa que apenas pequeno número delas se transformará em informações ou em conhecimento (LUSSATO, 1991).

O aumento constante do volume de informações e conhecimentos tem constituído crescente dificuldade em momentos de decisão. É necessário saber separar os dados para que as informações utilizadas para decisão sejam consideradas úteis, ou seja, as informações devem ser compreendidas pelo tomador de decisão (ANGELONI, 2003).

2.2 Suporte à decisão aplicado à saúde

Um estudo realizado por Moraes, et al (2012) mostra a utilização de um sistema inteligente de apoio ao diagnóstico clínico de asma. Um algoritmo foi aplicado à uma base de conhecimento com a finalidade de extrair conhecimento. Como entrada para o algoritmo foram utilizados dados a partir de um formulário com 40 questões pré-selecionadas por uma equipe especializada da área da saúde. Como resultado, foi criado um sistema para dispositivos móveis onde, com algumas informações do paciente, sugere o diagnóstico para asma com taxa de acerto de 91,61%.

Fernandes, et al (2011) propôs em seu trabalho um sistema de suporte à decisão para auxílio na escolha de fórmulas para medicamentos em farmácias especializadas em manipulação. O sistema desenvolvido utiliza do conhecimento de uma base anteriormente criada para resolver problemas atuais. O sistema baseia-se nas características do cliente que necessita realizar a compra de um medicamento bem como os principais compostos químicos, efeitos colaterais e tipo do medicamento que deve ser produzido. No fim do processo é sugerida uma fórmula para a produção do medicamento. O sistema foi submetido a baterias de testes por diferentes farmácias especializadas e diferentes profissionais e chegou-se a um retorno confiável de 97,74%.

Um sistema inteligente de suporte à decisão baseado em algoritmo genético para detecção e qualificação do câncer de boca foi desenvolvido por Ferreira (2010). O sistema desenvolvido consiste em analisar dados existentes e gerar uma fórmula que aplicada às características do paciente retorna a classificação do câncer de boca. Os resultados do sistema alcançaram médias entre 98,06% e 99,64% de acerto na classificação do câncer de boca, com desvio padrão máximo de 2,71%.

Borsato, et al (2006) apresenta um sistema de apoio à decisão para os serviços de atendimento pré-hospitalar de urgência e emergência. O objetivo do sistema é auxiliar os profissionais de saúde que fazem o atendimento pré-hospitalar a recuperar, a partir de uma base de casos, o procedimento mais adequado que deve ser executado durante o atendimento às vítimas de uma ocorrência. Os dados registrados são fichas de texto livre, dando assim, maior liberdade ao especialista. Para a recuperação da informação é baseada no modelo vetorial, com isso os

resultados considerados relevantes recuperados, podem ser ordenados por grau de similaridade. O sistema foi submetido a diferentes buscas e obteve uma média de 82% de precisão nos resultados retornados.

Utilizando redes neurais artificiais, Dorileo, et al (2006) apresentou um sistema inteligente que auxilia a identificação do desenvolvimento da psoríase subclínica - casos com potencial para o desenvolvimento da psoríase - principalmente entre familiares descendentes de um caso diagnosticado. Para a validação dos resultados foram preenchidos questionários com casos reais. A média de desempenho na fase de treinamento da rede neural foi de 100%. Na fase de testes houve, em média, 62% de consistência com as respostas do questionário.

Com o objetivo de consolidar e fornecer informações estratégicas e preencher a lacuna existente entre o conhecimento dos médicos, administradores e o corpo gerencial sobre a evolução clínica dos pacientes em hospitais de câncer, Leitão, et al (2006) apresentou um sistema de apoio à decisão aplicado na gestão de atendimento, a principal meta foi acompanhar o paciente no fluxo de tratamento em tempo real agregando informações clínicas e da situação da fila de atendimento. O sistema utiliza técnicas de simulação computacional para analisar as melhores alternativas de acesso, agendamento, utilização de recursos humanos e do parque de equipamentos disponíveis. Quanto à metodologia utilizou-se o estudo de caso único. Como resultado foi desenvolvido um sistema interativo que possibilita uma visão não só dos eventos passados como também da situação atual do paciente e sua programação futura. Através de uma interface gráfica o sistema de informações permite que o médico avalie todo o histórico clínico do paciente garantindo sua rastreabilidade, o sistema também agiliza a análise dos processos que compõem o tratamento do câncer possibilitando a identificação de possíveis gargalos do sistema.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

O modelo proposto é genérico podendo ser usado em diversas situações. O funcionamento consiste em obter soluções para um problema comparando as suas variáveis com as variáveis armazenadas na base de conhecimento construída. Esta comparação pode ser baseada em comparação exata de variáveis e/ou através de uma métrica de distância que pode ser definida especificamente para cada problema solucionado pelo modelo. Além disso, as variáveis do problema são filtradas por um conjunto de regras que aumenta a precisão do resultado. O perfil do problema apresentado é identificado com um grupo de perfis que levam a possíveis soluções para o problema.

O modelo apresenta uma característica bem simples através da utilização de uma base de conhecimentos formada por perfis (vetores de variáveis) que levam a uma solução juntamente com uma base de regras formadas pela concatenação de informações que utilizam instruções lógicas do tipo (**if-then-else**) para encontrar perfis similares ao o dado como entrada.

Quando um novo perfil é apresentado ao sistema, primeiramente são filtradas as informações que são passíveis de comparação exata. Tendo isso feito, são comparadas as variáveis restantes utilizando a métrica de distancia definida, juntamente com esta comparação, são impostas as regras (por exemplo, limite superior e inferior da variável). Durante as comparações, pontos de similaridade são atribuídos ao perfil analisado para representar o seu grau de similaridade com o perfil de entrada. Os pontos são compatíveis com a representatividade de cada variável. Após isso o sistema retorna todas as soluções vinculadas aos perfis compatíveis ao perfil apresentado bem como o grau de similaridade de cada uma.

A base de regras visa estabelecer limites para que, se ao analisar um perfil da base de conhecimento, a comparação de uma de suas variáveis, utilizando a métrica definida, extrapole o limite aceitável o perfil possa ser descartado do grupo de perfis similares, aumentando assim, a precisão das soluções retornadas. É na base de regras que é definida a representatividade de cada variável do perfil. A Figura 1 –

representa de maneira direta como funciona o processo de classificação/identificação de um perfil de entrada.

