Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Catarinense
Campus Rio do Sul

MATHEUS DO LIVRAMENTO

RECOMENDAÇÃO DE PLANOS ALIMENTARES UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Rio do Sul
2016

MATHEUS DO LIVRAMENTO

RECOMENDAÇÃO DE PLANOS ALIMENTARES UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Rio do Sul para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.
Orientador: Daniel Gomes Soares, Msc.

Rio do Sul

2016

MATHEUS DO LIVRAMENTO

RECOMENDAÇÃO DE PLANOS ALIMENTARES UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Este trabalho de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação e aprovado em sua forma final pelo curso de Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Rio do Sul.

Rio do Sul (SC), 15 de fevereiro de 2017

_____

Professor e Orientador Daniel Gomes Soares, Msc.

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Rio do Sul

BANCA EXAMINADORA

_____

Fábio Alexandrini – Dr.

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Rio do Sul

_____

Juliano Tonizeti Brignoli – Dr.

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Rio do Sul

RESUMO

Para conquistar uma boa saúde, dentre vários aspectos, é indispensável uma boa alimentação. É nesse ponto onde muitas pessoas recorrem a orientação de um profissional. Entretanto, podem ocorrer algumas inconveniências por parte do paciente ou por parte do nuctricionista. Por exemplo, um plano alimentar desenvolvido manualmente por um profissional pode ocasionar inconsistências ou até mesmo um abandono da dieta por parte do paciente e, em consequência da mesma, tornar-se desagradável ou até mesmo impraticável a longo prazo. Já por parte do nutricionista, o aspecto mais trabalhoso de sua função é a elaboração de planos alimentares bem ajustados para cada tipo de paciente que passa pelo seu consultório. Sabendo que cada pessoa possui suas individualidades fisiológicas, embora que, as vezes muito similares entre si, foi utilizada a técnica de Raciocínio Baseado em Casos para amenizar ou anular esses impasses. A ferramenta desenvolvida fornece aos pacientes planos alimentares adaptados ao seu perfil de modo que o mesmo tenha a liberdade de escolher qual plano queira utilizar. Já pelo lado do nutricionista, essa ferramenta utiliza a premissa da similaridade para reutilizar planos alimentares para pacientes com características físicas semelhantes, ou seja, assim que a base de dados do sistema estiver suficientemente populada com planos alimentares, a formulação de novos planos será rara ou nula por parte do nutricionista. Concernente aos testes realizados, focados principalmente nas enfermidades (diabetes, intolerância ao glúten e intolerância à lactose) a ferramenta mostrou-se eficaz pois classificou planos alimentares que continham alimentos restritos como pouco similares, ou seja, não recomendáveis para o paciente portador da doença. Assim, compreendendo que a ferramenta apresentou bons resultados mesmo com poucos casos, conclui-se que sua utilização real por um nutricionista pode ser válida, sendo capaz de agilizar o fluxo de trabalho do profissional e até mesmo evitando possíveis desistências por parte de seus pacientes através do fornecimento de planos dinâmicos.

ABSTRACT

To achieve good health, among many aspects, good nutrition is indispensable. This is where many people turn to the guidance of a professional. However, there may be some inconvenience on the part of the patient or the nutritionist. For example, a meal plan developed manually by a professional may cause inconsistencies or even a patient's abandonment of the diet and, as a consequence, become unpleasant or even impractical in the long run. On the part of the nutritionist, the most laborious aspect of his role is the elaboration of well-adjusted meal plans for each type of patient that passes through his office. Knowing that each person has his / her own physical characteristics, sometimes they can be very similar to each other, the technique of Reasoning Based on Cases was used to soften or to cancel these issues. The tool developed provides patients with meal plans tailored to their profile so that they have the freedom to choose which plan to use. As for the nutritionist, this tool uses the premise of similarity to reuse meal plans for patients with similar physical characteristics, in other words, once the system database is sufficiently populated with meal plans, the formulation of new plans will be rare or null by the nutritionist. Regarding the tests performed, mainly focused on diseases (diabetes, gluten intolerance and lactose intolerance), the tool was effective because it classified meal plans that contained restricted foods as little similar, that is, not recommended for the patient with that specific disease. Thus, understanding that the tool presented good results even with few cases, it is concluded that its real use by a nutritionist can be valid, being able to streamline the workflow of the professional and even avoiding possible drop-outs by their patients through the provision of dynamic plans.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo básico da perspectiva de um RBC 29
Figura 2 - Ciclo RBC 31
Figura 3 - Diagrama de Casos de Uso 57
Figura 4 - Modelo Entidade-Relacionamento Parte 1 58
Figura 5 - Modelo Entidade-Relacionamento Parte 2 59
Figura 6 – As três principais interfaces do sistema 60
Figura 7 – Menu principal do MealRBC para nutricionistas 61
Figura 8 – Interface para cadastro de alimentos 62
Figura 9 – Listagem de alimentos e suas propriedades 62
Figura 10 – Formulário para cadastro de refeições 63
Figura 11 – Listagem de refeições e suas restrições 64
Figura 12 – Detalhamento de refeições 64
Figura 13 – Formulário para cadastro de planos alimentares 65
Figura 14 – Visualização detalhada dos planos alimentares 66
Figura 15 – Formulário para cadastro de casos 66
Figura 16 – Formulário para definição de pesos do RBC 67
Figura 17 – Formulário para registro de consultorias 67
Figura 18 – Listagem de consultorias 68
Figura 19 – Informações detalhadas do paciente 68
Figura 20 – Formulário para edição de pacientes 69
Figura 21 - Gráfico com as pesagens do paciente 70
Figura 22 - Menu principal do MealRBC para administradores 70
Figura 23 – Formulário para cadastro de nutricionistas 71
Figura 24 – Listagem de nutricionistas 71
Figura 25 - Informações detalhadas do nutricionista 72
Figura 26 - Formulário para cadastro de pacientes 72
Figura 27 - Menu principal do MealRBC para pacientes 73
Figura 28 - Registrar Peso 73
Figura 29 – Tabela do cálculo de similaridade 74
Figura 30 – Informações detalhadas do caso (plano alimentar) 74
Figura 31 - Página 1 do plano alimentar em PDF 75

Figura 32 - Página 2 do plano alimentar em PDF 76
Figura 33 - Base de Casos 79
Figura 34 - Listagem de Casos do Teste 1 82
Figura 35 - Listagem de Casos do Teste 2 84
Figura 36 - Listagem de Casos do Teste 3 86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fator de atividade para cálculo do VMR real 19
Tabela 2 - Tabela de equações para cálculo do VMR segundo Henry e Rees 20
Tabela 3 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta com alto nível de carboidratos 22
Tabela 4 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta isométrica de Dan Duchaine ... 23
Tabela 5 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta anabólica de Mauro di Pasquale (dias de semana) 24
Tabela 6 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta anabólica de Mauro di Pasquale (sábado e domingo) 24
Tabela 7 - Requisitos Funcionais 42
Tabela 8 - Requisitos Não Funcionais 44
Tabela 9 - Regras de Negócio 45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - CDU1: Login no Sistema 46
Quadro 2 - CDU 2: Cadastro de Paciente no Sistema 46
Quadro 3 - CDU 3: Listar Pacientes Cadastrados 47
Quadro 4 - CDU 4: Cadastro de Nutricionistas no Sistema 47
Quadro 5 – CDU 5: Listar Nutricionistas Cadastrados 48
Quadro 6 - CDU 6: Cadastrar Alimentos no Sistema 48
Quadro 7 - CDU 7: Listar Alimentos Cadastrados 49
Quadro 8 - CDU 8: Excluir Alimentos do Sistema 49
Quadro 9 - CDU 9: Cadastrar Refeições no Sistema 50
Quadro 10 - CDU 10: Listar Refeições Cadastradas 51
Quadro 11 - CDU 11: Cadastrar Planos Alimentares no Sistema 51
Quadro 12 – CDU 12: Listar Planos Alimentares Cadastrados 52
Quadro 13 - CDU 13: Cadastrar Casos no Sistema 52
Quadro 14 - CDU 14: Definir Pesos 53
Quadro 15 - CDU 15: Editar Cadastro de Usuário 53
Quadro 16 - CDU 16: Buscar casos (cálculo de similaridade) 54
Quadro 17 - CDU 17: Gerar PDF do Plano Alimentar 54
Quadro 18 - CDU 18: Acompanhamento Detalhado do Paciente 54
Quadro 19 - CDU 19: Iniciar Consultoria 55
Quadro 20 - CDU 20: Editar Paciente 55
Quadro 21 – CDU 21: Gráfico de Pesagens do Paciente 56
Quadro 22 – CDU 22: Registrar Peso 56
Quadro 23 – Variáveis para cálculo de similaridade 77
Quadro 24 - Definições de intervalos para variáveis numéricas 78
Quadro 25 - Pesos do Teste 1 80
Quadro 26 - Perfil do Paciente do Teste 1 81
Quadro 27 - Comparação entre o paciente e o caso mais similar 83
Quadro 28 - Perfil do Paciente do Teste 2 83
Quadro 29 - Comparação entre o paciente e o caso mais similar 85
Quadro 30 - Perfil do Paciente do Teste 3 85
Quadro 31 - Comparação entre o paciente e o caso mais similar 87

LISTA DE SIGLAS

IA - Inteligência Artificial

MER - Modelo Entidade Relacionamento

RBC - Raciocínio Baseado em Casos

RR - Recomendador de Refeições

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

VMB - Valor Metabólico Basal

VMR - Valor Metabólico em Repouso

DM – Diabetes Mellitus

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO 10
1.1.1 Solução proposta 10
1.1.2 Delimitação do escopo 11
1.1.3 Justificativa 12
1.2 OBJETIVOS 12
1.2.1 Objetivo geral 12
1.2.2 Objetivos específicos 13
1.3 METODOLOGIA 13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 15
2.1 NUTRIÇÃO 15
2.1.1 Macronutrientes 15
2.1.1.1 Calorias 16
2.1.1.2 Carboidratos 16
2.1.1.3 Proteínas 16
2.1.1.4 Gorduras 17
2.1.2 Valor metabólico basal e valor metabólico de repouso 18
2.1.3 Histórico e estudos referentes ao VMB 18
2.1.4 Fórmulas para o cálculo VMB ou VMR 18
2.1.4.1 Fórmulas de Harris e Benedict 18
2.1.4.2 Equação de Henry e Rees 20
2.1.5 Equilíbrio energético 21
2.1.6 Tipos de dietas 21
2.1.6.1 Dieta alta em carboidratos 21
2.1.6.2 Dieta isométrica de Dan Duchaine 22
2.1.6.3 Dieta anabólica de Mauro di Pasquale 23
2.1.7 Enfermidades que serão suportadas pelo sistema 24
2.1.7.1 Doença Celíaca 24
2.1.7.2 Diabetes Mellitus tipo 2 25
2.1.7.3 Intolerância à lactose 26
2.2 PROBLEMA, SOLUÇÃO E FERRAMENTAS 27

2.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL 27
2.3.1 Raciocínio Baseado em Casos 28
2.3.1.1 Histórico 30
2.3.1.2 Ciclo RBC 30
2.3.1.3 Representação dos casos 32
2.3.1.4 Similaridade 32
2.3.1.5 Recuperação de casos 33
2.3.1.6 Reutilização de casos 34
2.3.1.7 Revisão de casos 34
2.3.1.8 Retenção de casos 35
3 TRABALHOS CORRELATOS 37
3.1 A FOOD RECOMMENDER FOR PATIENTS IN A CARE FACILITY 37
3.2 TOWARDS AUTOMATIC MEAL PLAN RECOMMENDATIONS FOR BALANCED NUTRITION 37
3.3 DESIGN OF SOFTWARE TO SUPPORT FAMILIES WITH FOOD-ALLERGIC AND FOOD-INTOLERANT CHILDREN 38
3.4 HEALTH-AWARE FOOD RECOMMENDER SYSTEM 39
4 DESENVOLVIMENTO 41
4.1 ESPECIFICAÇÕES FORMAIS 41
4.1.1 Engenharia e levantamento de Requisitos 41
4.1.1.1 Requisitos funcionais 42
4.1.1.2 Requisitos não funcionais 43
4.1.2 Regras de negócio 44
4.1.3 Casos de uso 45
4.1.4 Modelo entidade-relacionamento 57
4.2 IMPLEMENTAÇÃO 59
4.2.1.1 Ações - Nutricionista 60
4.2.1.2 Ações – Administrador 70
4.2.1.3 Ações – Paciente 73
4.2.1.4 Cálculo do RBC 76
4.3 RESULTADOS 79
4.3.1 Base utilizada 79
4.3.2 Testes 80
4.3.2.1 Teste 1 81

4.3.2.2 Teste 2 83
4.3.2.3 Teste 3 85
4.3.3 Considerações referentes a reutilização, retenção e adaptação 87

1 INTRODUÇÃO

Inúmeras pessoas visam atingir um corpo estético e harmonioso, porém, boa parte desse montante falha pelos mais diversos motivos, seja por problemas pessoais, falta de apoio familiar, falta de motivação, ou, simplesmente, falham no fator mais básico: não conseguem seguir uma dieta adequada de forma consistente (INELMEN et al. apud LEAL, 2012).

Para conquistar bons resultados na estética corporal aliado a qualquer tipo de treinamento, deve-se ter uma boa base nutricional, fundamentada em carboidratos, proteínas e gorduras, os quais são denominados de macronutrientes (LAMBERT, FRANK e EVANS, 2004).

Todos os alimentos que ingerimos são formados por macronutrientes. Esses nutrientes são sintetizados e transformados em energia (calorias), que, consequentemente, são utilizadas para as atividades básicas do nosso corpo. De forma mais técnica, o funcionamento do corpo humano é baseado no valor metabólico em repouso (VMR), que resume-se no quanto de energia uma pessoa necessita para garantir as atividades metabólicas mínimas para a manutenção da vida em repouso, assim, se forem ingeridas mais calorias do que esse valor metabólico basal, haverá um breve aumento de peso, da mesma forma, com um déficit calórico, haverá uma redução de peso (NETO, 2009).

Inúmeras dietas “milagrosas” aparecem ano após ano prometendo resultados extraordinários, mesmo que não haja nenhuma comprovação científica sobre sua eficácia. A maioria desses dietas podem, de fato, apresentar resultados em seus seguidores, porém, em circunstâncias em que tais dietas sejam severamente restritas, há relatos de que seus adeptos apresentaram sintomas de distúrbios alimentares (STEWART, WILLIAMSON e WHITE, 2001). Contrário a isso, dietas predominantemente flexíveis, mostram ser funcionais (SMITH, WILLIAMSON, *et al.*, 1999).

Aliando os dados que cada alimento fornece, as características metabólicas de cada indivíduo e a consciência de que a flexibilidade nos regimes alimentares são concebíveis com o auxílio de uma ferramenta baseada em Inteligência Artificial, é possível formar planos alimentares dinâmicos e aprazíveis aos usuários desse sistema. Tal ferramenta será fundamentada em Raciocínio Baseado em Casos (RBC) a qual utiliza uma base de dados bem estruturada que listam todas soluções de problemas já resolvidos a fim de tratar novas situações de solução de problema. Pode-se realizar uma analogia aos advogados, que selecionam casos jurídicos já finalizados e correlatos ao do seu cliente

atual, e, a partir desse conhecimento, sugerem uma decisão favorável a fim de convencer o tribunal que tais semelhanças merecem veredictos semelhantes (LUGER, 2013).

Dentro deste contexto, este trabalho procura fazer uma contribuição a área de Ciência da Computação e Nutrição Esportiva, desenvolvendo uma ferramenta baseada na técnica de RBC onde um nutricionista popula uma base de dados com planos alimentares relacionados a casos reais de modo que seus clientes os recebam e tenham a liberdade de escolher quais desses mais o agradam.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

De acordo com Neto (2009), nenhum tipo de treinamento físico apresenta resultados se não estiver aliado a uma dieta adequada para tal, ou seja, para garantir ganho ou perca de peso faz-se necessária a adoção de uma dieta consistente e de forma duradoura. De todas as frações que compõem o treinamento, a nutrição pode chegar a 60% de importância nesse processo.