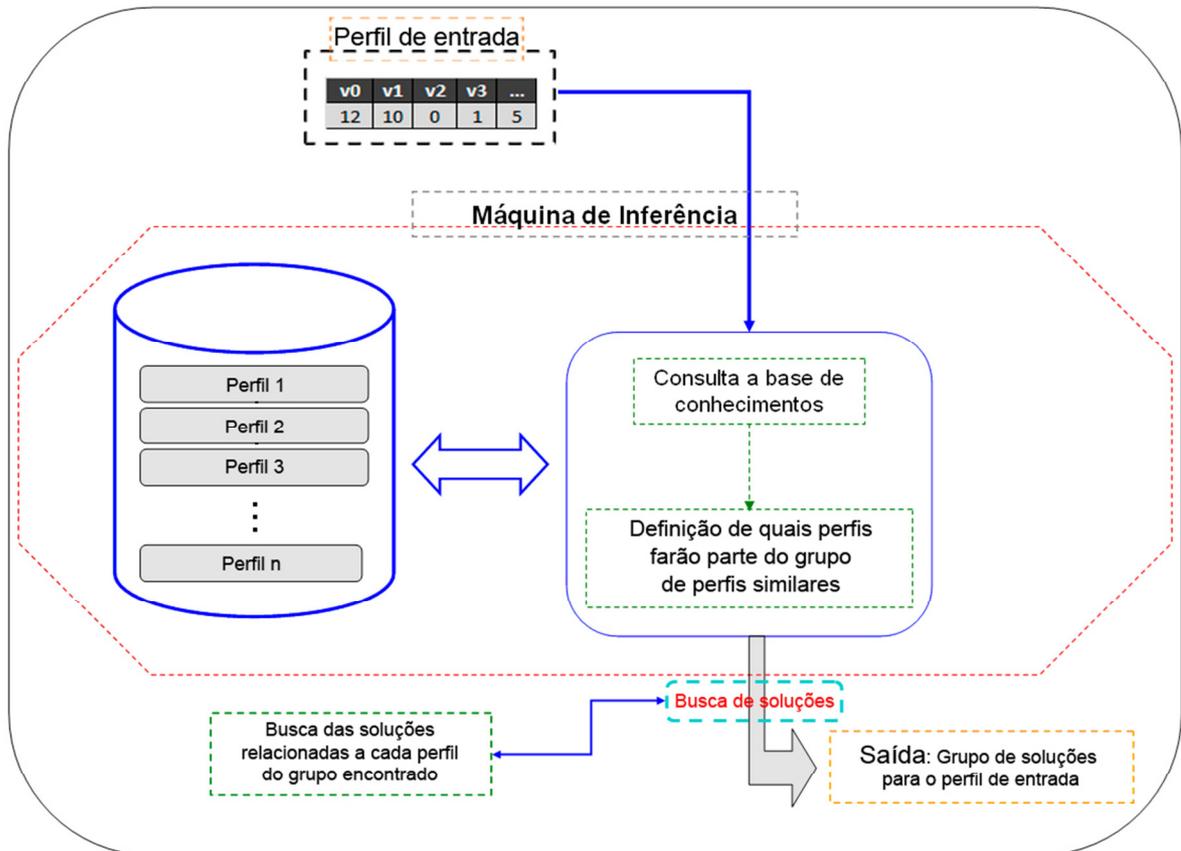


Figura 1 – Fluxograma do modelo proposto

3.1 Base de conhecimento

A base de conhecimento do modelo é formada por três componentes: A – Conjunto de perfis relacionadas ao problema, B – Conjunto de regras e C – Soluções para o problema relacionadas aos conjuntos de variáveis de A.

Para ilustrar melhor os três componentes tem-se um exemplo simples: suponha-se que se quer aplicar o modelo para definir qual tipo de carro se adequa melhor a um individuo. Para isso utiliza-se algumas características relevantes do

individuo para a criação de um perfil, por exemplo: sexo, idade, estado civil, quantidade de filhos, marca de automóvel preferida e renda mensal.

A – Conjunto de perfis

O conjunto de perfis que compõe a base de conhecimento do sistema deve ser o mais diversificado possível para representar o maior número de situações existentes no cotidiano do problema. Cada perfil pode conter quatro tipos de variáveis: quantitativas de decisão, quantitativa de precisão, qualitativa de decisão ou qualitativa de precisão. Variáveis de decisão definem quais perfis devem ser aproveitados e quais descartados, as de precisão são responsáveis por ordenar os perfis selecionados por adequação. No caso do exemplo, o conjunto de variáveis é composto por vários diferentes perfis de pessoas como é exemplificado na Tabela 1 – Tabela de perfis.

	Sexo	Idade	Estado civil	Quantidade de filhos	Marca preferida	Renda
Perfil 1	Masculino	23	Solteiro	0	Honda	2500
Perfil 2	Feminino	37	Casado	2	Fiat	3000
Perfil 3	Masculino	35	Solteiro	1	Fiat	3500
Perfil 4	Masculino	20	Solteiro	0	Honda	1800

Tabela 1 – Tabela de perfis

As variáveis de decisão são identificadas de acordo com o problema, normalmente são as variáveis com maior importância. Para o exemplo dado serão variáveis de decisão: sexo, idade e estado civil. A Tabela 2 mostra como as variáveis do exemplo são classificadas.

	Variável	Tipo
Decisão	Sexo	Qualitativa
	Idade	Quantitativa
	Estado civil	Qualitativa

Precisão	Quantidade de filhos	Quantitativa
	Marca preferida	Qualitativa
	Renda	Quantitativa

Tabela 2 - Classificação de variáveis

B – Conjunto de regras

O conjunto de regras dita a representatividade das variáveis bem como pode estabelecer limites de aceitação para as variáveis quantitativas. Para que haja representatividade diferente para cada variável, as regras definem um peso para cada uma e, para melhorar a precisão, limites de aceitação são estipulados para as variáveis quantitativas. Um possível conjunto de regras para o exemplo dados é mostrado na Tabela 3.

	Sexo	Idade	Estado civil	Quantidade de filhos	Marca preferida	Renda
Peso	10	15	15	15	5	10
Limite	-	5	-	2	-	600

Tabela 3 – Conjunto de regras

Os limites funcionam da seguinte forma: suponha-se um limite superior/inferior de 5 unidades para a variável idade, desta forma durante a busca por perfis semelhantes, os que a diferença absoluta entre idades for maior que 5 serão descartados. Os pesos definem quantos pontos vale a variável, ou seja, quantos pontos de similaridade o perfil analisado recebe por ter uma variável idêntica ou muito parecida com o perfil de entrada.

C – Conjunto de soluções

O conjunto de soluções é composto pelas soluções adequadas aos perfis presentes no conjunto de perfis (A). Cada perfil presente no conjunto de variáveis está diretamente relacionado a um elemento do conjunto de soluções. A Tabela 4 mostra um conjunto solução para o exemplo dado.

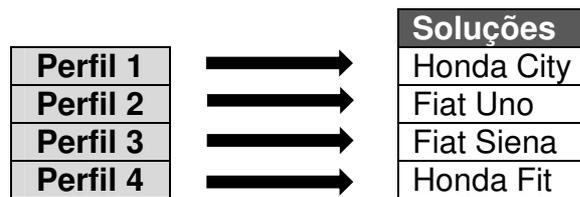


Tabela 4 - Conjunto de soluções

3.2 Máquina de inferência

A máquina de inferência tem por objetivo filtrar os perfis da base de conhecimento para selecionar quais perfis são os mais semelhantes ao dado de entrada. A máquina proposta funciona de forma simples e genérica, possibilitando a aplicação do modelo em diversos setores e áreas. Seu funcionamento é dividido em duas partes: busca de dados e seleção de dados.