Conforme estudos realizados (Leal, 2012), a taxa de abandono de dietas em indivíduos com obesidade de graus II e III chegou em 50%, justamente devido ao fato de pessoas com obesidade mórbida apresentarem maiores dificuldades para cumprir uma dieta em consequência de problemas psicológicos (motivação, por exemplo). Um dos fatores para manter o indivíduo motivado e envolvido a determinado plano alimentar é a utilização de alimentos que agradem o mesmo.

De acordo com uma entrevista realizada com um profissional da área de Nutrição Esportiva, o processo mais complicado de toda consultoria é a formulação de planos alimentares, que, segundo ele, pode levar horas. Essa etapa torna-se prolongada em virtude das particularidades físicas de cada paciente atendido, ou seja, as refeições são formuladas precisamente para que, além de garantir resultados ao seu cliente, não ocorram quaisquer contrariedades em sua saúde.

1.1.1 Solução proposta

Tendo conhecimento que diversas pessoas querem mudar seu aspecto físico mas apresentam dificuldade em seguir uma dieta de forma constante e duradoura, têm-se a intenção de desenvolver uma ferramenta que utiliza a técnica de RBC para fornecer um plano alimentar diariamente variável e ajustável com alimentos agradáveis ao usuário,

baseados em seu metabolismo e em seus objetivos: seja de ganho ou perda de peso. Outro tópico que será implementado nessa ferramenta é a questão de alergias, intolerâncias ou enfermidades por parte do usuário, onde serão amenizados ou removidos do cardápio alimentos que comportem-se negativamente no organismo do indivíduo.

Um dos maiores objetivos do desenvolvimento dessa ferramenta é dar a liberdade para o usuário usufruir de uma grande gama de alimentos, enquanto um nutricionista o acompanha através de um painel contendo informações à respeito de seu cliente.

Entretanto, o profissional da área também usufruirá dos benefícios da ferramenta em decorrência da reutilização de planos alimentares para pacientes que possuam características físicas similares.

1.1.2 Delimitação do escopo

O trabalho abrange a construção de um sistema de recomendação de alimentos que pode ser interpretado a partir das seguintes etapas: primeiramente, para garantir uma boa base inicial para os usuários do sistema, seu banco de dados será populado com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO - 4a edição, de 2011), que expõe os nutrientes de aproximadamente 600 alimentos. Da mesma forma, os usuários poderão registrar os alimentos de sua preferência transcrevendo as informações da tabela nutricional da embalagem desse alimento. A ferramenta, no momento que o usuário realiza seu cadastro, faz um breve questionário a respeito de suas intolerâncias ou enfermidades para garantir que não haja adversidades futuras para com a sua saúde. Outro aspecto importante é que a ferramenta não apenas pode ser utilizada para a perda de peso, mas também, pode ser utilizada por aqueles que objetivam ganho de massa muscular. Para atingir os tópicos propostos, será desenvolvido um software baseado na linguagem de *script* PHP, já para a etapa de recomendação dos planos alimentares, será utilizada a técnica RBC. É importante salientar que essa ferramenta se limita em contemplar o valor biológico das proteínas, bem como apenas levará em consideração o índice glicêmico dos alimentos para usuários que alegam ter Diabetes Mellitus tipo 2. Por outro lado, a Diabetes Mellitus tipo 1 não terá qualquer suporte, devido ao fato de que a alimentação e o acompanhamento do portador deve ocorrer de maneira delicada, caso contrário podem surgir sérias complicações ao paciente. Por outro lado, o sistema não suportará alergias à amendoim, frutos do mar, ovo, castanhas e soja.

1.1.3 Justificativa

A solução proposta será relevante para os profissionais da área de nutrição esportiva, que poderão desempenhar seu trabalho de forma padronizada dentro da ferramenta, bem como, permitirá o acompanhamento do desempenho de seu paciente a partir de relatórios. Além de amenizar a formulação de novos planos alimentares a longo prazo, o MealRBC também fornecerá mais liberdade ao usuário no momento de sua alimentação. Essa solução pode ser considerada viável pois além de garantir menos esforço para o nutricionista, evitando que o mesmo perca muito tempo idealizando planos alimentares complexos, o usuário desfrutará de uma enorme gama de alimentos, assim, evitando dentro da medida do possível, alimentos que não o agrade.

Foram realizadas algumas pesquisas e foi constatado que já houveram algumas tentativas em desenvolver os *food recommenders* pela comunidade, porém, nenhum deles utilizou a técnica de RBC. A técnica de RBC é comumente utilizada no âmbito de tomada de decisões em diversas áreas, como na medicina, em casos jurídicos, em desenhos industriais. O método de RBC pode ser considerado eficiente pois coleta as soluções de casos já resolvidos por especialistas humanos a partir do processo de engenharia do conhecimento e modela novas soluções para determinados cenários através do aprendizado obtido no problema (LUGER, 2013)

Muitas pessoas que visam emagrecer (ou ganhar massa muscular) após algum tempo acabam desistindo de seguir a dieta estipulada pelos mais variados motivos (TOFFANELLO e BUSETTO, 2005) assim, a motivação central de desenvolver essa ferramenta é construir planos alimentares sólidos e funcionais que garantirão resultados e que sejam agradáveis a seus usuários, assim, evitando a sua desistência.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema web para recomendações de planos alimentares de acordo com o perfil e objetivos do usuário utilizando RBC.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

a) Realizar uma consulta com um profissional da área com a intenção de compreender como é realizado o seu fluxo de trabalho.
b) Utilizar um plano alimentar real fornecido pelo nutricionista como base para o desenvolvimento da ferramenta.
c) Pesquisar em fontes oficiais as propriedades nutricionais dos alimentos de modo que a base de dados possa ser populada com dados confiáveis.
d) Utilizar de métodos cientificamente válidos para a formulação dos planos alimentares.
e) Popular a base de dados com pacientes de características aleatórias.
f) Realizar os devidos testes.

1.3 METODOLOGIA

1 - Revisão bibliográfica: com o objetivo de fundamentar o trabalho, será realizada uma pesquisa em artigos, livros e monografias a respeito de Inteligência Artificial e RBC.

2 - Estudo sobre macronutrientes, alimentação e metabolismo: Será estudada a utilização e as fontes dos macronutrientes bem como a maneira de determinar o metabolismo aproximado do usuário do sistema.

3 - Estudo sobre RBC: será estudado o histórico e as etapas que compõem o fluxo de funcionamento do RBC (ciclo RBC) com a finalidade de consolidar os primeiro e o segundo objetivo.

4 - Modelagem: A fim de mapear a estrutura da aplicação, nessa etapa serão elaborados os Casos de Uso, os Diagramas de Casos de Uso e o Modelo Entidade Relacionamento (MER).

4 - Desenvolvimento: etapa onde a ferramenta será desenvolvida na linguagem de programação PHP em conjunto com o banco de dados MySQL.

5 - População inicial do banco de dados: através da modelagem de casos, serão armazenados no banco de dados diferentes combinações de planos alimentares a fim de que a próxima etapa possa ser realizada.

6 - Testes do sistema: para garantir que o sistema seja realmente eficaz, serão realizados diversos testes na ferramenta, assim, completando o último objetivo do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão expostos conceitos referentes a área de Nutrição e de Inteligência Artificial.

Dentro do âmbito de nutrição, serão evidenciadas noções de macronutrientes, as diferentes fórmulas para realizar o cálculo de gasto energético diário, balanço energético positivo e negativo e os mais comuns tipos de dietas.

Similarmente, serão relatados conceitos referentes a Inteligência Artificial, e, de forma mais específica, a técnica de RBC, com a finalidade de garantir conhecimentos necessários para a subsequente aplicação da técnica.

2.1 NUTRIÇÃO

Dos fatores que compõem uma boa qualidade de vida, um dos principais é a nutrição de qualidade. Essa, é caracterizada por uma dieta variada que abrange uma vasta gama de nutrientes a partir de múltiplas refeições, assim, garantindo ao organismo pleno estado de saúde: bom vigor do tecido ósseo, boa disposição e até resistência à enfermidades (CUNHA, 2014 apud MONTEIRO e COSTA, 2004).

Como definição básica de nutrição, temos a seguinte citação:

> A nutrição é um fator essencial na manutenção da saúde. Através de refeições balanceadas constitui um dos recursos utilizados pela medicina preventiva, alicerçados a outros para determinar uma vida saudável e duradoura. (CUNHA, 2014 apud. DARTORA, et al, 2006, p. 201).

Em estudos realizados, foi comprovado que a combinação de uma dieta para perda de peso com a prática de exercícios físicos em sujeitos obesos apresentou resultados expressivamente melhores se comparados a indivíduos que apenas seguiram uma dieta, ou que apenas realizaram exercícios físicos mas não adotaram uma dieta consistente (MESSIER, LOESER, *et al.*, 2004).

2.1.1 Macronutrientes

Segundo Damilano (2006 apud TALES, 2003), “Os macronutrientes são essenciais para a recuperação muscular, a manutenção do sistema imunológico, ao

equilíbrio do sistema endócrino e a manutenção e/ou melhora da performance.” Os macronutrientes são subdivididos entre proteínas, carboidratos e gorduras, os quais serão descritos nas próximas seções.

2.1.1.1 Calorias

Antes que sejam abordados os próprios macronutrientes, é essencial o entendimento de como as calorias são formadas. Todos os alimentos possuem em sua constituição diferentes frações de carboidratos, proteínas e gorduras, os quais podem ser expressados em calorias.

Segundo Neto (2009) “Uma caloria é uma unidade de medida definida, como a quantidade de calor necessária para elevar em 1 grau centígrado 1 kg de água. Todos os alimentos, com exceção da água, dos minerais e das vitaminas contém calorias em diferentes quantidades.”

2.1.1.2 Carboidratos

Existem dois grandes tipos de carboidratos: simples e complexos. Os simples são facilmente absorvidos pelo intestino, assim, são utilizados como principal fonte de energia pelo organismo em um curto espaço de tempo. Ao contrário disso, os carboidratos complexos, por apresentarem uma cadeia química maior, requerem mais tempo para serem sintetizados pelo organismo. Cada grama de carboidrato fornece 4.1 kilocalorias, independentemente se o carboidrato é simples ou complexo, o que irá variar é simplesmente o tempo gasto para que esse carboidrato seja transformado em glicose no intestino (NETO, 2009)

Exemplos de carboidratos complexos são arroz branco, maçã, feijão, amendoim e laranja. Quanto aos carboidratos simples, temos a tapioca, batata assada, pão branco, baguete e doces em barra (The International Glycemic Index (GI) Database - UNIVERSIDADE DE SYDNEY, 2016).

2.1.1.3 Proteínas

Como esse nutriente é o responsável pela construção muscular e de vários outros tecidos, como pele, unhas e células nervosas, a proteína torna-se o nutriente mais

importante para o sucesso do treinamento de um atleta. É necessária uma ingestão diária adequada de proteínas para garantir um balanço nitrogenado positivo, assim, garantindo que os tecidos anteriormente mencionados possam se desenvolver de maneira conveniente. Caso a ingestão de proteínas seja inferior do que o recomendado (denominado o balanço nitrogenado negativo), o crescimento muscular estará comprometido, e, por outro lado pode ocorrer a sua deterioração (catabolismo). A proteínas são levemente mais calóricas do que os carboidratos, onde cada grama de proteína fornece 4.3 kilocalorias (NETO, 2009).

As proteínas podem ser encontradas tanto em alimentos vegetais como animais, tipificando, temos os ovos, o amendoim, a soja e as carnes em geral, como acém, patinho, lagarto e peito de frango, por exemplo (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - 4a edição, de 2011).

2.1.1.4 Gorduras

As gorduras, também conhecidas como lipídios são substâncias químicas formadas por glicerol e ácidos graxos e podem ser encontradas em alimentos de origem vegetal e animal. Apesar de serem continuamente discriminadas, as gorduras podem ser subdivididas em “boas gorduras” e “más gorduras”. O entendimento e a correta utilização das duas é fundamental para extrair bons resultados de uma dieta. Independentemente da fonte ou espécie, cada grama de gordura fornece aproximadamente 9.3 kilocalorias, apresentando um valor calórico bem mais acentuado que os demais macronutrientes (NETO, 2009)

As gorduras boas, ou essenciais, não são produzidas pelo corpo humano, ou seja, precisam ser sustentadas pela dieta e podem ser encontradas em alimentos como castanhas, nozes, sementes, óleos de peixe e óleos vegetais não processados. Como benefícios da ingestão das gorduras essenciais, temos a baixa na taxa do colesterol plástico, aumento da sensibilidade à insulina, melhora na produção de energia e até mesmo acentuação na queima da gordura corporal. Quanto as “más gorduras”, ou ácidos graxos saturados, é recomendado que seu consumo seja levemente reduzido devido a pesquisas que comprovaram o aumento do nível de colesterol plástico em sujeitos que se alimentaram com tal macronutriente. Exemplo de tais alimentos são as gorduras animais, óleo de coco e gorduras hidrogenadas (margarinas, por exemplo) (NETO, 2009)

2.1.2 Valor metabólico basal e valor metabólico de repouso

O valor metabólico basal (VMB) é a quantidade básica de energia em quilocalorias que um indivíduo necessita para manter as funcionalidades elementares do seu corpo em repouso absoluto e em condições alimentares e ambientais ideais. Devido ao fato da dificuldade de cálculo do VMB, passou-se a utilizar o valor metabólico de repouso (VMR), que define-se pela quantidade de energia necessária (em quilocalorias) para manter as funcionalidades básicas do organismo em estado de relaxamento, acordado e em pé. O VMR pode ser calculado através de diversas fórmulas (NETO, 2009)

2.1.3 Histórico e estudos referentes ao VMB

As primeiras tentativas de aferição do gasto energético basal remontam do século XVIII, com o francês Antonie Laurent Lavoisier, "...o qual identificou a produção de calor a partir da combinação entre oxigênio e substâncias combustíveis, construindo o primeiro calorímetro direto e o principio da calorimetria indireta em animais." (CARVALHO et al., 2012 apud WAHRLICH e ANJOS, 2001)

Anos após, com a intenção de aperfeiçoar os estudos da área, Francis G. Benedict, desenvolveu um aparelho de uso hospitalar, e, em 1919, em parceiria com J. Artthur Harris, veiculou um estudo definindo o VMB utilizando avançadas técnicas estatísticas, e, a partir disso, modelou equações para a predição do VMB em crianças, homens e mulheres. (CARVALHO et al., 2012 apud DURNIN e PASSMORE, 2001)

2.1.4 Fórmulas para o cálculo VMB ou VMR

Como pôde ser visto, os estudos referentes ao cálculo do metabolismo basal dos seres humanos remonta há vários séculos e vem sendo refinado a cada estudo. A seguir, serão apresentadas as fórmulas mais utilizadas hoje em dia para realizar tais cálculos.