A busca de dados traz da base de conhecimento todos os dados disponíveis para seleção. A seleção dos dados é feita da seguinte forma:

1. As variáveis qualitativas do perfil de entrada são comparadas com as equivalentes de cada perfil da base de conhecimento. A comparação se dá de forma exata, desta forma, se alguma variável qualitativa do perfil analisado não corresponder exatamente à variável correspondente no perfil de entrada o perfil analisado é descartado. Caso todas as variáveis sejam correspondentes o perfil é adicionado no grupo de perfis similares. Utilizando ainda a situação definida no item 3.1, tem-se o exemplo abaixo:

A Tabela 5 mostra um exemplo de perfil de entrada para o problema.

Sexo	Idade	Estado civil	Quantidade de filhos	Marca preferida	Renda
Masculino	21	Solteiro	1	Honda	2750

Tabela 5 - Perfil de entrada

A Tabela 6 mostra a comparação das variáveis qualitativas do perfil de entrada definido na Tabela 5 com os perfis mostrados na Tabela 1.

	Sexo	Estado civil	Marca preferida
	Masculino	Solteiro	Honda
Perfil 1	=	=	=
Perfil 2	≠	≠	≠
Perfil 3	=	=	≠
Perfil 4	=	=	=

Tabela 6 - Comparação de variáveis qualitativas

Nesta primeira etapa apenas o indivíduo 2 é descartado por divergir do perfil de entrada nas variáveis de decisão: sexo e estado civil. O perfil 3 não é descartado pois diverge apenas na variável 'marca preferida' que, por sua vez, é uma variável de precisão. Portanto, serão adicionados ao grupo de similares os indivíduos 1, 3 e 4. Porém, com pontuações de similaridade diferentes uma vez que, utilizando os pesos definidos na Tabela 3, os perfis 1 e 4 somaram pontos em todas as variáveis, totalizando 30 pontos de similaridade. Já o perfil 3 não recebeu os pontos da variável 'Marca preferida', totalizando 25 pontos.

2. As variáveis quantitativas de cada perfil do grupo de similaridade selecionado até o momento passam pelas regras de limites definidas pelo grupo de regras na Tabela 3. Quando um perfil possui uma variável quantitativa de decisão que ultrapassa o limite definido, este perfil é automaticamente descartado do grupo de similares. Para o exemplo, os valores aceitáveis para as variáveis quantitativas são: idade entre 16 e 26 anos, quantidade de filhos entre -1 e 3 e renda entre 2150 e 3350. A Tabela 7 mostra a análise dos limites nas variáveis quantitativas dos perfis do grupo de similaridade.

	Idade	Quantidade de filhos	Renda
	19	1	2750
Perfil 1	✓	✓	✓
Perfil 3	✗	✓	✗
Perfil 4	✓	✓	✗

Tabela 7 - Análise de limites nas variáveis quantitativas

Depois de aplicadas as regras, o perfil 3 é retirado do grupo dos similares pois a variável 'idade', que é de decisão, não esta na faixa aceitável. O individuo 4, apesar de sua variável 'renda' não estar dentro da faixa aceitável, continua no grupo pois, 'renda' é uma variável de precisão. Portanto, ao final desta etapa, o grupo de similares contem os perfis 1 e 4.

- Após serem aplicadas as regras de limite às variáveis quantitativas, o sistema deve atribuir pontos de similaridade às mesmas. Para a atribuição dos pontos, o sistema compara as variáveis do perfil analisado com as do perfil de entrada através da métrica definida para a comparação. Quanto mais distante do valor ideal, menor a pontuação atribuída ao perfil.

Suponha-se que a métrica utilizada é a da distância euclidiana entre as variáveis, com isso, quanto menos a distancia, maior a pontuação atribuída ao perfil. Pode-se criar formulas lineares para estipular a pontuação de cada variável, por exemplo, de acordo com as regras definidas na Tabela 3, a faixa de variação da idade é 5 e seu peso é 15. Com isso, se a distancia euclidiana da idade for igual a 0, são atribuídos 15 pontos, se for igual a 5, 0. Cria-se então uma faixa de pontuação ligada diretamente à distância euclidiana entre as variáveis. A Tabela 8 mostra como seria a faixa no caso da variável 'idade'.

Distância	0	1	2	3	4	5
Pontuação	15	12	9	6	3	0

Tabela 8 - Faixa de pontuação

Para cada variável deve se criar uma função linear que define a pontuação que deve ser atribuída ao perfil. A Tabela 9 mostra as funções definidas para cada variável do exemplo.

Idade	$15 - (\Delta\text{Idade} * 3)$
Quantidade de filhos	$15 - (\Delta\text{QtdFilhos} * 7,5)$
Renda	$10 - (\Delta\text{Renda} * 0,0166)$

Tabela 9 - Funções para atribuição de pontuação

A Tabela 10 mostra a pontuação atribuída ao perfil por cada variável aplicando as funções mostradas na Tabela 9.

	Idade	Quantidade de filhos	Renda
Perfil 1	9	7,5	2,5
Perfil 4	12	7,5	0

Tabela 10 - Pontuação de cada variável

Tendo isso feito, a máquina de inferência já pode calcular a pontuação total de similaridade e retornar o grupo de indivíduos similares. No caso do exemplo, seriam retornados os indivíduos 1 e 4, com 49 e 49,5 pontos de similaridade respectivamente como mostra a Tabela 11.

	Similaridade
Perfil 1	49
Perfil 4	49,5

Tabela 11 - Retorno da máquina de inferência

3.3 Busca de soluções

A última etapa do sistema antes de apresentar as soluções finais é a ‘busca de soluções’. Como dito anteriormente, cada perfil armazenado no banco de conhecimento está diretamente relacionado a uma solução para o problema. Nesta etapa, o sistema busca as soluções para cada individuo presente no grupo de similaridade encontrado. No caso do exemplo dado as soluções seriam: Honda City e Honda Fit.

Para que o valor da similaridade seja mais palpável pode-se convertê-lo em porcentagem. Para isso, basta aplicar uma função linear aos valores encontrados. É fácil obter a função sabendo a máxima pontuação possível para um perfil, no exemplo dado, a maior pontuação possível seria 70 pontos de similaridade. Considerando 70 pontos como 100% de similaridade encontra-se facilmente a porcentagem de cada valor da solução utilizando:

$$\text{Porcentagem} = \frac{\text{Similaridade} * 100}{70}$$

A Tabela 12 mostra o retorno do sistema para o perfil dado como entrada no exemplo.

	Similaridade
Honda Fit	70,71%
Honda City	70%

Tabela 12 - Retorno do sistema

4 ESTUDO DE CASO

O modelo inteligente proposto neste trabalho será aplicado a uma situação real na área da nutrição visando auxiliar o profissional na execução da prescrição e criação de um plano alimentar.

4.1 Sistema inteligente de apoio ao Nutricionista

O apoio à decisão do profissional da nutrição no momento da prescrição de um plano alimentar faz com que a criação do plano seja mais precisa e possivelmente melhor aceita pelo cliente, visto que o sistema sugere um plano que melhor se enquadre às características do cliente.

No atendimento nutricional tradicional o nutricionista na primeira consulta faz uma análise dos hábitos de vida do cliente, registra informações como histórico familiar, exames laboratoriais e hábitos alimentares, realiza uma avaliação física completa, define o objetivo do tratamento, inicia uma orientação nutricional e marca uma data (normalmente uma semana após) para a entrega do plano alimentar.

A primeira consulta leva em média 60 minutos, porém, para a criação do plano alimentar, o profissional leva em média 90 minutos, com isso, a consulta que deveria ser de 60 minutos por cliente pode chegar a 150 minutos por cliente. O profissional muitas vezes utiliza o seu tempo livre para construir os planos alimentares de seus clientes.

A adesão ao tratamento dietético é muito mais que simplesmente cumprir determinações do profissional de saúde. O processo deve permitir ao paciente tornar-se participante ativo na terapia nutricional, dando-lhe autonomia e habilidade para aceitar ou não as recomendações dos profissionais de saúde (PONTIERI; BACHION, 2010).

A criação de planos alimentares é uma tarefa dispendiosa e que requer inúmeros cálculos para adequação de nutrientes, adequação de valor energético dentre outros. A prescrição de um plano que satisfaça as necessidades do cliente

por completo pode ser a chave para a adesão do cliente ao tratamento nutricional. Muitas vezes o profissional não pode fazer um melhor trabalho de orientação e educação nutricional por precisar economizar o tempo sabendo que o planejamento será custoso.

Visto isso, a criação de um sistema que auxilie na criação do plano alimentar aumentaria o tempo disponível ao nutricionista para trabalhos de orientação e educação e, conseqüentemente, aumentaria a adesão do cliente ao tratamento. Com uma sugestão inicial de plano alimentar para o cliente o nutricionista pode diminuir de 90 minutos para menos de 10 minutos o tempo de criação do plano alimentar, economizando o seu tempo e aumentando a qualidade de seu atendimento.

O modelo inteligente proposto neste trabalho foi adequado às necessidades do problema da nutrição e baseia-se em características do cliente para o qual o plano alimentar será proposto bem como características do plano que deseja se propor. A seguir serão apresentados as particularidades envolvidas no problema da nutrição e como a modelagem proposta foi adaptada a esta realidade.

4.2 Base de conhecimento

A base de dados utilizada para o modelo proposto é composta de perfis de pessoas e planos que são diretamente relacionados a um cardápio. Para que o sistema possa ter uma maior abrangência, os padrões utilizados são diversificados, ou seja, os perfis têm diferentes características para que a chance de se encontrar um plano adequado para qualquer cliente seja maior.

4.2.1 Codificação dos perfis

Os perfis citados anteriormente são compostos por dados extraídos da anamnese e antropometria de um determinado cliente e, das características do plano alimentar buscado pelo profissional. As características utilizadas para a criação dos perfis foram escolhidas com auxílio de um profissional da área. Todas as características

escolhidas foram consideradas relevantes para a prescrição de um plano alimentar adequado.

As características/variáveis do cliente se resumem a dados referentes à anamnese como: sexo, idade, pressão arterial, se tem diabetes, tipo da diabetes, valor glicêmico, se já teve orientação nutricional, quantidade de refeições diárias, se come nos intervalos das refeições, se come em frente à TV, se faz uso de suplementos, frequência de atividade física e antecedentes familiares; e dados referentes à antropometria como: nove dobras cutâneas, onze perímetros, peso atual, desejado e habitual, estatura e altura do joelho.

Do plano, utiliza-se as seguintes características/variáveis: valor energético, porcentagem de distribuição de carboidratos, proteínas e lipídeos e porcentagem de distribuição nas refeições.

As variáveis foram divididas em dois grupos: decisão e precisão. No grupo de decisão estão as variáveis que são indispensáveis para que um plano alimentar possa ser sugerido para o cliente, durante a busca por um plano adequado, se alguma das variáveis de decisão não estiver de acordo com o que se espera o plano é descartado. No grupo de precisão estão variáveis que analisam o cliente e o plano mais detalhadamente para que se possa ordenar os planos, que foram escolhidos através das variáveis de decisão, por relevância.

Em ambos os grupos existem variáveis quantitativas e qualitativas, a Tabela 13 organiza as variáveis do sistema de acordo com seu grupo e tipo.

	Variável	Tipo	Índice
Decisão	Sexo	Qualitativa	1
	Idade (meses)	Quantitativa	2
	Valor energético	Quantitativa	3
	Porcentagem de carboidratos	Quantitativa	4
	Porcentagem de proteínas	Quantitativa	5
	Porcentagem de lipídeos	Quantitativa	6
	Porcentagem da refeição global	Quantitativa	7
	Porcentagem da refeição café	Quantitativa	8
	Porcentagem da refeição lanche da manhã	Quantitativa	9

Decisão	Porcentagem da refeição colação	Quantitativa	10
	Porcentagem da refeição almoço	Quantitativa	11
	Porcentagem da refeição lanche da tarde 1	Quantitativa	12
	Porcentagem da refeição lanche da tarde 2	Quantitativa	13
	Porcentagem da refeição jantar	Quantitativa	14
	Porcentagem da refeição lanche da noite	Quantitativa	15
	Porcentagem da refeição ceia	Quantitativa	16
	Estatura	Quantitativa	17
	Peso atual	Quantitativa	18
Precisão	Pressão sistólica	Quantitativa	19
	Pressão diastólica	Quantitativa	20
	Se tem diabetes	Qualitativa	21
	Tipo da diabetes	Qualitativa	22
	Valor glicêmico	Quantitativa	23
	Orientação anterior	Qualitativa	24
	Quantidade de refeições	Qualitativa	25
	Come nos intervalos	Qualitativa	26
	Tempo de refeição	Qualitativa	27
	Come em frente à TV	Qualitativa	28
	Faz uso de suplementos	Qualitativa	29
	Frequência de atividade física	Qualitativa	30
	Antecedentes com diabetes	Qualitativa	31
	Antecedentes com obesidade	Qualitativa	32
	Antecedentes com neoplasia	Qualitativa	33
	Antecedentes com hipertensão	Qualitativa	34
	Antecedentes com aneurisma	Qualitativa	35
	Antecedentes com AVC	Qualitativa	36
	Antecedentes cardíacos	Qualitativa	37
	Antecedentes com doença hepática	Qualitativa	38
	Antecedentes com doença pulmonar	Qualitativa	39
	Antecedentes com doença renal	Qualitativa	40
	Antecedentes com colesterol	Qualitativa	41