2.1.4.1 Fórmulas de Harris e Benedict

Em 1918, Harris e Benedict descreveram através de estudos a relação da energia obtida através de alimentos com problemas humanos, como requisitos para atividade muscular, o impacto da idade no metabolismo e a influência de doenças

específicas. Utilizando a contribuição de Harris e Benedict, foram estudados 333 indivíduos (homens, mulheres e recém nascidos), e, a partir da análise das variáveis físicas e fisiológicas dos resultados obtidos. Foram modeladas duas fórmulas, uma para calcular o Valor Metabólico de Repouso de homens e a outra para calcular o VMR de mulheres. (CARVALHO et al. 2012, apud HARRIS, BENEDICT, 1918)

Mulheres: VMR (em quilocalorias) = 655 + (9,56 * peso) + (1,85 * altura) - (4,68 * idade)
Homens: VMR (em quilocalorias) = 66,5 + (13,75 * peso) + (5,0 * altura) - (6,78 * idade)

Como o valor resultado dessa fórmula desconsidera qualquer esforço físico, deve ser multiplicado o total de calorias obtido pela equação pelo fator de atividade do indivíduo seguindo a seguinte tabela:

Tabela 1 - Fator de atividade para cálculo do VMR real

Fator de Atividade	**Multiplicação**
Sedentário (pouco ou nenhum exercício)	VMR * 1.2
Pouco ativo (esportes de 1-3 vezes por semana)	VMR * 1.375
Moderadamente ativo (esportes de 3-5 vezes por semana)	VMR * 1.55
Muito ativo (esportes de 6-7 vezes por semana)	VMR * 1.7
Extra ativo (exercícios de alta intensidade e trabalhos físicos duas vezes por dia)	VMR * 1.9

Fonte: GLOBALRPH – THE CLINICIAN'S ULTIMATE REFERENCE. Harris Benedict equation - Determination of the basal metabolic rate. Disponível em: <http://www.globalrph.com/harris-benedict-equation.htm>. Acesso em: 05 de jun. 2016.

Por exemplo, para um indivíduo masculino com 183 cm de altura, peso corporal de 73 quilos, 21 anos de idade e é moderadamente ativo, temos o seguinte:

VMR = 66,5 + (13,75 * peso) + (5,0 * altura) - (6,78 * idade)
VMR = 66,5 + (13,75 * 73) + (5,0 * 183) - (6,78 * 21)
VMR = 66,5 + 1003,75 + 915 - 142,38
VMR = 1842,87 * (Fator de Atividade Moderadamente Ativo)
VMR (em quilocalorias) = 2856,4485

Deve-se ressaltar que há uma variável que pode ser incluída na equação que representa o nível de estresse fisiológico ou determinada doença do indivíduo, como por exemplo, fraturas, queimaduras, peritonite e pós-operatórios de câncer, porém, ela não será utilizada neste trabalho trabalho pois não faz parte do seu escopo tratar especialmente tais particularidades.

2.1.4.2 Equação de Henry e Rees

Em 1991, Henry e Rees estudaram 2822 indivíduos moradores de regiões tropicais e modelaram fórmulas matemáticas específicas para essa população. Tais equações levam em conta variáveis como peso corporal, sexo e idade dos indivíduos (CARVALHO, MONTEIRO, *et al.*, 2012).

A seguir está disposta a tabela com as equações modeladas por Henry e Rees:

Tabela 2 - Tabela de equações para cálculo do VMR segundo Henry e Rees

Faixa Etária	**Gênero**	**Equações**
3 - 10	Masculino Feminino	VMR = (0,113 * P + 1,689) * 239 VMR = (0,063 * P + 2,466) * 239
10 - 18	Masculino Feminino	VMR = (0,084 * P + 2,122) * 239 VMR = (0,047 * P + 2,951) * 239
18 - 30	Masculino Feminino	VMR = (0,056 * P + 2,800) * 239 VMR = (0,048 * P + 2,562) * 239
30 - 60	Masculino Feminino	VMR = (0,046 * P + 3,160) * 239 VMR = (0,048 * P + 2,448) * 239
P = Massa Corporal		

Fonte: Henry; Rees (1991). (Adaptado)

Por exemplo, para um indivíduo masculino com 183 cm de altura, peso corporal de 73 quilos, 21 anos de idade e é moderadamente ativo, temos o seguinte:

VMR = (0,056 * P + 2,800) * 239

VMR = (0,056 * 73 + 2,800) * 239

VMR = (6,888) * 239

VMR (em quilocalorias) = 1646,232

Deve-se notar que essa equação não utiliza variáveis importantes como a altura e o Fator de Atividade do indivíduo, o que resultou em um valor calórico diário relativamente baixo se for comparado à fórmula de Harris e Benedict.

2.1.5 Equilíbrio energético

Segundo Neto (2009), o déficit calórico, ou equilíbrio energético negativo ocorre quando a ingestão calórica diária é menor que o VMR desse indivíduo, acarretando na perda de peso. Ao contrário disso, pode ocorrer o superávit calórico, ou, em outras palavras, equilíbrio energético positivo, que ocorre quando a ingestão calórica diária supera o VMR de um indivíduo, resultando no ganho de peso. Por fim, têm-se o equilíbrio energético, que ocorre quando a ingestão de calorias é similar à quantia de calorias gasta por esse indivíduo, assim, não ocorrendo qualquer variação em seu peso corporal.

2.1.6 Tipos de dietas

Atualmente, possuímos a disposição uma grande variedades de dietas, cada uma com as suas particularidades e restrições. Neto (2009) afirma que cada ser humano possui um metabolismo distinto, uma dieta que funciona para um, pode ser completamente desastrosa para outro, assim, para comprovar a sua eficácia em um usuário, é obrigatório o experimento e análise dos resultados.

2.1.6.1 Dieta alta em carboidratos

Este tipo de dieta que foi extremamente popular na década de 80 e baseava-se em uma alta ingestão de carboidratos, médio-alto consumo de proteínas e baixo consumo de gorduras (NETO, 2009).

Segundo Lambert, Frank e Evans (2004) a divisão ideal de macronutrientes para praticantes de musculação (que é o tipo de atleta foco deste trabalho), deve ser calculada de modo que 55 a 60% das calorias totais sejam fornecidas a partir de carboidratos, 25 a 30% de proteínas e de 15 a 20% de gorduras.

Assim, utilizando a fórmula de Harris e Benedict para calcular o VMR de um indivíduo masculino com 183 cm de altura, peso corporal de 73 quilos, 21 anos de idade que seja moderadamente ativo, obtivemos 2856 quilocalorias. Realizando a correta divisão de macronutrientes segundo Lambert, Frank e Evans (2004), temos o seguinte exemplo:

Tabela 3 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta com alto nível de carboidratos

Macronutriente	**Recomendação**	**Macronutriente por grama**	**Quilocalorias por macronutriente**
Carboidratos	55 - 60%	≅397g	≅1627 Kcal
Proteínas	25 - 30%	≅179g	≅769 Kcal
Gorduras	15 - 20%	≅102g	≅483 Kcal

Fonte: Elaboração do autor, 2016

2.1.6.2 Dieta isométrica de Dan Duchaine

Segundo Neto (2009), Dan Duchaine desenvolveu a dieta isométrica após verificar que inúmeros atletas da musculação - ele inclusive - estavam engordando com a dieta tradicional baseada em altos níveis calóricos e uma elevada taxa de carboidratos.

Como o próprio nome da dieta indica, a ingestão dos macronutrientes deve fornecer parcelas iguais de calorias. Embora que o nível de carboidrato seja consideravelmente reduzido se comparado a dieta alta em carboidratos, a taxa de gordura a ser ingerida diariamente aumenta drasticamente. O próprio criador da dieta sugere que a ingestão de gorduras seja predominantemente proveniente de fontes “boas”. Duchaine também ressalta que devido a alta taxa de ingestão diária de gorduras, é garantida uma melhora no desenvolvimento muscular, um aprimoramento na sensibilidade à insulina e a ativação do metabolismo de gorduras (NETO, 2009).

Assim, utilizando a fórmula de Harris e Benedict para calcular o VMR de um indivíduo masculino com 183 cm de altura, peso corporal de 73 quilos, 21 anos de idade que seja moderadamente ativo, obtivemos 2856 quilocalorias. Realizando a correta divisão de macronutrientes segundo a dieta isométrica de Dan Duchaine, temos o seguinte exemplo:

Tabela 4 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta isométrica de Dan Duchaine

Macronutriente	Recomendação	Macronutriente por grama	Quilocalorias por macronutriente
Carboidratos	33,3%	≅232g	952 Kcal
Proteínas	33,3%	≅211g	952 Kcal
Gorduras	33,3%	≅102g	952 Kcal

Fonte: Elaboração do autor, 2016

2.1.6.3 Dieta anabólica de Mauro di Pasquale

Segundo Neto (2009), esta dieta pode ser uma boa escolha para pessoas que têm predisposição em armazenar gordura. Neste tipo de dieta, a divisão de macronutrientes nos dias de semana será formada predominantemente com gorduras e proteínas, sendo que os carboidratos representarão uma quantia quase nula do total de calorias diárias. Por outro lado, nos finais de semana, a ingestão de carboidratos é severamente elevada e as taxas de gorduras e proteínas são diminuídas.

A garantia de funcionamento dessa dieta é que o corpo, após alguns dias de adaptação (geralmente por volta de duas semanas) desenvolve a habilidade de utilizar como fonte principal de energia a gordura dietética e a gordura corporal, assim, evitando acúmulo de gordura ou efeitos adversos (DI PASQUALE, 2005).

Citando o criador da dieta, Neto (2009, p. 61) afirma que a dieta alta em gorduras "...maximiza o ganho de massa muscular pela estimulação da produção hormonal e proteção da proteína muscular, enquanto limita a acumulação de gordura...".

Assim, utilizando a fórmula de Harris e Benedict para calcular o VMR de um indivíduo masculino com 183 cm de altura, peso corporal de 73 quilos, 21 anos de idade que seja moderadamente ativo, obtivemos 2856 quilocalorias. Realizando a correta divisão de macronutrientes para dias de semana e finais de semana, segundo a dieta anabólica de Mauro di Pasquale, temos o seguinte exemplo:

Tabela 5 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta anabólica de Mauro di Pasquale (dias de semana)

Macronutriente	Recomendação	Macronutriente por grama	Quilocalorias por macronutriente
Carboidratos	1%	≅7g	29 Kcal
Proteínas	33%	≅219g	942 Kcal
Gorduras	66%	≅202g	1884 Kcal

Fonte: Elaboração do autor, 2016

Tabela 6 - Exemplo da divisão de macronutrientes - Dieta anabólica de Mauro di Pasquale (sábado e domingo)

Macronutriente	Recomendação	Macronutriente por grama	Quilocalorias por macronutriente
Carboidratos	61%	≅424g	1742 Kcal
Proteínas	19%	≅126g	542 Kcal
Gorduras	20%	≅61g	571 Kcal

Fonte: Elaboração do autor, 2016

2.1.7 Enfermidades que serão suportadas pelo sistema

Nas seguintes seções serão explanadas algumas doenças, bem como as suas causas, características, sintomas e tratamentos. O sistema de RBC proposto neste trabalho visa suportar e realizar uma precisa recomendação alimentar nesses casos levando em consideração todas as peculiaridades de cada uma dessas enfermidades.

2.1.7.1 Doença Celíaca

A Doença Celíaca (DC) teve início no momento que os seres humanos primitivos mudaram seus hábitos de caçadores e coletores para adotar um estilo de vida mais sedentário baseado na agricultura. Este marco ocorreu por volta de 10.000 a.C., onde os seres humanos passaram a cultivar cereais como o trigo, cevada, centeio e aveia (REIPS, 2011).

Atualmente, acredita-se que a prevalência dessa doença é de 1 a 1,5% na população mundial, sendo mais incidentes em caucasianos e no sexo feminino (FARO, 2008).

A DC é caracterizada como uma doença autoimune do intestino delgado, a qual tem o glúten como fator responsável para que agentes etiopatogênicos agridam o organismo do ser humano. É sabido que essa patologia está associada a outras doenças autoimunes como o Diabetes Tipo 1, artrite reumatóide, doenças da tireóide, entre outras (REIPS, 2011).

O diagnóstico precoce da doença celíaca é primordial para que ocorra a prevenção das adversidades associadas a essa e deve ser feito através da biópsia intestinal (REIPS, 2011).

Dentre os sintomas que os indivíduos portadores da DC apresentam são diarréia crônica, distensão abdominal, flatulência, anemia ferropriva, osteoporose precoce, hipocalcemia, entre outros (REIPS, 2011).

O único tratamento conhecido e eficaz para a doença celíaca se dá através da alimentação adequada, onde são permanentemente excluídos o glúten da alimentação do indivíduo portador da DC. Dentre os alimentos que devem ser excluídos são: trigo, centeio, cevada e aveia, assim, podendo ser substituídos pelo milho, arroz, batata e mandioca. Quanto as gorduras e as proteínas nada deverá ser alterado (FARO, 2008).

2.1.7.2 Diabetes Mellitus tipo 2

O Diabetes Mellitus tipo 2 é o tipo de diabetes mais comum e o menos agressivo, afetando geralmente indivíduos com mais de 40 anos de idade. Este tipo de diabetes representa de 80 a 90 % de todos os casos da doença (LUCENA, 2007 apud COTRAN; KUMAR; ROBBINS, 1994). Segundo Lucena (2007 apud SMELTZER; BARE, 2002) “Sua incidência e prevalência vem aumentando em várias populações, tornando-se uma das doenças mais prevalentes no mundo”.

No DM tipo 2, ao contrário do tipo 1, o pâncreas secreta insulina em taxas altíssimas, assim, sobrando insulina e glicose no sangue acarretando na destruição das células responsáveis pela sintetização desse hormônio (LUCENA, 2007 apud GUYTON; HALL, 2002).

Embora que não se saiba quais os fatores causadores do diabetes tipo 2, têm-se o conhecimento que há influência do fator hereditário e a obesidade (LUCENA, 2007 apud COTRAN; KUMAR; COLLINS, 2000).

Quanto aos sintomas, o portador da doença apresenta sensação de fome aguda, dificuldade de racionar, sensação de fadiga, sudorese elevada, tremores, bocejamento, sonolência, confusão, e, em casos mais avançados o coma (LUCENA, 2007 apud NEGRI, 2005).

Embora que o Diabetes Mellitus tipo 2 não tenha cura, Santos (2006) propõe que a alimentação desse indivíduo deve ser baseada em alimentos com baixo índice glicêmico em conjunto com gorduras de cadeia curta (gorduras boas) que comprovadamente inibem em partes a elevada secreção de insulina do pâncreas. Por outro lado, devem ser limitados os lipídios de cadeia longa, como as gorduras saturadas e trans.

Quanto a Diabete Mellitus tipo 1 não existe uma cura definitiva, tampouco um tratamento através da alimentação, de forma que seja necessária a administração exógena da insulina de forma definitiva (LUCENA, 2007 apud SARTORELLI; FRANCO, 2003). Devido a impossibilidade do tratamento ou amenização da DM1 através da alimentação, o sistema não oferecerá suporte para a mesma.

2.1.7.3 Intolerância à lactose

A alergia à proteína do leite, ocorre predominantemente em crianças geneticamente predispostas, afetando seriamente o bem estar da criança e de sua família. O surgimento dessa alergia na criança está associada a introdução precoce do leite de vaca na alimentação de lactantes e o desmame do leite materno também precoce (OLIVEIRA, 2013 apud BRASIL, 2012).

Quanto aos sintomas, a intolerância à lactose é caracterizada por flatulência, desconforto abdominal, diarreia, náusea, borborigmo, vômito e constipação. Em grande maioria dos casos, tais adversidades geralmente se manifestam de 30 minutos a 2 horas após o consumo de um alimento contendo aproximadamente 12g de lactose (OLIVEIRA, 2013 apud ANTUNES e PACHECO, 2009).

A única forma de tratamento dessa alergia se deve através da exclusão do leite. (OLIVEIRA, 2013 apud ANTUNES e PACHECO, 2009). Entretanto, de acordo com Oliveira (2013 apud MATTAAR e MAZO, 2010), a exclusão do do leite e seus derivados não precisa ser total, sabendo que cada indivíduo portador dessa alergia reage

diferentemente em relação ao consumo da lactose, assim, cabendo ao profissional responsável compreender e gerenciar a situação de cada paciente, montando uma dieta adequada a fim de garantir aporte ideal de macro e micronutrientes sem prejuízos nutricionais. Por outro lado, caso o profissional verifique que a exclusão seja necessária devido a gravidade dos sintomas, a reintrodução dos produtos lácteos deve ocorrer de maneira gradual, respeitando o limiar de tolerância do paciente.