Precisão	Antecedentes com triglicérides	Qualitativa	42
	Antecedentes com hipotireoidismo	Qualitativa	43
	Antecedentes com hipertireoidismo	Qualitativa	44
	Antecedentes com hiperuricemia	Qualitativa	45
	Antecedentes com trauma	Qualitativa	46
	Dobra cutânea tricipital	Quantitativa	47
	Dobra cutânea bicipital	Quantitativa	48
	Dobra cutânea subescapular	Quantitativa	49
	Dobra cutânea torácica	Quantitativa	50
	Dobra cutânea axilar média	Quantitativa	51
	Dobra cutânea suprailíaca	Quantitativa	52
	Dobra cutânea abdominal	Quantitativa	53
	Dobra cutânea da coxa	Quantitativa	54
	Dobra cutânea da panturrilha	Quantitativa	55
	Perímetro do braço	Quantitativa	56
	Perímetro do antebraço	Quantitativa	57
	Perímetro do punho	Quantitativa	58
	Perímetro do tórax	Quantitativa	59
	Perímetro do abdômen	Quantitativa	60
	Perímetro da cintura	Quantitativa	61
	Perímetro do quadril	Quantitativa	62
	Perímetro do glúteo máximo	Quantitativa	63
	Perímetro máximo da coxa	Quantitativa	64
	Perímetro da panturrilha	Quantitativa	65
	Perímetro do tornozelo	Quantitativa	66
	Peso habitual	Quantitativa	67
	Peso Desejado	Quantitativa	68
Altura do joelho	Quantitativa	69	

Tabela 13 - Classificação do perfil do problema

A base conta com 300 diferentes perfis que englobam pessoas que diferem entre si em idade, estatura, peso, gasto energético dentre outros fatores que serão

apresentados posteriormente. Para cada um dos 300 perfis, um cardápio adequado esta vinculado como solução para o problema da prescrição alimentar.

Para que o DSS consiga uma maior abrangência e mantenha sua precisão, a variável idade conta com um limite diferenciado. O limite para a idade é baseado em faixas etárias apresentadas na Tabela 14 que foram definidas inspiradas nas faixas utilizadas para classificação nutricional. Desta forma, leva-se em consideração a semelhança do funcionamento do metabolismo dentro da mesma faixa aumentando a abrangência e precisão do sistema. Os valores de comparação das variáveis “Tipo da diabetes”, “Frequência de atividade física” e “Tempo de refeição” estão definidos nas tabelas Tabela 15, Tabela 16 e Tabela 17 respectivamente.

A Tabela 18 mostra um exemplo com 10 perfis presentes na base. Para uma melhor visualização as variáveis do perfil serão denominadas Vi, onde i é o índice da variável mostrado na Tabela 13Tabela 13.

Fx 1	Fx 2	Fx 3	Fx4	Fx5	Fx6	Fx 7	Fx8	Fx 9	Fx 10	Fx 11
[0,2]	]2,5]	]5,10]	]10,14]	]14,18]	]18,30]	]30,40]	]40,50]	]50,60]	]60,70]	]70,...[

Tabela 14 - Faixa etária considerada para o problema

Valor	Tipo da diabetes
1	Diabetes tipo 1
2	Diabetes tipo 2
3	Diabetes gestacional
4	Diabetes secundária ao aumento de função das glândulas endócrinas
5	Diabetes secundária a doença pancreática
6	Resistência congênita ou adquirida da insulina
7	Diabetes relacionada á anormalidade da insulina
8	Associada à poliendocrinopatas autoimunes
9	Associada à desnutrição e fibrocalculoso
10	Diabetes tipo LADA (Latent Autoimmune Diabets in Adults)

Tabela 15 - Valores associados a cada tipo de diabetes

Valor	Frequência de atividade
0	Não pratica
1	Leve (1 a 2 vezes por semana)
2	Moderada (3 a 4 vezes por semana)
3	Intensa (5 a 7 vezes por semana)
4	Acamado

Tabela 16 - Valores associados à diferentes frequências de atividade física

Valor	Tempo de refeição
0	Menor que 25 minutos
1	Maior que 25 minutos

Tabela 17 - Valores associados ao tempo de refeição

	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10
V1	F	F	F	F	F	M	M	M	F	F
V2	272	271	237	572	263	401	306	334	278	274
V3	1354	1862	1371	1253	1451	1419	1512	2414	1391	2463
V4	65,00	54,72	53,66	48,77	53,15	46	51,27	56,22	58,34	59,59
V5	16,92	21,29	16,97	23,92	30,26	19,68	18,71	22,04	18,13	19,58
V6	18,21	24,63	30,00	28,18	17,09	32,63	30,98	22,25	24,06	23,33
V7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V8	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
V9	5	5	5	5	5	5	5	10	8	5
V10	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
V11	30	30	30	30	30	30	30	25	25	30
V12	15	15	15	15	15	15	15	10	15	15
V13	0	0	0	0	0	0	0	10	7	0
V14	30	30	30	30	30	30	30	25	23	30
V15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V16	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5
V17	163	159	160,5	159,5	170	183,5	175	174,2	160	159
V18	52	52,6	63,2	62,7	70	151,5	122,1	78,1	55,4	54,4
V19	-	120	-	-	-	-	-	-	-	120
V20	-	80	-	-	-	-	-	-	-	80
V21	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
V22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V24	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
V25	-	4	5	-	4	4	6	6	-	4
V26	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
V27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
V28	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim
V29	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
V30	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2
V31	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
V32	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
V33	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
V34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
V35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

V37	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
V38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V41	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
V42	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
V43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
V44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V47	-	-	30	20	33	28	18	15	17	-
V48	-	-	20	15	-	22	17	6	4,5	-
V49	-	-	33	24	41	38	28	10,66	10,3	-
V50	-	-	-	-	-	-	-	-	11,7	-
V51	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
V52	-	-	35	28	27	34	28	10	14	-
V53	-	-	-	31	36	-	37	7	18	-
V54	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
V55	-	-	-	-	-	-	-	12	15	-
V56	-	25	36,5	30	-	42	39	35,5	28	26
V57	-	22	-	-	-	-	-	-	-	22
V58	-	17	17	16	-	21	19	17	-	17
V59	-	79	-	-	-	-	-	-	-	80
V60	-	79	110	88	-	143	125	88,5	-	85
V61	-	69	98	81	-	132	116	85,7	66	85
V62	-	150	109	95	-	128	125	99,5	96	90
V63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90
V64	-	60	-	-	-	-	-	55,8	-	57
V65	-	38	-	-	-	-	-	38,6	35,8	36
V66	-	23	-	-	-	-	-	-	-	22
V67	-	55	64	62	63	154	-	-	52	52
V68	-	56	59	58	60	120	85	-	52	56
V69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 18 - Perfis presentes na base de dados

4.2.2 Conjunto de regras

Além dos perfis, a base de conhecimento conta com um conjunto de regras para o problema. As regras definem os limites de aceitação para as variáveis quantitativas que compõem o perfil e o peso de representatividade dado a cada variável do perfil.

A Tabela 19 mostra o conjunto de regras definidas para o sistema, lembrando que, o limite estipulado para a variável idade (V2), está definido na Tabela 14. Para uma melhor visualização as variáveis do perfil serão denominadas V_i , onde i é o

índice da variável mostrado na Tabela 13Tabela 13. O peso de representatividade de cada uma das 69 variáveis foi estipulado por um especialista da área, tanto os pesos estipulados quanto os limites podem, de forma simples, serem alterados caso haja necessidade.

Variável	Peso	Limite	Variável	Peso	Limite
V1	30	-	V36	1	-
V2	25	Tabela 14	V37	1	-
V3	25	100	V38	1	-
V4	10	10	V39	1	-
V5	5	5	V40	1	-
V6	5	5	V41	1	-
V7	2	10	V42	1	-
V8	2	10	V43	1	-
V9	2	10	V44	1	-
V10	2	10	V45	1	-
V11	2	10	V46	1	-
V12	2	10	V47	15	5
V13	2	10	V48	15	5
V14	2	10	V49	15	5
V15	2	10	V50	15	5
V16	2	10	V51	15	5
V17	20	15	V52	15	5
V18	20	5	V53	15	5
V19	5	3	V54	15	5
V20	5	3	V55	15	5
V21	20	-	V56	15	5
V22	10	-	V57	15	5
V23	5	15	V58	15	5
V24	5	-	V59	15	5
V25	5	-	V60	15	5
V26	5	-	V61	15	5
V27	5	-	V62	15	5
V28	5	-	V63	15	5
V29	5	-	V64	15	5
V30	20	-	V65	15	5
V31	1	-	V66	15	5
V32	1	-	V67	5	5
V33	1	-	V68	10	5
V34	1	-	V69	10	5
V35	1	-			

Tabela 19 - Conjunto de regras do problema

4.3 Modelo implementado

Nessa seção os perfis definidos na Tabela 18 serão utilizados como exemplo de uma base de conhecimento para o problema bem como as regras definidas na Tabela 19, o perfil utilizado como entrada para o problema está definido na Tabela 20.

O modelo inteligente implementado consiste em, dado um perfil de entrada para o qual se busca um cardápio alimentar, buscar os perfis disponíveis na base de conhecimento, filtra-los de forma que apenas perfis relevantes sejam levados em consideração e apresentar as soluções, no caso do problema da nutrição, cardápios alimentares, relacionados aos perfis que foram selecionados como semelhantes ao perfil dado como entrada.

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
F	302	1350	55	20	25	0	15	5	0	30	15	0	30

V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28
0	5	160	60	-	-	Não	-	-	Sim	4	Sim	1	Sim

V29	V30	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37	V38	V39	V40	V41	V42
Não	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1

V43	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51	V52	V53	V54	V55	V56
1	0	0	0	25	23	31	-	-	29	35	-	15	42

V57	V58	V59	V60	V61	V62	V63	V64	V65	V66	V67	V68	V69
-	22	-	95	90	97	-	-	-	-	63	60	-

Tabela 20 - Exemplo de perfil de entrada

Pode-se resumir o funcionamento do sistema inteligente implementado em três etapas: busca de perfis, seleção de perfis e apresentação de soluções. Na primeira etapa todos os perfis presentes na base de conhecimento são recuperados para análise. Portanto, para o exemplo dado, inicialmente dez perfis estariam disponíveis para análise.

A seleção dos perfis semelhantes foi feita da seguinte forma:

1. As variáveis qualitativas do perfil de entrada são comparadas com as equivalentes de cada perfil da base de conhecimento. A comparação se dá de forma exata, desta forma, se alguma variável qualitativa de decisão do perfil analisado não corresponder exatamente à variável correspondente no perfil de entrada o perfil analisado é descartado. Caso todas as variáveis de decisão sejam correspondentes o perfil é adicionado no grupo de perfis similares. Cada variável tem um peso de representatividade associado, neste caso, as variáveis de precisão que não coincidem no perfil analisado e no dado como entrada não somam pontos de similaridade para o perfil analisado.

As variáveis que não tem valor atribuído (representado por “-“ na Tabela 18), não contabilizam pontos de representatividade, a não ser que, no perfil de entrada, a variável também não tenha valor atribuído, quando isso ocorre a pontuação máxima é atribuída ao perfil analisado.

A Tabela 21 mostra a comparação das variáveis qualitativas do perfil de entrada definido na Tabela 20 com os perfis da mostrados na Tabela 18.

	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10
V1	==	==	==	==	==	≠	≠	≠	==	==
V21	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
V22	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
V24	≠	==	==	==	≠	≠	≠	==	≠	≠
V25	≠	==	≠	≠	==	==	≠	≠	≠	==
V26	≠	==	≠	≠	≠	≠	≠	==	≠	==
V27	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	==	==
V28	≠	==	==	≠	≠	≠	==	==	≠	==
V29	==	≠	==	==	==	==	≠	==	==	≠
V30	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	==	≠	==
V31	≠	≠	≠	≠	==	==	≠	≠	≠	≠
V32	==	==	≠	==	≠	==	==	==	==	==
V33	==	==	==	==	==	≠	==	==	==	==
V34	≠	≠	≠	≠	==	≠	≠	≠	≠	≠
V35	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
V36	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
V37	≠	≠	≠	≠	==	≠	≠	≠	≠	≠

V38	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡
V39	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡
V40	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡
V41	≡	≠	≡	≡	≠	≡	≡	≡	≡	≠
V42	≠	≡	≠	≠	≡	≠	≠	≠	≠	≡
V43	≠	≡	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≡
V44	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡
V45	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡
V46	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡

Tabela 21 - Análise das variáveis qualitativas

Nesta primeira etapa apenas os perfis 6, 7 e 8 são descartados por divergir do perfil de entrada na variável qualitativa de decisão: sexo. Os demais perfis analisados não são descartados, pois divergem apenas em variáveis de precisão. Portanto, serão adicionados ao grupo de similares os indivíduos 1, 2, 3, 4, 5, 9 e 10. Porém, com pontuações de similaridade diferentes.

A Tabela 22 mostra como fica a distribuição dos pontos para os perfis selecionados com base nas regras definidas na Tabela 19, a maior pontuação possível de ser alcançada até o momento é 126 pontos de similaridade.

	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 9	Perfil 10
V1	30	30	30	30	30	30	30
V21	20	20	20	20	20	20	20
V22	10	10	10	10	10	10	10
V24	0	5	5	5	0	0	0
V25	0	5	0	0	5	0	5
V26	0	5	0	0	0	0	5
V27	0	0	0	0	0	0	5
V28	0	5	5	0	0	0	5
V29	5	0	5	5	5	5	0
V30	0	0	0	0	0	0	20
V31	0	0	0	0	1	0	0
V32	1	1	0	1	0	1	1
V33	1	1	1	1	1	1	1
V34	0	0	0	0	1	0	0
V35	1	1	1	1	1	1	1

V36	1	1	1	1	1	1	1
V37	0	0	0	0	1	0	0
V38	1	1	1	1	1	1	1
V39	1	1	1	1	1	1	1
V40	1	1	1	1	1	1	1
V41	1	0	1	1	0	1	0
V42	0	1	0	0	1	0	1
V43	0	1	0	0	0	0	1
V44	1	1	1	1	1	1	1
V45	1	1	1	1	1	1	1
V46	1	1	1	1	1	1	1
Total	76	92	85	81	83	76	112

Tabela 22 - Pontuação de similaridade das variáveis qualitativas

2. Após a análise das variáveis qualitativas, analisam-se as quantitativas. Primeiramente são analisadas as variáveis quantitativas de decisão e é verificado se os valores estão dentro da faixa de aceitação. Os perfis que tiverem variáveis quantitativas de decisão que extrapolam os limites definidos na Tabela 19 são automaticamente descartados. As faixas de aceitação das variáveis quantitativas de decisão do problema são mostradas na Tabela 23, lembrando que a variável “idade” é dada em meses e respeita a divisão de faixa etária mostrada na Tabela 14. O resultado da análise das variáveis do exemplo está apresentado na Tabela 24.