2.2 PROBLEMA, SOLUÇÃO E FERRAMENTAS

Conforme estudos apresentados anteriormente, inúmeras pessoas enfrentam dificuldades ao adotar dietas impostas pelos seus nutricionistas, ocasionando inconsistências e, em alguns casos a desistência completa do paciente. Por outro lado, através de uma entrevista realizada pelo autor com um profissional de Nutrição, o mesmo alegou que a parte mais trabalhosa do seu ofício é a construção de planos alimentares, pois estes devem ser arquitetados cuidadosamente, levando em consideração vários atributos e particularidades de cada paciente.

Deste modo, teve-se a intenção de desenvolver uma ferramenta que solucionasse ambos impasses simultaneamente: onde os profissionais pudessem reutilizar planos alimentares para pacientes com características similares de forma confiável e, por outro lado, permitir que o paciente tenha a liberdade de selecionar qual plano alimentar deseja utilizar.

Para implementar esse essa ferramenta, foram adotados conceitos de Inteligência Artificial, mais precisamente a técnica de RBC. A teoria referente a esses tópicos serão discorridas nas próximas seções.

2.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial (IA) pode ser definida como um ramo da Ciência da Computação que dedica-se à automação do comportamento inteligente. Sua origem remete ao século XX, mais precisamente no momento em que os computadores eletrônicos apresentaram potencial de memória e processamento requeridos pelos programas de IA, assim, possibilitando que tal disciplina se tornasse cientificamente viável (LUGER, 2013)

A IA pode ser empregada em diferentes subáreas com as mais variadas propostas, como na percepção e no raciocínio lógico, no desenvolvimento de jogos de

xadrez, na comprovação de teoremas matemáticos e nos diagnósticos de doenças (NORVIG, 1995).

Quanto a relevância da utilização da IA em outras área do conhecimento, Russel e Norvig (2004, p. 4) relatam que:

> Comummente, cientistas de outros campos migram gradualmente para a inteligência artificial, onde eles encontram ferramentas e vocabulário para sistematizar e automatizar tarefas intelectuais as quais eles estariam trabalhando ao longo de suas vidas. Similarmente, pesquisadores da IA poder escolher em aplicar seus métodos em qualquer área que requira esforço intelectual humano. Assim sendo, a IA é verdadeiramente um campo universal.

O RBC é uma técnica da IA com o objetivo central de encontrar soluções automáticas para problemas futuros com base em problemas já resolvidos. Esse método pode ser utilizado no auxílio de inúmeras tarefas, como, por exemplo, na tomada de decisões jurídicas, em desenhos industriais, diagnóstico de hardware, entre outros (LUGER, 2013).

Embora que hajam inúmeras técnicas advindas da Inteligência Artificial, a que se torna mais válida para a solução do problema proposto nesse trabalho é o Raciocínio Baseado Casos, o qual será detalhadamente descrito nas próximas seções.

2.3.1 Raciocínio Baseado em Casos

De acordo com Vitorino (2009), “Nos últimos anos, o Raciocínio Baseado em Casos (RBC) surgiu como uma técnica poderosa para solução automática de problemas. RBC é aplicável de forma simples e direta a um amplo espectro de tarefas...”.

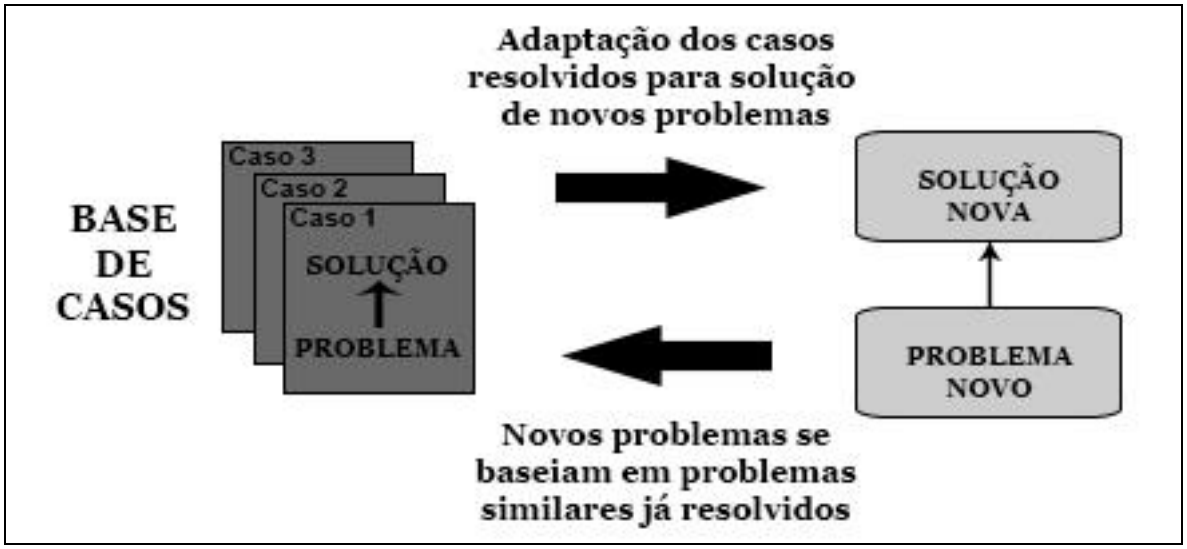
A definição clássica de um sistema de RBC foi definida por Reisbeck e Schank (1989 apud VITORINO, 2009): “Um sistema RBC resolve problemas, adaptando soluções que foram utilizadas para resolver problemas anteriores”.

Quanto ao seu funcionamento, um RBC utiliza um banco de dados explícito de soluções de problemas já resolvidos a fim de tratar futuras situações de solução de problema. A base de dados de um RBC, que compreende os casos e as suas possíveis soluções, pode ser populada a partir da reunião de soluções de problemas relatados por especialistas humanos com o auxílio da engenharia do conhecimento ou podem refletir os resultados de sucesso ou fracasso dos problemas já resolvidos pelo próprio RBC (LUGER, 2013).

Conforme Vitorino (2009), as características básicas de um RBC são:

a) a extração do conhecimento a partir de casos ou experiências com que o próprio sistema se depara;
b) a identificação das características mais significantes dos casos apresentados a fim de devolver uma melhor solução (resposta);
c) o armazenamento do caso e sua respectiva solução.

Figura 1 - Modelo básico da perspectiva de um RBC



Fonte: Adaptado de WANGENHEIM e WANGENHEIM, (2003)

De forma sucinta, Vitorino (2009) afirma que a ideia básica do funcionamento de um RBC é apresentar soluções para novos problemas a partir do conhecimento adquirido na resolução de problemas similares, e, então, reutilizando a informação e o conhecimento daquela situação.

2.3.1.1 Histórico

A respeito da origem da técnica de RBC, Vitorino (2009, p. 16) expõe o seguinte:

> As raízes filosóficas da teoria de RBC se espalham por diversos trabalhos de pesquisadores no campo da psicologia ou ciência da computação, mas sem dúvidas o trabalho do grupo de Roger Schank em 1980, na Universidade de Yale, onde iniciaram-se os primeiros estudos sobre as técnicas baseadas em RBC, que teve como fruto o modelo de memória dinâmica de Schank.

O primeiro sistema RBC que se tem registro é o Cyrus, que foi desenvolvido em 1983 por Janet Kolodner o qual era baseado em memória dinâmica, assim, servindo como base para outros sistemas RBC. Anos mais tarde, em 1986, na universidade do Texas, foi desenvolvido um trabalho que fez o uso de recursos de classificação heurística e aprendizado de máquina com a finalidade de unificar em um modelo de conhecimento genérico do domínio e o conhecimento específico de casos (VITORINO, 2009).

Tais trabalhos contribuíram para o fortemente para desenvolvimento desse ramo da Inteligência Artificial, resultando em um crescente número de aplicações sendo desenvolvidas com a técnica de RBC, principalmente nas áreas de Medicina, Direito e Engenharia. Essas aplicações visam auxiliar a resolução de problemas como classificação, projeto, diagnóstico ou planejamento, particularmente em âmbitos onde um especialista de determinada área usa no exercício de sua profissão o conhecimento adquirido em casos passados para garantir soluções em problemas futuros (VITORINO, 2009).

Quanto a validade da utilização atual da técnica de RBC, Vitorino (2009) afirma o seguinte:

> Atualmente, diversos centros de pesquisas e universidades do mundo todo reúnem esforços para a ampliação dos recursos de RBC, que apareceram nas primeiras ferramentas. Na prática, pelas características do domínio no qual são aplicados, RBC tem fornecido resultados ainda insatisfatórios.

2.3.1.2 Ciclo RBC

Segundo Vitorino (2009), o ciclo RBC foi definido por Aamodt e Plaza em 1994, o qual se baseia em quatro etapas de execução, comumente conhecidas como 4R’s.

a) recuperação: quando uma nova situação problema é apresentada ao RBC, é realizada uma recuperação na base de dados do mesmo a fim de encontrar o

problema mais similar com o problema em questão. Esse procedimento ocorre a partir da identificação das particularidades mais significantes em comum entre ambos os casos;

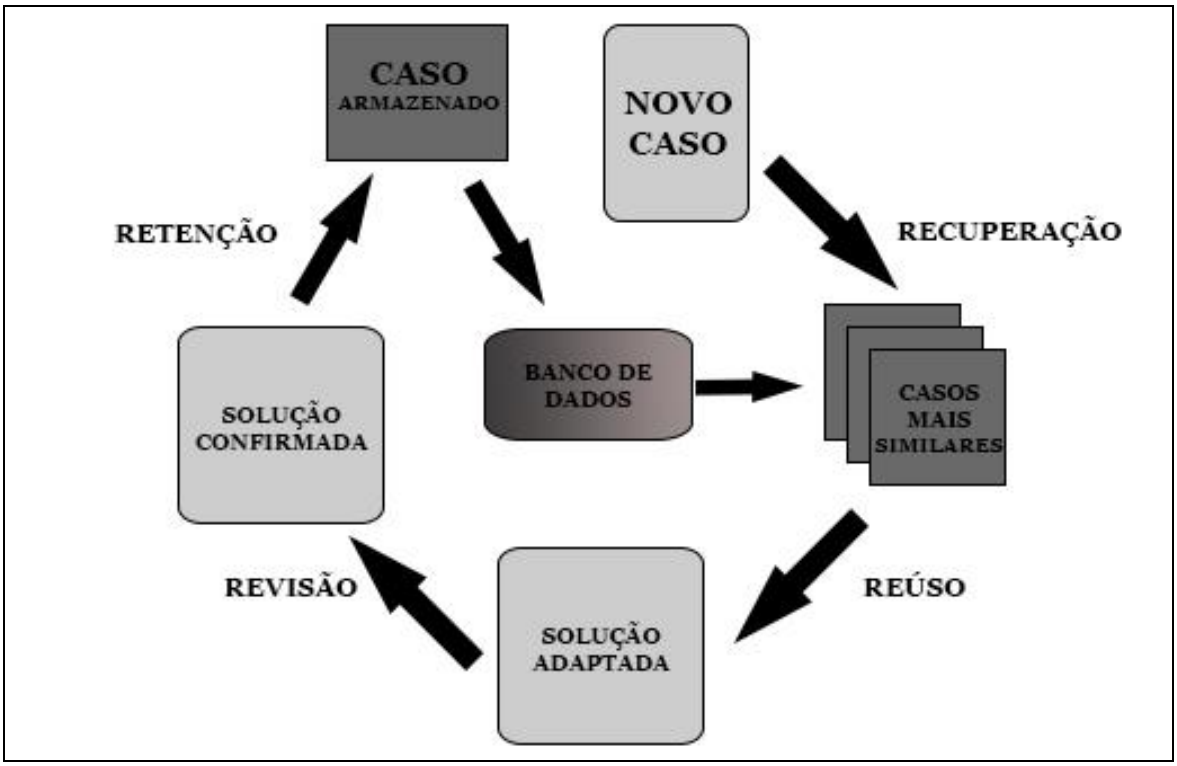
b) reuso: assim que um caso é recuperado da base de dados, é efetuada a reutilização da solução associada àquele caso. Geralmente a solução do caso recuperado é transferida ao novo problema diretamente como sua solução;

c) revisão: em situações que a solução dos problemas anteriores não podem ser aplicadas diretamente ao novo problema, é necessário que ocorra o processo de revisão, onde o sistema realiza avaliações com a finalidade de reconhecer as diferenças e as similaridades entre os dois problemas em questão, assim, realizando uma adaptação do caso recuperado de modo que garanta uma boa solução ao novo problema.

d) retenção: é o processo de armazenar o novo caso e sua respectiva solução para futuras recuperações. O sistema irá decidir qual informação armazenar e de que forma;

A seguir será disposto graficamente o ciclo RBC (4R):

Figura 2 - Ciclo RBC



Fonte: Adaptado de WANGENHEIM e WANGENHEIM, (2003)

2.3.1.3 Representação dos casos

Em um RBC é essencial que ocorra a representação do conhecimento, os quais são representados a partir de casos. Um caso se define por uma fatia de conhecimento que representa uma situação problema que foi total ou parcialmente resolvida em uma experiência real. De forma mais específica, um caso representa quais atributos da informação são relevantes e quais destes podem ser úteis para a solução dos próximos problemas (VITORINO, 2009).

Segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), cada caso de um RBC é constituído por dois principais componentes:

a) o problema: nessa etapa são descritos aspectos relevantes do problema que representa uma situação específica a ser resolvida;
b) descrição da solução: nessa etapa é exposta a solução que foi utilizada para resolver o problema relativo à sua descrição. Pode apresentar também uma ação, um plano ou uma informação útil ao usuário.

2.3.1.4 Similaridade

Wangenheim e Wangenheim (2003) afirmam que "problemas similares possuem soluções similares", assim, justificando a premissa de que em muitas aplicações, a similaridade entre as definições de determinados problemas implica diretamente na aplicabilidade da solução de outro problema.

No contexto de um RBC, diz-se que um caso é útil se ele é suficientemente similar à questão atual. Segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), no contexto da definição de similaridade, a solução descrita para um caso escolhido pode ser útil para um novo problema se o mesmo atender os seguintes requisitos:

a) permitir o solucionamento do problema atual de alguma forma;
b) evitar a repetição de um erro já ocorrido;
c) permitir uma solução eficiente para o problema;
d) oferecer a melhor solução para o problema de acordo com um critério de otimalidade proposto;
e) fornecer ao usuário uma solução que possa ser compreendida por ele.

A utilidade de um caso para a solução de um problema é dada pelo grau de modificação que foi necessário para adaptá-lo ao problema proposto. Quanto menor o grau de modificação de um caso, mais útil o mesmo é considerado (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

2.3.1.5 Recuperação de casos

O processo de recuperação inicia com a descrição de um problema e termina quando o melhor caso for encontrado para esse. Nessa etapa, o RBC faz uma busca na base de casos com a intenção de encontrar o caso mais similar com o novo problema (VITORINO, 2009).

De acordo com Wangenheim e Wangenheim (2003), "O objetivo da recuperação de casos é encontrar um caso ou um pequeno conjunto de casos na base de casos que contenha uma solução útil para o problema ou situação atual.".

O processo de recuperação de casos pode ser formalmente descrito por um conjunto de três subtarefas que devem ser realizadas pelo RBC. São elas:

a) assessoramento da situação: objetiva a formulação de uma consulta que é representada por uma série de descritores relevantes da situação ou do problema atual;
b) casamento: nesta etapa são identificados os conjuntos de casos suficientemente similares à consulta realizada;
c) seleção: etapa onde é selecionado o(s) melhor(es) casamento(s) com base no conjunto de casos selecionados na etapa anterior.