Variável	Faixa
V2	[217, 360]
V3	[1250, 1450]
V4	[45, 65]
V5	[15, 25]
V6	[20, 30]
V7	[-10, 10]
V8	[5, 25]
V9	[-5, 15]
V10	[-10, 10]
V11	[20, 40]
V12	[5, 25]
V13	[-10, 10]
V14	[20, 40]
V15	[-10, 10]

V16	[-5, 15]
V17	[145, 175]
V18	[55, 65]

Tabela 23 - Faixas de aceitação

	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 9	Perfil 10
V2	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
V3	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗
V4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V5	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
V6	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓
V7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V17	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
V18	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗

Tabela 24 - Análise das variáveis quantitativas

Depois de aplicadas as regras, os perfis 1, 2, 4, 5 e 10 são retirados do grupo de similaridade por extrapolar o limite de aceitação de uma ou mais variáveis quantitativas de decisão. Portanto, o grupo de similaridade final conta com os perfis 3 e 9.

3. Apesar do grupo de similaridade já estar definido, ainda é preciso determinar o grau de similaridade de cada um dos perfis do grupo. Para a atribuição dos pontos de similaridade, o sistema compara as variáveis do perfil analisado com as do perfil de entrada utilizando a distância euclidiana para a

comparação. Quanto mais distante do valor ideal (valor do perfil de entrada), menor a pontuação atribuída ao perfil.

Para cada variável foi criada uma função linear que define a pontuação que deve ser atribuída ao perfil. A Tabela 25 mostra as funções definidas para cada variável, a Tabela 26 mostra um exemplo da pontuação em relação a distância euclidiana para a variável “Porcentagem de carboidratos” (V4) que tem como peso de representatividade máximo 10 pontos.

Variável	Fórmula	Variável	Fórmula
V2	$25 - (\Delta V2 * 25 / \Delta \text{FaixaEtaria})$	V49	$15 - (\Delta V49 * 3)$
V3	$25 - (\Delta V3 * 0,25)$	V50	$15 - (\Delta V50 * 3)$
V4	$10 - \Delta V4$	V51	$15 - (\Delta V51 * 3)$
V5	$5 - \Delta V5$	V52	$15 - (\Delta V52 * 3)$
V6	$5 - \Delta V6$	V53	$15 - (\Delta V53 * 3)$
V7	$2 - (\Delta V7 * 0,2)$	V54	$15 - (\Delta V54 * 3)$
V8	$2 - (\Delta V8 * 0,2)$	V55	$15 - (\Delta V55 * 3)$
V9	$2 - (\Delta V9 * 0,2)$	V56	$15 - (\Delta V56 * 3)$
V10	$2 - (\Delta V10 * 0,2)$	V57	$15 - (\Delta V57 * 3)$
V11	$2 - (\Delta V11 * 0,2)$	V58	$15 - (\Delta V58 * 3)$
V12	$2 - (\Delta V12 * 0,2)$	V59	$15 - (\Delta V59 * 3)$
V13	$2 - (\Delta V13 * 0,2)$	V60	$15 - (\Delta V60 * 3)$
V14	$2 - (\Delta V14 * 0,2)$	V61	$15 - (\Delta V61 * 3)$
V15	$2 - (\Delta V15 * 0,2)$	V62	$15 - (\Delta V62 * 3)$
V16	$2 - (\Delta V16 * 0,2)$	V63	$15 - (\Delta V63 * 3)$
V17	$20 - (\Delta V17 * 1,333)$	V64	$15 - (\Delta V64 * 3)$
V18	$20 - (\Delta V18 * 4)$	V65	$15 - (\Delta V65 * 3)$
V19	$5 - (\Delta V19 * 1,666)$	V66	$15 - (\Delta V66 * 3)$
V20	$5 - (\Delta V20 * 1,666)$	V67	$5 - \Delta V67$
V47	$15 - (\Delta V47 * 3)$	V68	$10 - (\Delta V68 * 2)$
V48	$15 - (\Delta V48 * 3)$	V69	$10 - (\Delta V69 * 2)$

Tabela 25 - Fórmulas para a estipulação do valor de representatividade

Distância	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pontuação	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Tabela 26 - Exemplo de faixa de pontuação

Tendo definidas as funções lineares para cada variável do perfil, basta somar os valores resultantes da aplicação da função em cada variável do perfil para termos o total de pontos de similaridade de cada um dos perfis selecionados. A Tabela 27 mostra os pontos atribuídos a cada variável dos perfis selecionados bem como o valor total de similaridade. Com os valores definidos o trabalho da máquina de inferência está concluído e é retornado os perfis similares associados com seu grau de similaridade como mostrado na Tabela 28.

	Perfil 3	Perfil 9		Perfil 3	Perfil 9
V2	13,63	20,80	V49	0	0
V3	19,75	14,75	V50	15	0
V4	8,66	6,66	V51	15	0
V5	1,97	3,13	V52	0	0
V6	0	4,06	V53	0	0
V7	2	2	V54	15	0
V8	2	2	V55	0	0
V9	2	1,40	V56	0	0
V10	2	0,60	V57	15	15
V11	2	1	V58	0	0
V12	2	2	V59	15	15
V13	2	0,60	V60	0	0
V14	2	0,60	V61	0	0
V15	2	2	V62	0	0
V16	2	1	V63	15	15
V17	19,33	20	V64	15	15
V18	7,20	1,60	V65	15	0
V19	5	5	V66	15	15
V20	5	5	V67	4	4
V47	0	0	V68	8	6
V48	0	0	V69	10	10
Total	257,54	189,20			

Tabela 27 - Pontos de representatividade das variáveis quantitativas

	Similaridade
Perfil 3	257,54
Perfil 9	189,20

Tabela 28 - Retorno da máquina de inferência

4.4 Busca de soluções

Como dito anteriormente, cada perfil armazenado no banco de conhecimento está diretamente relacionado a uma solução para o problema, neste caso um plano alimentar. No caso do exemplo apresentado, o sistema retorna como resultado final os planos alimentares relacionados aos perfis 3 e 9.

Para melhor compreensão do grau da similaridade, o mesmo é apresentado na forma de porcentagem. Para o problema da nutrição foi definido que, todo perfil que for selecionado como semelhante ao perfil de entrada, já é considerado 60% similar ao mesmo. Esse valor foi estipulado com auxílio de um profissional da área.