Quanto às principais características da recuperação de casos em um RBC:

> A recuperação de casos é uma das fases mais importantes e ao mesmo tempo mais custosas do RBC. Se um novo problema deve ser resolvido em RBC, primeiramente deve-se encontrar um conjunto de casos adequados para construir uma solução para a situação atual (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003, p. 152).

2.3.1.6 Reutilização de casos

Nessa etapa, segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), em momentos que os casos são recuperados e transferidos para a situação presente mas não satisfazem completamente seus requisitos, é realizada uma adaptação desse caso.

Uma técnica corriqueiramente utilizada é a de ignorar o passo da adaptação, o que pode ser aceitável em casos de classificação, diagnóstico ou suporte à decisão. De acordo com Wangenheim e Wangenheim (2003), “Em vez de tentar adaptar casos recuperados à nova situação, a estratégia mais simples é a de se inflar a base de casos ao máximo”. Esse processo é realizado para garantir que todos possíveis problemas tenham suas soluções presentes no banco de dados, a fim de que não sejam necessárias futuras adaptações (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

A adaptação pode ocorrer através de inúmeras estratégias, variando desde técnicas simples até algumas severamente complexas. A seguir estão expostas as técnicas de adaptações mais comuns.

a) adaptação nula
b) adaptação transformacional
c) adaptação gerativa ou derivacional
d) adaptação composicional
e) adaptação hierárquica

Dentre essas, segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), a técnica mais utilizada é a adaptação nula, onde nenhuma adaptação é realizada. Grande parte dos RBCs atuais utilizam apenas essa estratégia, demonstrando que o RBC é uma técnica poderosa para resolução de problemas mesmo sem o auxílio de complexas técnicas de adaptação.

2.3.1.7 Revisão de casos

O processo de revisão ocorre quando uma solução para um caso é produzida na etapa de reúso mas é considerada incorreta, assim, sendo necessário que ocorra o aprendizado a partir desta falha (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

A revisão, segundo Wangenheim e Wangenheim (2003) se dá a partir de duas tarefas:

a) avaliação da Solução: nesta etapa a solução gerada pelo reúso é mensurada. Caso seja considerada como correta, é realizado o aprendizado com o sucesso da mesma e o processo de retenção continua. Esta etapa utiliza a solução em um ambiente real, através de uma consulta a um especialista, ou realizando o teste da solução no mundo real a fim de obter um resultado (SANTOS, 2015).
b) reparação de Falhas: se a solução for considerada incorreta, essa é alterada para se ajustar ao caso, utilizando conhecimento específico sobre o domínio da aplicação. Esta etapa envolve a detecção de erros, recuperação e/ou elaboração de explicações para a solução através de um método específico. Isto é, ocorre um manuseamento do conhecimento com o objetivo de gerar interpretações pelas quais determinados objetivos do plano de soluções não foram atingidos, assim, modificando a solução objetivando a não reincidência dessas falhas (SANTOS, 2015).

2.3.1.8 Retenção de casos

A retenção de casos é o processo no qual ocorre a integração dos aspectos úteis de um novo episódio de solução de problema ao conhecimento já existente. O objetivo da constante reincidência desse procedimento é o de atualizar e estender a base de casos almejando o alargamento do conhecimento de um sistema RBC a fim de tornar-se um solucionador de problemas mais robusto com o passar do tempo (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

Segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), “Retenção equivale a aprendizado de novos casos ou de conhecimentos relevantes os abstraídos de casos individuais.”. Para garantir o real aprendizado em um RBC, se faz necessário um conjunto de diretrizes que almejam a extração do conhecimento relevante de experiências passadas. Posteriormente deve ocorrer a indexação do conhecimento para uso posterior e a integração aos casos em uma estrutura de conhecimento existente.

De acordo com Wangenheim e Wangenheim (2003), os principais aspectos a serem apreciados no processo de retenção de casos são:

a) seleção adequada da informação a ser armazenada junto a um caso;
b) seleção da estrutura da informação e do conhecimento;

c) seleção da estrutura de índices para o acesso aos casos durante o processo de recuperação;
d) seleção do tipo de integração a ser realizado na estrutura do conhecimento existente.

No contexto do processo de retenção de casos, têm-se a divisão de três fases: a extração de conhecimento, a indexação de casos e a integração na base de casos, as quais estão dispostas a seguir:

a) extração de conhecimento: nesta etapa ocorre a seleção das estruturas de conhecimento necessárias para a estruturação de uma solução na tomada de decisão. Baseado nas informações obtidas, um caso pode ser indexado a um caso existente, embora que há a possibilidade de construir um novo caso a partir deste, ou ainda um caso similar pode ser generalizado com a intenção de incluir a nova experiência adquirida de forma a integrar a experiência prévia e o novo caso adquirido (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).
b) indexação de casos: é um problema corriqueiro em RBC. Esse problema implica na decisão do tipos de índices que serão utilizados para realizar as recuperações futuras e a maneira de como será estruturado o espaço de busca. Wangenheim e Wangenheim (2003) propõem que uma solução trivial para esse problema seria utilizar todas as entidades como índices.
c) integração na base de casos: nessa etapa ocorre a integração do novo conhecimento na base de conhecimento, incluindo a adição de novos casos na base de casos ou a modificação/exclusão de casos antigos. Quanto a modificação da indexação de casos existentes, o sistema RBC pode aprender a se tornar um melhor avaliador de similaridade. Nesta etapa, dependendo do desfecho de um caso recuperado (sucesso ou falha), os pesos de seus índices podem ser ajustados (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

3 TRABALHOS CORRELATOS

3.1 A FOOD RECOMMENDER FOR PATIENTS IN A CARE FACILITY

Nessa pesquisa, foi desenvolvido um sistema de recomendação de alimentos para pacientes em asilos. A proposta central deste trabalho foi de auxiliar os cuidadores a fornecer refeições mais agradáveis possíveis para os pacientes com bases nas preferências pessoais dos próprios idosos.

As recomendações dos pratos foram definidas a partir de três simples cálculos: o primeiro era baseado no *feedback* explícito do paciente quanto a refeição ingerida. O segundo cálculo era baseado no *feedback* implícito, onde eram analisados a maneira e a quantidade de comida que os pacientes estavam ingerindo, e, por fim, em ocasiões que o paciente estaria ingerindo determinado alimento pela primeira vez, a preferência desse prato se daria pela classificação dos ingredientes que o compunham.

A partir da recomendação de alimentos, tornou-se possível fornecer pratos mais agradáveis aos idosos, principalmente àqueles que apresentavam dificuldades de comunicação, problemas de memória ou outras doenças relacionadas. Da mesma forma, segundo os autores, também foi possível traçar padrões nas alimentações dos idosos a fim de detectar variações bruscas em suas alimentações diárias, assim, podendo representar o desenvolvimento de uma possível doença (PESSEMIER, DOOMS e MARTENS, 2013).

3.2 TOWARDS AUTOMATIC MEAL PLAN RECOMMENDATIONS FOR BALANCED NUTRITION

Segundo os autores, problemas de saúde como diabetes e obesidade podem ser prevenidos ou até mesmo revertidos através de uma boa nutrição, porém, raramente as pessoas têm ciência da má qualidade de suas alimentações e muitas vezes precisam de suporte para garantir mudanças positivas. O acompanhamento de um nutricionista pode ser uma boa solução à esses problemas a curto prazo, porém, em longos períodos de tempo essa solução torna-se economicamente inviável. Os Recomendadores de Refeições (RR), além de serem baratos e em muitos casos gratuitos, podem ser considerados peças chaves no que diz respeito a reeducação alimentar.

Quanto ao desenvolvimento do trabalho, os autores implementaram um portal online com uma considerável variedade de alimentos, na qual os usuários poderiam realizar

upload de pratos, visualizar e procurar receitas, calcular valores nutricionais de um prato e receber recomendações com base em seus perfis. Entretanto, para garantir o funcionamento do sistema de recomendações, foram estabelecidas personas com diferentes tipos de altura, peso, sexo, idade e objetivos (ganho ou perda de peso).

Para determinar as preferências alimentares dos usuários, os autores estabeleceram que aqueles que avaliaram positivamente pratos com uma grande variedade de ingredientes são mais suscetíveis a gostarem de uma maior gama de alimentos, ao contrário daqueles que avaliaram positivamente pratos com com poucos ingredientes. Logo, dispondo características do paladar de cada usuário, com o objetivo de criar planos para usuários reais, foram realizadas comparações com o comportamento de determinado usuário com as personas anteriormente definidas, assim, o RR selecionava os pratos mais bem avaliados do recomendador, e a dividia em dois. Após isso, foi realizada uma busca para formalizar todas combinações de sequências para esses pratos (café da manhã, almoço, ceia).

Finalizada a ferramenta e liberada para uso, os autores relataram que um RR mesmo que usufrua de uma base de dados modesta, permite a criação de planos alimentares saudáveis para uma grande variedade de perfis de usuários (jovens e idosos, magros e gordos, homens e mulheres) combinando receitas que os mesmos gostam com receitas que os mesmos possam gostar com o propósito de garantir melhor qualidade de vidas aos mesmos (ELSWEILER e HARVEY, 2015).

3.3 DESIGN OF SOFTWARE TO SUPPORT FAMILIES WITH FOOD-ALLERGIC AND FOOD-INTOLERANT CHILDREN

Segundo os autores, estima-se que aproximadamente 200 a 250 milhões de indivíduos sofrem de alergias a alimentos e que boa parte desses afetados são crianças. Essas alergias, quando presentes em crianças, podem causar distúrbios de sono, de aprendizado, de memória e de comportamento e, em alguns casos, pode ser fatal. Embora que as crianças sejam afetadas diretamente, seus pais são afetados indiretamente (financeiramente e profissionalmente) devido aos cuidados que os mesmos devem ter com seus filhos.

Neste estudo, o foco principal era o de avaliar as dificuldades que os pais ou portadores de alergias alimentícias enfrentam em seu dia-a-dia e realizar uma comparação entre registrar os alimentos ingeridos no papel e registrar os alimentos em um aplicativo

para dispositivo móvel. Quanto a primeira etapa do estudo, foi uma pesquisa online com 56 participantes, os quais avaliaram as maiores dificuldades encontradas no que se refere ao convívio com tais adversidades alimentares. Após isso, foram realizadas pesquisas com profissionais da área (um pediatra, um gastroenterologista e dois dietistas especializados em hipersensibilidade em alimentos) com a finalidade de indagar seus posicionamentos a respeito da utilização do método convencional (planos alimentares em papel) e do método de software (registro dos alimentos em dispositivos móveis). Finalizadas as entrevistas, foi realizado um teste prático com dois grupos, formados entre portadores de intolerâncias e pais de portadores. O primeiro grupo registrava ao longo do dia os alimentos ingeridos no papel (baseado no modelo fornecido pelo dietista) já o segundo grupo registrava os alimentos em um dispositivo móvel.

Ao final dos 7 dias dos estudos, foi constatado que a partir do segundo dia dos testes já houveram abandonos em ambos os grupos, aumentando dia após dia. Quanto a relação do dispositivo móvel e do papel, houve um número relativamente maior de desistências quanto ao uso do papel em decorrência de os entrevistados não estarem carregando a folha de registros no momento da refeição, por estarem muito atarefados ou simplesmente sem vontade de realizar o registro.

Por fim, infere-se que a tarefa de registrar alimentos antes ou depois de ingerí-los pode ser uma tarefa repetitiva e suscetível a esquecimentos, dessa maneira, pode ser proposto um recomendador de refeições que fornecerá uma vasta gamas de alimentos ao usuário, a qual não será vulverável a esquecimentos ou falta de motivação em consequência de o recomendador ser indispensável no momento das refeições (HENRICKSEN e VILLER, 2012).

3.4 HEALTH-AWARE FOOD RECOMMENDER SYSTEM

Segundo os autores, devido as constantes mudanças nas tendências alimentares e estilos de vida, muitas pessoas estão enfrentando problemas ao preparar alimentos saudáveis. Assim, o recomendador de alimentos proposto visa não apenas oferecer recomendações de receitas que supram as preferências dos usuários, mas também levar em consideração a saúde dos mesmos.

Embora que a tendência de boa alimentação esteja crescendo e tornando-se um dos aspectos centrais da vida cotidiana dos seres humanos, a seleção e o planejamento de

refeições pode ser demorado, assim, levando as pessoas a optarem por refeições rápidas e não saudáveis, deste modo, adotando péssimos hábitos alimentares.

Dando início aos estudos referentes a ferramenta, seus idealizadores realizaram uma pesquisa online englobando entrevistados de várias faixas etárias, de ambos os sexos e de vários países. A pergunta central da pesquisa era: “Você gostaria de receber recomendações de receitas saudáveis, adaptando seu gosto pessoal?”. Como resultado, 95% dos entrevistados afirmaram que gostariam de receber recomendações de planos alimentares saudáveis, assim, validando a intenção da criação da ferramenta proposta pelos autores.

A respeito do desenvolvimento do sistema, cada usuário realizaria um cadastro no aplicativo (desenvolvido em Android) e efetuaria o login, após, seriam avaliadas as preferências alimentares desse usuário, onde o mesmo examinaria um catálogo de receitas e marcaria quais dessas o agradam. Da mesma forma, também eram levados em consideração os alimentos que o usuário teria disponível no momento.

Baseado no perfil traçado nas etapas anteriores, o sistema passaria a gerar uma série de receitas para o usuário. Ao escolher o prato que mais lhe agradasse, o usuário receberia os detalhes para a preparação do alimento e também, caso julgasse necessário, realizar críticas quanto a receita.

Por fim, os autores alegaram que eles implantaram um sistema único que permite o usuário fazer um equilíbrio entre seus gostos alimentares e a sua saúde através de um algoritmo que leva em consideração a saudabilidade do alimento em questão. Quanto as considerações dos usuários que fizeram o uso da ferramenta, foi reportado que os mesmos estavam satisfeitos e que a qualidade das recomendações era alta (GE, RICCI e MASSIMO, 2015).

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 ESPECIFICAÇÕES FORMAIS

Nesta sessão serão abordados as especificações referentes aos requisitos do projeto, fundamentados a partir de casos de uso e diagramas de casos de uso. Para Pressman (2011), UML é uma padronização de linguagem que visa descrever ou documentar o projeto de uma aplicação sendo utilizada para visualizar, especificar, construir e documentar os mais variados aspectos de um software.

4.1.1 Engenharia e levantamento de Requisitos

Antes de iniciar o próprio desenvolvimento de um software, é recomendável desempenhar um conjunto de tarefas que visam garantir um melhor entendimento da aplicação sobre o negócio e como os usuários finais irão interagir com o essa. Esse conjunto de tarefas é denominado de Engenharia de Requisitos (ER) (PRESSMAN, 2011).

A respeito da ER, Pressman (2011) define:

> O amplo espectro de tarefas e técnicas que levam a um entendimento dos requisitos é denominado engenharia de requisitos. Na perspectiva do processo de software, a engenharia de requisitos é uma ação de engenharia de software importante que si inicia durante a atividade de comunicação e continua na modelagem.

Dentro desse contexto, o próximo passo é o levantamento dos requisitos, o qual é caracterizado pela resolução de problemas, elaboração, negociação e especificação. Nessa etapa da engenharia, os envolvidos com o projeto trabalham em equipe para debater o problema a fim de propor os elementos e o conjunto de requisitos da solução (PRESSMAN, 2011).

Embasado nos conceitos de engenharia e levantamento de requisitos, nas próximas seções serão apresentados os requisitos básicos do sistema proposto levantados em conjunto com o orientador deste trabalho, subdivididos em funcionais e não funcionais.