Os outros 40% de similaridade são compostos pelos pontos retornados pela máquina de inferência. Tendo como pontuação máxima 596 pontos, podemos definir uma função linear para converter os valores de pontos para porcentagem. Considerando que 596 pontos como 40%, a seguinte fórmula pode ser utilizada para a conversão dos valores:

$$\text{Porcentagem} = \frac{\text{Similaridade} * 40}{596}$$

Para obter o valor final de similaridade basta somar o valor resultante da fórmula apresentada acima com o valor definido como padrão para os perfis selecionados, no caso, 60. A tabela mostra o retorno final do sistema implementado para o exemplo apresentado.

	Similaridade
Plano alimentar 3	77,28%
Plano alimentar 9	72,70%

Tabela 29 - Retorno final do sistema implementado

É importante ressaltar que nenhuma das variáveis de precisão do perfil são de preenchimento obrigatório. Com isso, parte dos pontos de similaridade que poderiam ser atribuídos podem ser descartados o que faz com que o resultado final apresente valores de similaridade baixos. Pode-se dizer que, quanto mais variáveis forem preenchidas, maior a precisão do valor de similaridade apresentado.

4.5 Resultados

Para testar o sistema desenvolvido utilizou-se uma base de dados com 300 perfis. A base foi criada com perfis diferenciados, a fim de garantir uma base de conhecimento diversificada e bem balanceada, ou seja, uma base onde nenhum estereotipo está presente em maior número. A base foi validada por um especialista da área como suficientemente diversificada para o problema apresentado.

Para o teste, 30% dos perfis da base foram utilizados como entrada para o sistema. Assim como a base inicial, os 30% foram escolhidos de forma a manter a proporção de diversidade tanto na base restante (70%) quanto nos perfis escolhidos para o teste.

O sistema apresentou sugestões de planos alimentares para 89 dos 90 perfis apresentados, ou seja, em 98,89% dos casos apresentados ao sistema pelo menos uma solução/sugestão foi retornada. Vale ressaltar que, ao aumentar a base de conhecimento, automaticamente aumentamos a precisão e abrangência do sistema, ou seja, o sistema “aprende” com o aumento de perfis na base de conhecimento.

As sugestões obtidas para os perfis apresentados apresentaram grau de similaridade entre 71,50% e 97,82%, todos os planos alimentares sugeridos foram validados por um especialista da área que os considerou como boa base para o perfil em questão. A média de similaridade dos resultados obtidos foi de 87,35%, valor este considerado satisfatório pelo especialista envolvido.

O tempo gasto no planejamento também foi diminuído como mostra a Tabela 30. Foi cronometrado o tempo gasto no planejamento por 3 diferentes especialistas da área da nutrição em 3 diferentes situações: sem auxílio de software, com auxílio de software convencional e com auxílio do software inteligente desenvolvido. Na

primeira situação a média de tempo gasto com o planejamento foi de 87 minutos; na segunda situação, o tempo médio foi de 56 minutos e na terceira situação obteve-se como tempo médio 17 minutos, portanto, o ganho de tempo médio do sistema desenvolvido em relação aos sistemas disponíveis no mercado atual é de 39 minutos, e em relação ao planejamento totalmente manual, 70 minutos.

	Sem uso de software	Com uso de software convencional	Com o uso do software implementado
Tempo médio de planejamento	87 minutos	56 minutos	17 minutos

Tabela 30 - Média de tempo gasto com o planejamento

5 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs um modelo inteligente para suporte à decisão na área da saúde. O modelo proposto é genérico e pode ser adaptado para ser aplicado em inúmeros problemas da área da saúde. Os principais objetivos do modelo proposto são poder auxiliar o profissional da saúde na tomada de decisão, aumentando a precisão da decisão tomada e diminuir o tempo gasto na análise de problemas para que uma solução seja apresentada.

O modelo proposto foi validado em um problema da área da nutrição, no qual o objetivo foi de auxiliar o profissional da área na prescrição de planos alimentares diminuindo o tempo gasto com a construção do plano e aumentando a precisão nas respectivas prescrições. Os resultados obtidos revelaram-se satisfatórios tanto levando em consideração o tempo gasto para a criação do plano, quanto à precisão dos planos sugeridos como base. O modelo inteligente proposto aplicado ao problema da prescrição de planos alimentares diminui o tempo gasto no processo de 39 a 70 minutos além de obter uma abrangência de 98,89% e uma média de similaridade nas sugestões de 87,35%. Neste sentido, pode-se concluir que o modelo proposto foi eficaz no apoio à decisão e suporte do profissional da nutrição sendo altamente recomendado por especialistas da área

Como trabalhos futuros, sugere-se a aplicação do modelo em outras áreas da saúde utilizando a mesma base do sistema inteligente proposto. Espera-se que, com apoio de um especialista, o modelo proposto possa ser adaptado para uma grande quantidade de situações onde a tomada de decisão é complexa e leva muito tempo. Os resultados satisfatórios do sistema voltado para a nutrição servem de incentivo para a continuidade da pesquisa em outros campos da área da saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELONI, M. T. **Elementos intervenientes na tomada de decisão.** Ci. Inf., Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-22, jan./abr. 2003
- BORSATO, G., SCALABRIN, E., DIAS, J., ENEMBRECK, F. **Sistema de apoio à tomada de decisão para atendimento pré-hospitalar.** Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006.
- DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação.** São Paulo : Futura, 1998.
- DORILEO, E., ROSELINO, A., TINÓS, R. **Sistema baseado em redes neurais artificiais para auxílio à identificação da psoríase subclínica.** Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006.
- FERNANDES, A., MUNICH, D., CUNHA, F. **Sistema inteligente para determinação de fórmulas de medicamentos em farmácias de manipulação.** VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2011.
- FERREIRA, J. **Diagnosticar malignidade do câncer de boca com auxílio da programação genética.** Universidade Federal de Alfenas, 2010.
- GUTIERREZ, G. L. **Gestão comunicativa: maximizando criatividade e racionalidade.** Rio de Janeiro : Qualitymark, 1999.
- JOHNSON, M. **Administrando no próximo milênio.** São Paulo : Pioneira, 1997.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de Informação.** 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.
- LEITÃO, A., GONÇALVES, A. **Sistema de apoio à decisão aplicado na gestão de atendimento de hospitais de câncer.** Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006.
- LUSSATO, B. **La théorie de l’empreinte.** Paris : ESF, 1991.
- MORAIS, D., MORAIS, B., MENEZES, J., GUSMÃO, C., **Sistema móvel de apoio a decisão médica aplicado ao diagnostico de asma – InteliMED,** VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2012.
- OLIVEIRA, Sonia Valle W. Borges; ARROYO, Cristiane S.; OLIVEIRA, Márcio Mattos Borges. In: IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2004. Nov. 07-10, Ribeirão Preto-SP. Anais... Ribeirão Preto: CBIS, 2004.
- PEREIRA, M. J. L. B.; FONSECA, J. G. M. **Faces da Decisão: As Mudanças de Paradigmas e o Poder da Decisão.** São Paulo, Makron Books, 1997.

PONTIERI, F. M.; BACHION, M. M. **Crenças de pacientes diabéticos acerca da terapia nutricional e sua influência na adesão ao tratamento.** Ciência & Saúde Coletiva, v.15, p.151-160, 2010.