4.1.1.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais definem as funções e o comportamento que o sistema deve oferecer ao usuário final (PRESSMAN, 2011). Assim sendo, a próxima tabela demonstra todos os requisitos funcionais levantados:

Tabela 7 - Requisitos Funcionais

REQUISITOS FUNCIONAIS	
Requisito Funcional	**Descrição**
RF01	O sistema irá permitir que o administrador cadastre um novo paciente
RF02	O sistema irá permitir que o administrador cadastre um novo nutricionista
RF03	O sistema irá permitir que o administrador liste todos pacientes do sistema e o nutricionista liste aqueles que estão sob sua responsabilidade
RF04	O sistema irá permitir que o administrador liste todos nutricionistas cadastrados na base
RF05	O sistema irá permitir a realização de *login* no sistema
RF06	O sistema irá permitir a realização de *logout* no sistema
RF07	O sistema irá permitir que o administrador e o nutricionista editem o informações avançadas do paciente
RF08	O sistema irá permitir que o nutricionista e o administrador cadastrem alimentos no sistema
RF09	O sistema irá permitir que o nutricionista e o administrador listem todos os alimentos cadastrados no sistema
RF10	O sistema irá permitir que o nutricionista e o administrador cadastrem refeições no sistema
RF11	O sistema irá permitir que o nutricionista e o administrador listem todas refeições cadastradas no sistema
RF12	O sistema irá permitir que o nutricionista e o administrador cadastrem planos alimentares no sistema

RF13	O sistema irá permitir que o nutricionista e o administrador listem todos planos alimentares cadastrados no sistema
RF14	O sistema permitirá que o nutricionista defina em uma rotina específica os pesos dos atributos que serão utilizados no cálculo de similaridade na interface do usuário
RF15	O sistema permitirá que o nutricionista e o administrador cadastrem novos casos à base de casos
RF16	O sistema permitirá que o paciente calcule a similaridade entre ele e os casos da base a fim de receber os plano alimentares
RF17	O paciente poderá gerar um arquivo PDF com o plano alimentar escolhido
RF18	O sistema irá permitir que o paciente registre o seu peso de modo que o RBC sempre recomende planos com base no seu peso mais atual
RF19	O sistema permitirá que o paciente edite informações básicas do seu cadastro
RF20	O sistema permitirá ao nutricionista inicie uma consultoria com algum paciente disponível
RF21	O sistema permitirá ao nutricionista o cancelamento de consultorias
RF22	O sistema irá fornecer ao nutricionista um painel de acompanhamento do progresso do paciente referentes aos pesos aferidos em forma de gráfico de linha.

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.1.1.2 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais definem as restrições, serviços ou funções do sistema, como por exemplo a sua exibição, impressão, notificação ou validação (PRESSMAN, 2011). A seguir estão documentados tais requisitos:

Tabela 8 - Requisitos Não Funcionais

Requisitos Não Funcionais	
Requisito Não Funcional	**Descrição**
RNF01	O sistema deverá ser implementado na linguagem de programação PHP
RNF02	O sistema deverá utilizar o banco de dados MySQL
RNF03	O sistema deverá ser utilizado pelos navegadores mais populares disponíveis atualmente através dos sistemas Operacionais Linux, Windows e MacOS.
RNF04	O sistema calculará a similaridade entre um paciente específico e os casos da base, o que resultará em uma lista de planos alimentares, assim, dando a liberdade ao usuário qual deles deseja utilizar.
RNF05	O sistema deverá mostrar os planos alimentares em ordem decrescente de similaridade
RNF06	O sistema deverá fornecer diferentes níveis de acesso: paciente, nutricionista e administrador
RNF07	Todos os formulários de cadastro da parte pessoal ou de alimentação obedecerão os devidos padrões de validação para cada tipo de campo

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.1.2 Regras de negócio

Regras de negócios são expressões declarativas que são manifestadas através de declarações. Essas declarações objetivam expor a natureza de uma regra de maneira clara. A declaração de uma regra de negócio não deve apresentar informações da maneira de como a mesma deve ser implementada (ALENQUER, 2002).

Tabela 9 - Regras de Negócio

Regras de Negócio	
Regra de Negócio	**Descrição**
RN01	Cadastro de alimentos, refeições, planos alimentares e casos: somente o Administrador e o Nutricionista podem realizar essas tarefas.
RN02	Realizar o cálculo de similaridade: somente o paciente pode realizar esse processo, pois o mesmo é realizado com base nos seus atributos físicos.
RN04	Retenção, reutilização e adaptação de planos alimentares: essas três não foram utilizadas no sistema em decorrência de que o usuário como um leigo em nutrição, não teria condições de realizar esse processo, certamente comprometendo a confiança da base.
RN05	Exclusão de alimentos e refeições: somente o Administrador e o Nutricionista podem remover alimentos e refeições do sistema.
RN06	Alteração de senha: todos os usuários podem alterar as suas próprias senhas.

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.1.3 Casos de uso

Segundo Pressman (2011), um caso de uso "... conta uma história estilizada sobre como um usuário final interage com o sistems sob um conjunto de circunstâncias específicas." Tais histórias podem ser descritas através de um texto narrativo, uma representação esquemática ou até mesmo em gabaritos. Pressman (2011) também ressalta que independente da forma pela qual um caso de uso é descrito, ele sempre deve ser construído segundo o ponto de vista do usuário final.

A seguir serão apresentados os casos de uso respectivos aos três possíveis atores (usuários finais) do sistema: Paciente, o Nutricionista e o Administrador do Sistema.

Quadro 1 - CDU1: Login no Sistema

Login no Sistema	
Atores	Paciente, Nutricionista e Administrador do Sistema.
Pré-condições	Estar com a página principal do sistema (homepage) aberta Estar devidamente cadastrado no sistema
Fluxo Principal	1. O usuário digita os campos de “e-mail” e “senha” 2. O usuário clica no botão “Entrar” 3. O usuário é encaminhado para a interface principal do sistema
Exceção ao Fluxo Principal	Exceção ao Fluxo Principal – Erro na senha 1. O usuário digita seus dados incorretamente 2. O usuário clica no botão “Entrar” 3. Uma notificação de insucesso é disparada na tela

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 2 - CDU 2: Cadastro de Paciente no Sistema

Cadastro de Paciente no Sistema	
Atores	Administrador do Sistema
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto
Fluxo Principal	1. Clicar no botão “Cadastrar Paciente” 2. O sistema abre uma nova página contendo o formulário a ser preenchido 3. O administrador clica no botão “Cadastrar” 4. O sistema registra os dados informados
Pós-condições	1. O paciente é devidamente cadastrado no sistema, já podendo realizar log-in
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso um dos campos não seja informado, será retornado uma mensagem de erro referente ao(s) campo(s) que precisam ser revisados
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Administrativo” > “Cadastrar Pacientes”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 3 - CDU 3: Listar Pacientes Cadastrados

Listar Pacientes Cadastrados	
Atores	Nutricionista e Administrador
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve ter pacientes previamente cadastrados
Pós-condição	O sistema mostrará uma lista com todos os pacientes cadastrados
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Listagem de Pacientes”
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Administrativo” > “Listar Pacientes”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 4 - CDU 4: Cadastro de Nutricionistas no Sistema

Cadastro de Nutricionista no Sistema	
Atores	Administrador
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto
Fluxo Principal	1. Clicar no botão “Cadastrar Nutricionista” 2. O sistema abre uma nova página contendo o formulário a ser preenchido 3. O administrador clica no botão “Cadastrar” 4. O sistema registra os dados informados
Pós-condições	1. O nutricionista é devidamente cadastrado no sistema, já podendo realizar log-in
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso um dos campos não seja informado, será retornado uma mensagem de erro referente ao(s) campo(s) que precisam ser revisados
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Administrativo” > “Cadastrar Nutricionistas”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 5 – CDU 5: Listar Nutricionistas Cadastrados

Listar Nutricionistas Cadastrados	
Atores	Administrador
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve ter nutricionistas previamente cadastrados
Pós-condição	O sistema mostrará uma lista com todos os nutricionistas cadastrados
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Listagem de Nutricionistas”
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Administrativo” > “Listar Nutricionistas”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 6 - CDU 6: Cadastrar Alimentos no Sistema

Cadastrar Alimentos no Sistema	
Atores	Nutricionista e Administrador do Sistema.
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto
Fluxo Principal	1. O usuário clica na ação “Cadastrar Alimento” 2. O usuário deve preencher todos os campos do formulário exceto o campo “Kilocalorias” que será calculado automaticamente. 3. O usuário clica no botão “Inserir Registro” para enviar os dados ao banco de dados.
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso um dos campos não seja informado, será retornado uma mensagem de erro referente ao(s) campo(s) que precisam ser revisados
Pós-condição	O alimento é devidamente cadastrado no sistema, já estando disponível para ser utilizado em cadastros de refeições
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Cadastrar Alimentos”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 7 - CDU 7: Listar Alimentos Cadastrados

Listar Alimentos Cadastrados	
Atores	Nutricionista e Administrador
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve ter alimentos previamente cadastrados
Pós-condição	O sistema mostrará uma lista com todos os alimentos cadastrados bem como seus atributos nutricionais
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Listar Alimentos”
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Listar Alimentos”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 8 - CDU 8: Excluir Alimentos do Sistema

Excluir Alimentos do Sistema	
Atores	Nutricionista e Administrador do Sistema
Pré-condições	Estar com a página da listagem de alimentos aberta O sistema deve ter alimentos previamente cadastrados
Fluxo Principal	1. O usuário escolhe qual alimento deseja remover 2. O usuário leva o cursor do mouse até o botão vermelho referente ao registro de deseja remover 3. O usuário confirma a ação clicando na opção “OK” no *popup* de confirmação
Pós-condição	1. O alimento selecionado é definitivamente removido da base de dados
Exceção ao Fluxo Principal	Exceção ao Fluxo Principal – Cancelar Exclusão de Alimento 1. O usuário cancela a exclusão do alimento clicando em “Cancelar” no *popup* de confirmação

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 9 - CDU 9: Cadastrar Refeições no Sistema

Cadastrar Refeições no Sistema	
Atores	Nutricionista e Administrador do Sistema.
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve ter alimentos previamente cadastrados
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Cadastrar Refeição” 2. O usuário deve informar um breve nome para a refeição que está cadastrando 3. O usuário deve clicar no ícone da ‘lupa’ para selecionar um alimento (podem ser selecionados de 1 a 5 alimentos) 4. Ao final do cadastro, deve-se clicar no ícone da ‘calculadora’ a fim de que as propriedades da refeição sejam calculadas 5. Por fim, o usuário deve clicar em “Inserir Refeição”
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso o usuário não calcule as propriedades através da ‘calculadora’, o sistema alertará o mesmo sobre o ocorrido. 2. Caso o usuário não informe nenhuma refeição, o usuário será notificado sobre o ocorrido
Pós-condição	A refeição é cadastrada com sucesso, tornando-se elegível para ser utilizada em planos alimentares
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Cadastrar Refeições”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 10 - CDU 10: Listar Refeições Cadastradas

Listar Refeições Cadastradas	
Atores	Nutricionista e Administrador
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve possuir refeições previamente cadastradas
Pós-condição	O sistema mostrará uma lista com todas as refeições cadastradas
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Listar Refeições”
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Listar Refeições”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 11 - CDU 11: Cadastrar Planos Alimentares no Sistema

Cadastrar Planos Alimentares no Sistema	
Atores	Nutricionista e Administrador do Sistema.
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve ter refeições previamente cadastradas
Fluxo Principal	1. O usuário acessa essa ação clicando em “Cadastrar Plano Alimentar”. 2. O usuário informa um breve nome para o plano alimentar 3. O usuário faz uma descrição referente ao que julgar necessário (apenas a caráter de organização, esse campo não será utilizado no cálculo de similaridade) 4. O usuário deve informar 6 refeições, uma por vez, clicando no ícone da lupa referente a refeição que deseja inserir
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso um dos campos não seja informado, será retornado uma mensagem de erro referente ao(s) campo(s) que precisam ser revisados
Pós-condições	1. O plano alimentar é cadastrado com sucesso no banco de dados.
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Cadastrar Planos Alimentares”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 12 – CDU 12: Listar Planos Alimentares Cadastrados

Listar Planos Alimentares Cadastrados	
Atores	Nutricionista e Administrador
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve possuir planos alimentares previamente cadastradas
Pós-condição	O sistema mostrará uma lista com todos os planos alimentares cadastrados
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Visualizar Planos Alimentares”
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Visualizar Planos Alimentares”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 13 - CDU 13: Cadastrar Casos no Sistema

Cadastrar Casos no Sistema	
Atores	Nutricionista e Administrador do Sistema.
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto O sistema deve ter planos alimentares previamente cadastrados
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Cadastrar Caso” 2. O usuário deve preencher todos os campos referentes a variáveis físicas de possíveis pacientes 3. No campo “Caso Solução”, clicando no ícone da ‘lupa’, deve ser selecionado um caso que julgue-se ideal para as variáveis definidas anteriormente
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso um dos campos não seja informado, será retornado uma mensagem de erro referente ao(s) campo(s) que precisam ser revisados
Pós-condição	O caso é inserido com sucesso, tornando-se elegível para ser utilizado no cálculo de similaridade por determinado paciente
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Cadastrar Caso”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 14 - CDU 14: Definir Pesos

Definir Pesos	
Atores	Nutricionista.
Pré-condições	Estar com o painel administrativo do sistema aberto
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão “Definir Pesos” 2. Com base em seu conhecimento, o usuário deve definir os pesos das variáveis 3. Informados os pesos, o usuário deve clicar em “Salvar”
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso um dos campos não seja informado ou seja informado fora dos parâmetros, será retornado uma mensagem de erro referente ao(s) campo(s) que precisam ser revisados
Pós-condição	Os pesos são definidos já podendo ser imediatamente utilizados para o cálculo de similaridade
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Definir Pesos”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 15 - CDU 15: Editar Cadastro de Usuário

Editar Cadastro de Usuário	
Atores	Paciente, Nutricionista e Administrador do Sistema.
Pré-condições	Estar com a página principal do sistema (homepage) aberta
Fluxo Principal	1. O usuário leva o cursor do mouse até o botão “Cadastro” 2. O usuário clica no botão “Meu Cadastro” 3. O sistema abre uma nova página apresentando todas as informações editáveis 4. O usuário realiza as edições que julgar conveniente 5. O usuário clica no botão “Salvar”
Pós-condições	1. Será apresentado o formulário destinado a atualização de cadastro
Observações	Essa rotina também pode ser acessada apenas clicando na imagem de perfil

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 16 - CDU 16: Buscar casos (cálculo de similaridade)

Buscar casos (cálculo de similaridade)	
Atores	Paciente
Pré-condições	Estar com a página principal do sistema (homepage) aberta O sistema deve ter casos previamente cadastrados
Fluxo Principal	1. O paciente clica na ação “Buscar Casos (RBC)”
Pós-condições	1. O sistema irá mostrar em ordem decrescente de similaridade até 10 casos (planos alimentares)
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Alimentação” > “Buscar Casos (RBC)”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 17 - CDU 17: Gerar PDF do Plano Alimentar

Gerar PDF do Plano Alimentar	
Atores	Paciente
Pré-condições	O plano alimentar aberto na tela
Fluxo Principal	1. O usuário clica no botão do ícone “PDF”
Pós-condições	O sistema abre uma nova tela com uma versão em .PDF do plano alimentar

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 18 - CDU 18: Acompanhamento Detalhado do Paciente

Acompanhamento Detalhado do Paciente	
Atores	Nutricionista e Administrador do Sistema.
Pré-condições	A listagem de pacientes aberta na tela
Fluxo Principal	1. O usuário seleciona o paciente desejado 2. O usuário clica no nome do paciente
Pós-condições	O sistema abre o painel de acompanhamento detalhado do paciente selecionado

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 19 - CDU 19: Iniciar Consultoria

Iniciar Consultoria	
Atores	Nutricionista
Pré-condições	Possuir pacientes que não estão recebendo consultoria no momento
Fluxo Principal	1. O usuário leva o cursor do mouse até o botão “Meus Pacientes” 2. O usuário clica no botão “Iniciar Consultoria” 3. O usuário escolhe o paciente disponível que deseja consultar 4. O usuário clica no botão “Iniciar Consultoria”
Pós-condições	1. Dado início a consultoria, somente esse nutricionista poderá gerenciar o paciente selecionado

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 20 - CDU 20: Editar Paciente

Editar Paciente	
Atores	Nutricionista
Pré-condições	Estar com a página principal do sistema (homepage) aberta Estar consultando o paciente desejado
Fluxo Principal	1. O nutricionista leva o cursor do mouse até o botão “Meus Pacientes” 2. O nutricionista clica no botão “Listar Pacientes” 3. O nutricionista clica no nome do paciente desejado 4. O nutricionista clica no ícone do ‘lápis’. 5. O nutricionista realiza as alterações que julgar necessárias 6. Por fim, o nutricionista clica em “Salvar”
Pós-condições	Os dados do paciente são gravados
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso um dos campos não seja informado ou seja informado fora dos parâmetros, será retornado uma mensagem de erro referente ao(s) campo(s) que precisam ser revisados

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Quadro 21 – CDU 21: Gráfico de Pesagens do Paciente

Gráfico de Pesagens do Paciente	
Atores	Nutricionista
Pré-condições	Estar com a página principal do sistema (homepage) aberta Estar consultando o paciente desejado
Fluxo Principal	1. O nutricionista leva o cursor do mouse até o botão “Meus Pacientes” 2. O nutricionista clica no botão “Listar Pacientes” 3. O nutricionista clica no nome do paciente desejado 4. O nutricionista clica no ícone do ‘gráfico’ próximo ao nome do paciente
Pós-condições	Será mostrado um gráfico com todas pesagens registradas pelo paciente selecionado. É possível filtrar a quantidade de dias desejado para traçar o gráfico.

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

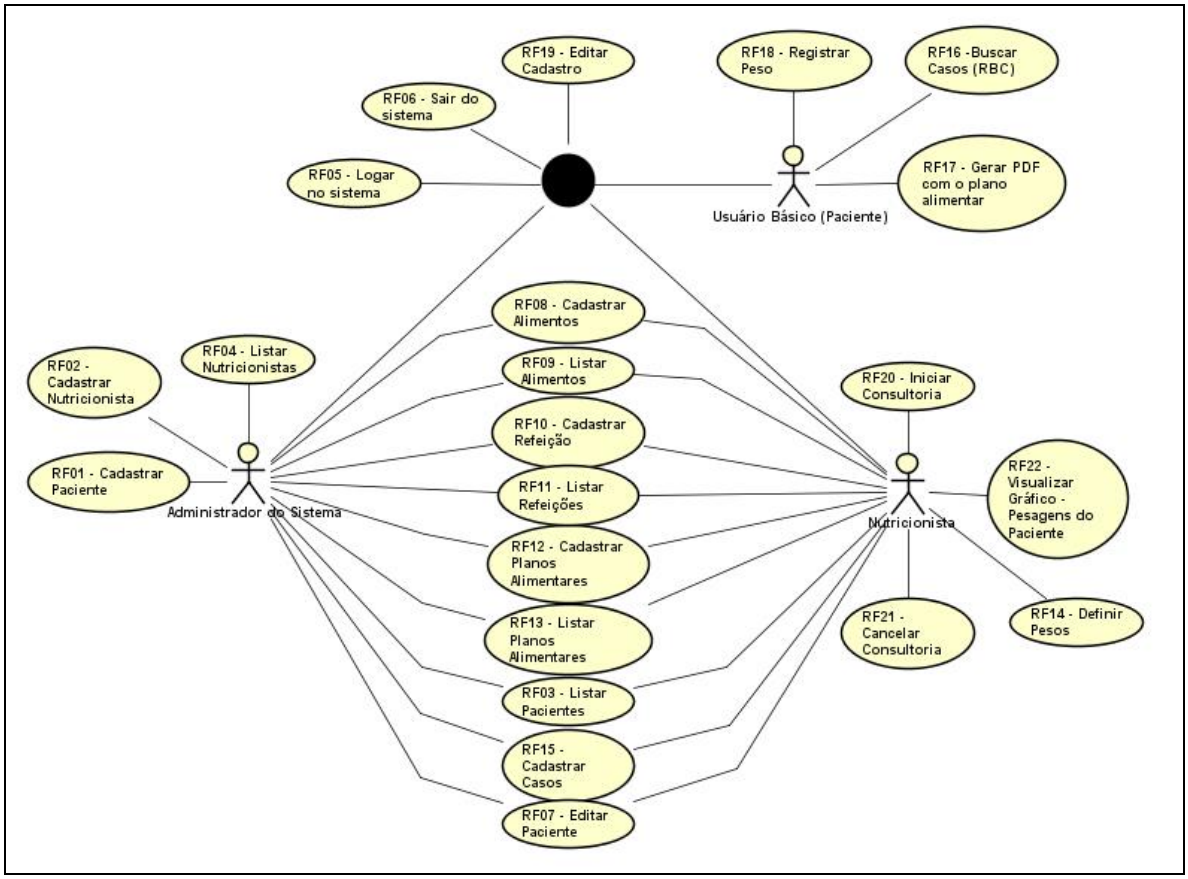
Quadro 22 – CDU 22: Registrar Peso

Registrar Peso	
Atores	Paciente
Pré-condições	Estar com a página principal do sistema (homepage) aberta
Fluxo Principal	1. O paciente leva o cursor do mouse até o botão “Registrar Peso” 2. Preencher o campo “Peso Aferido” 3. Clicar no botão “Enviar”
Pós-condições	O peso do paciente é gravado juntamente com a data da pesagem
Exceção ao Fluxo Principal	1. Caso o campo seja informado com um valor fora dos parâmetros será disparada a mensagem “Esse valor não é válido”
Observações	Essa rotina também pode ser acessada através do menu “Cadastro” > “Registrar Peso”

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

A seguir será exposto o diagrama de caso de uso o qual demonstra todas as possíveis interações entre os Atores e os Requisitos Funcionais. Neste diagrama também são denotados os três principais atores do sistema: o Usuário Básico, o Nutricionista e o Administrador do Sistema.

Figura 3 - Diagrama de Casos de Uso



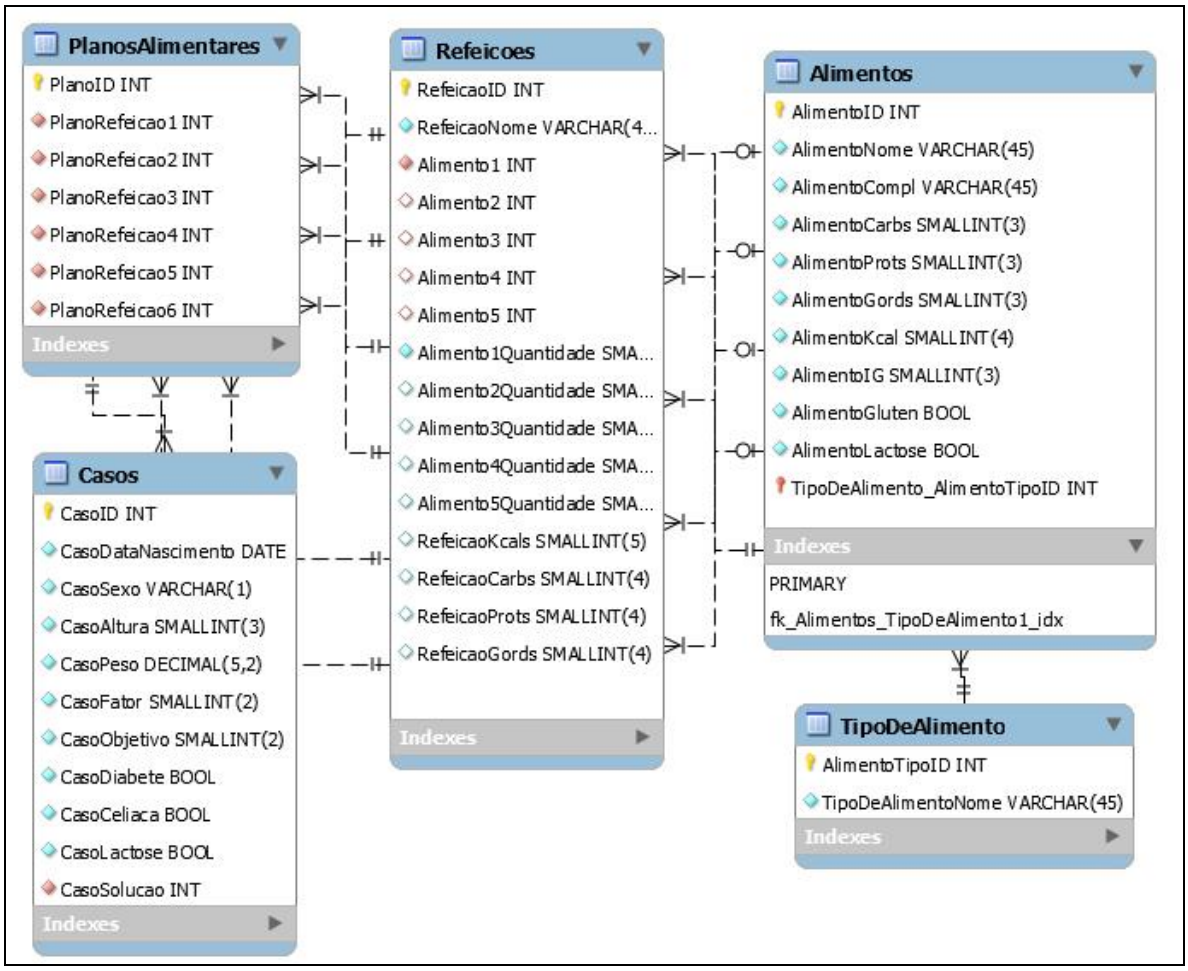
Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.1.4 Modelo entidade-relacionamento

O Modelo Entidade-Relacionamento (MER) é uma esquematização de dados de alto nível, de forma que a sua representação seja compreensíveis aos usuários do sistema, omitindo detalhes referentes à sua armazenagem ou funcionamento. O MER é commumente utilizado durante o processo de projeção da base de dados, obrigatoriamente representando entidades, atributos e chaves (TAKAI, ITALIANO e FERREIRA, 2005).

As entidades de banco de dados podem ser subdivididas em duas seções, a primeira compreende a parte de alimentos, refeições, planos alimentares e casos, conforme pode ser observado na figura 4:

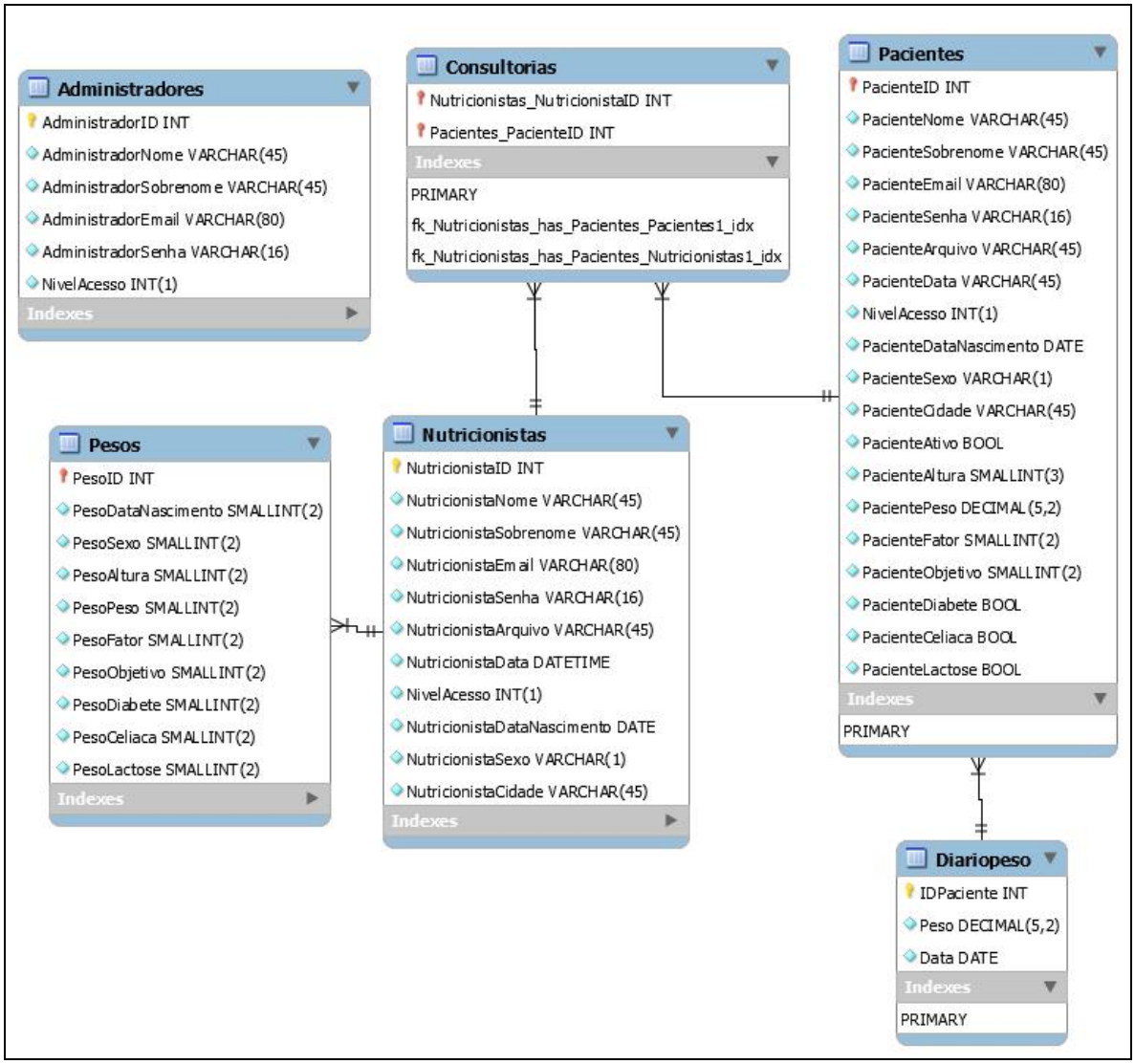
Figura 4 - Modelo Entidade-Relacionamento Parte 1



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Já a segunda parte compreende a parte pessoal do sistema, como as entidades de pacientes, nutricionistas, administradores, pesos para os casos, relacionamentos de consultorias e o diário de pesagens dos pacientes. Esse modelo pode ser observado na figura 5:

Figura 5 - Modelo Entidade-Relacionamento Parte 2

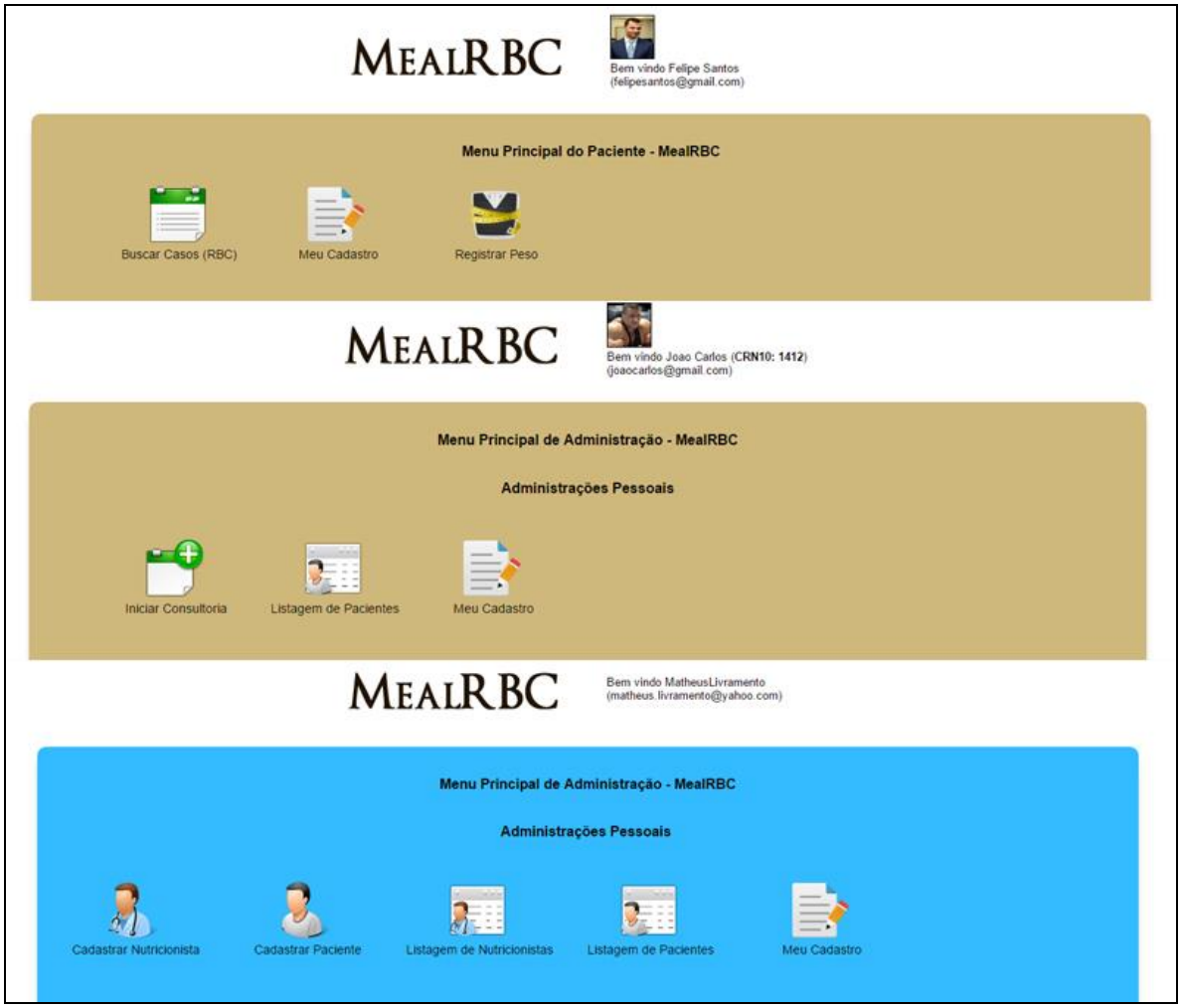


Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.2 IMPLEMENTAÇÃO

O sistema conta com 3 diferentes interfaces: uma direcionada para o usuário final (Paciente), uma para o especialista (Nutricionista) e uma para o Administrador. Cada uma contando com um nível específico de permissões dentro do sistema. Na figura 6, encontram-se os painéis principais de cada tipo de usuário:

Figura 6 – As três principais interfaces do sistema

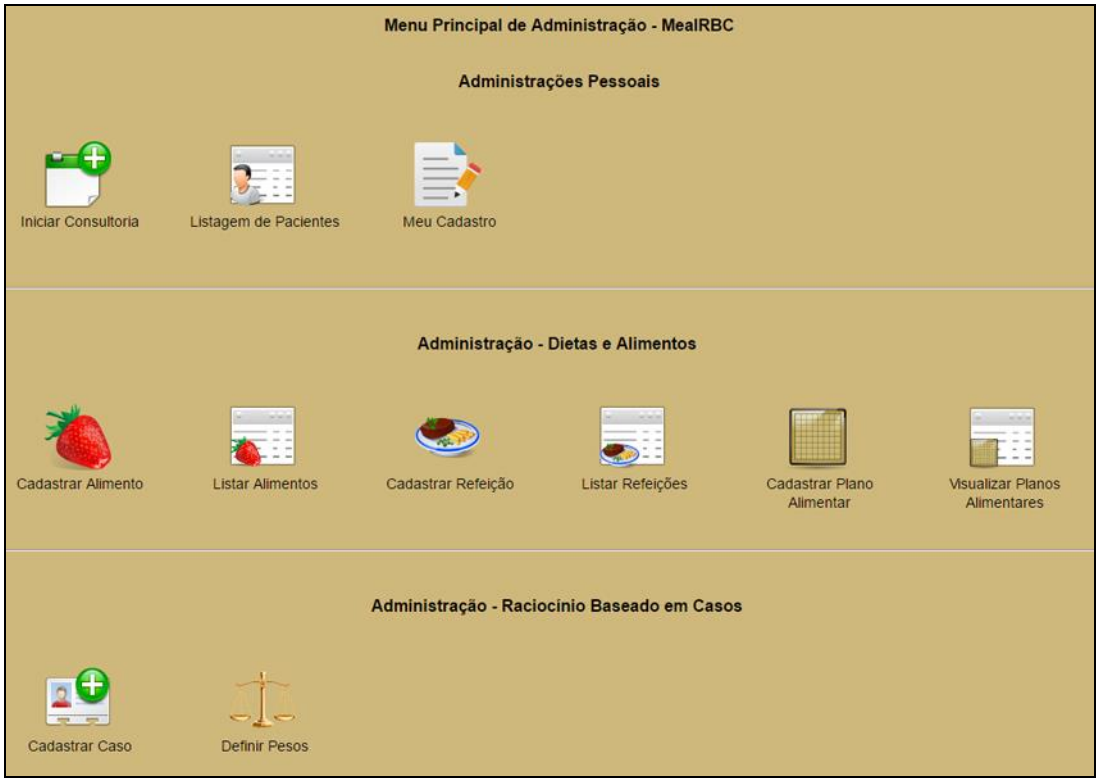


Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.2.1.1 Ações - Nutricionista

O nutricionista possui direitos intermediários no sistema, como por exemplo cadastro de alimentos e refeições, gerenciamento de pacientes e configurações técnicas de funcionamento do RBC. Na figura 7 pode ser observado o painel principal da interface utilizada pelos nutricionistas na ferramenta MealRBC:

Figura 7 – Menu principal do MealRBC para nutricionistas

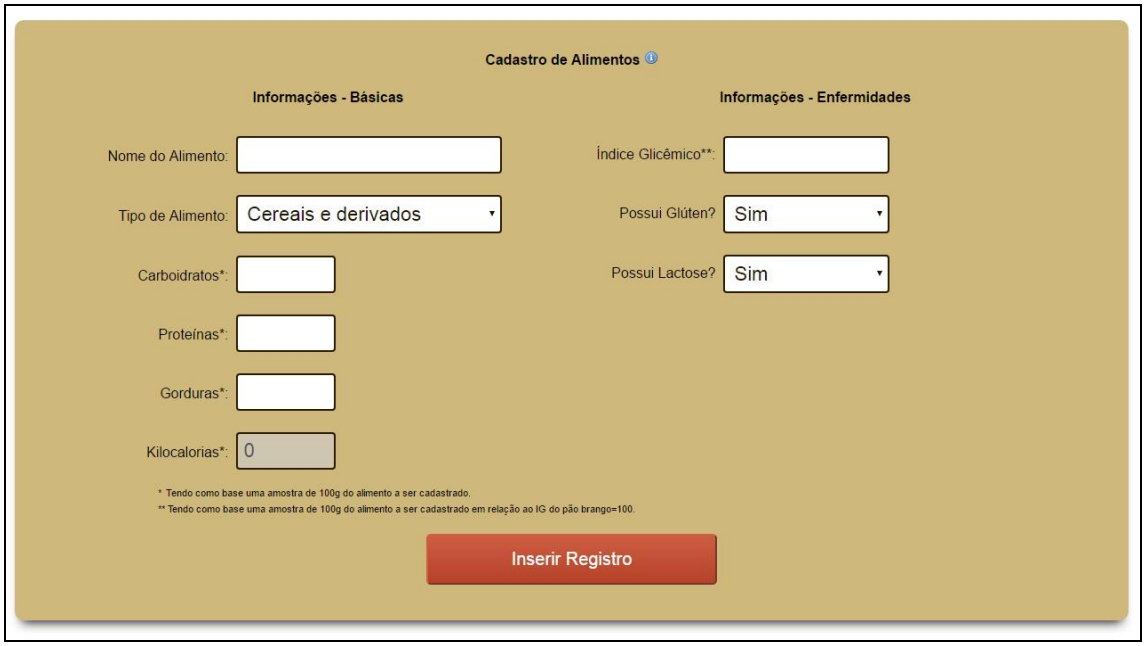


Fonte: Elaboração do autor, (2016)

O sistema de recomendação de planos alimentares desenvolvido, obedecerá a seguinte hierarquia: Cadastro de Alimentos, Cadastro de Refeições (conjunto de alimentos), Cadastro de Planos Alimentares (conjunto de refeições), e, por fim, cadastro de casos, onde serão atribuídos a um perfil de paciente (problema) um plano alimentar ideal (solução).

Inicialmente o sistema conta com 200 alimentos pré-cadastrados. Os dados utilizados para a população inicial de alimentos foram fundamentadas em bancos de dados de alimentos oficiais. Entretanto, pode-se utilizar a rotina “Cadastrar Alimentos”, na qual o nutricionista deverá preencher os campos referentes ao alimento que deseja cadastrar. É importante tomar o máximo de atenção nesse cadastro para evitar futuras complicações na recomendação dos planos ao final do processo. Na Figura 8 temos a interface dessa ação:

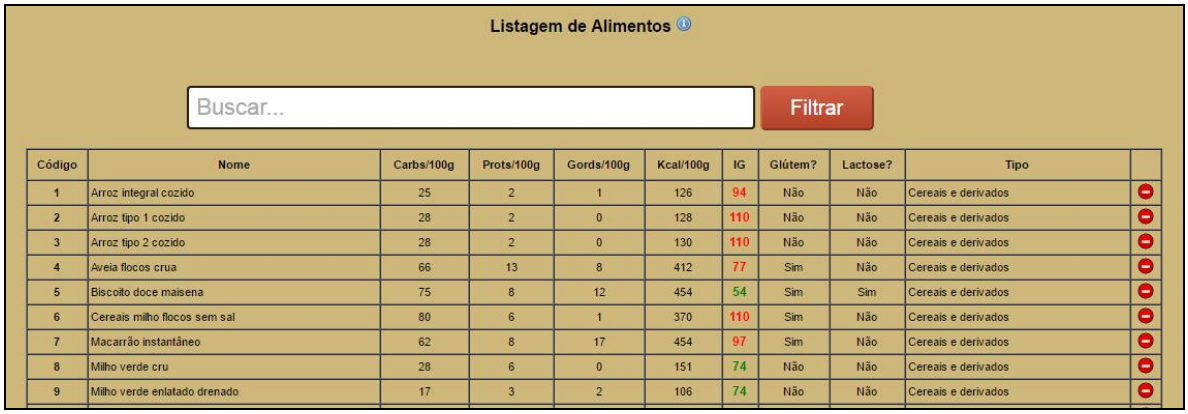
Figura 8 – Interface para cadastro de alimentos



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Para visualizar os alimentos cadastrados, temos a ação “Listar Alimentos”. Um ponto importante dessa listagem é que são mostrados os índices glicêmicos dos alimentos, grafando em verde aqueles que podem ser recomendados livremente para diabéticos, e em vermelho aqueles que devem ser cortados. Similarmente, são expostas informações referentes a presença de glúten e lactose em determinado alimento. Na figura 9 é apresentada essa listagem:

Figura 9 – Listagem de alimentos e suas propriedades

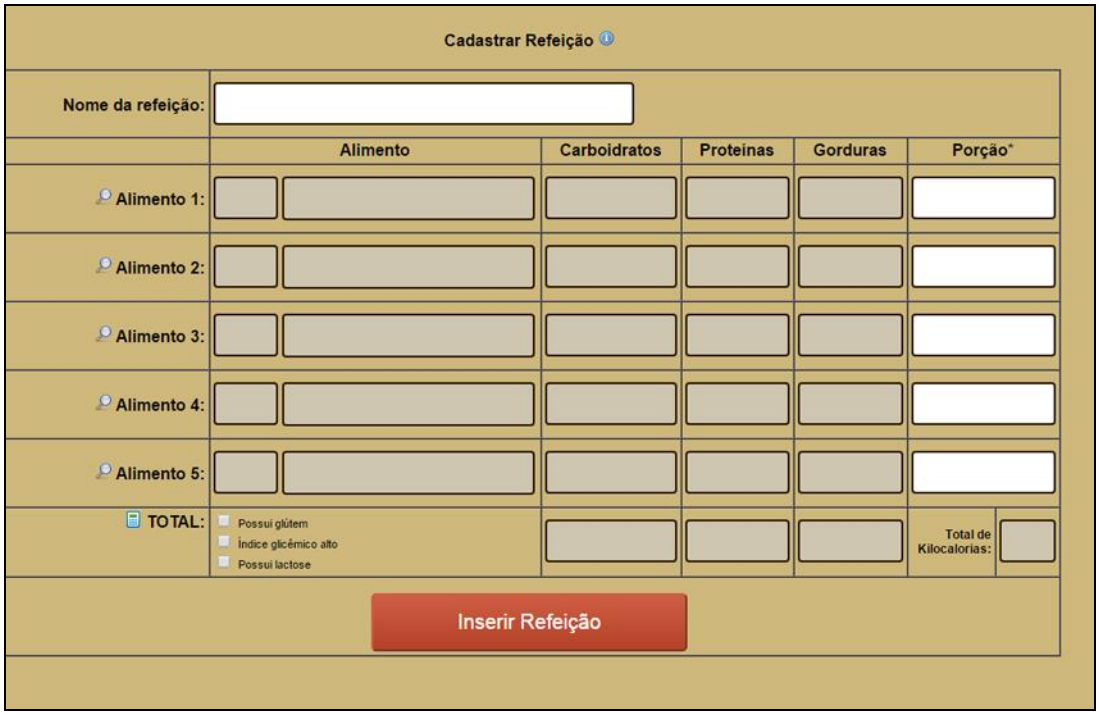


Código	Nome	Carbs/100g	Prots/100g	Gords/100g	Kcal/100g	IG	Glútem?	Lactose?	Tipo	
1	Arroz integral cozido	25	2	1	126	94	Não	Não	Cereais e derivados	
2	Arroz tipo 1 cozido	28	2	0	128	110	Não	Não	Cereais e derivados	
3	Arroz tipo 2 cozido	28	2	0	130	110	Não	Não	Cereais e derivados	
4	Aveia flocos crua	66	13	8	412	77	Sim	Não	Cereais e derivados	
5	Biscoito doce maisena	75	8	12	454	54	Sim	Sim	Cereais e derivados	
6	Cereais milho flocos sem sal	80	6	1	370	110	Sim	Não	Cereais e derivados	
7	Macarrão instantâneo	62	8	17	454	97	Sim	Não	Cereais e derivados	
8	Milho verde cru	28	6	0	151	74	Não	Não	Cereais e derivados	
9	Milho verde enlatado drenado	17	3	2	106	74	Não	Não	Cereais e derivados	

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Assim que os alimentos desejados foram devidamente cadastrados, a próxima etapa baseia-se na junção de até 5 alimentos para formar uma única refeição. Para selecionar um alimento, basta clicar no ícone da ‘lupa’ e selecionar o alimento desejado da lista. Selecionados os alimentos desejados, deve-se clicar no ícone da ‘calculadora’ de modo que as propriedades de macronutrientes e kilocalorias da refeição sejam calculadas. Por fim, basta clicar em ‘Inserir Refeição’ para enviar a mesma ao banco de dados. Na Figura 10 temos a imagem da rotina “Cadastrar Refeições”:

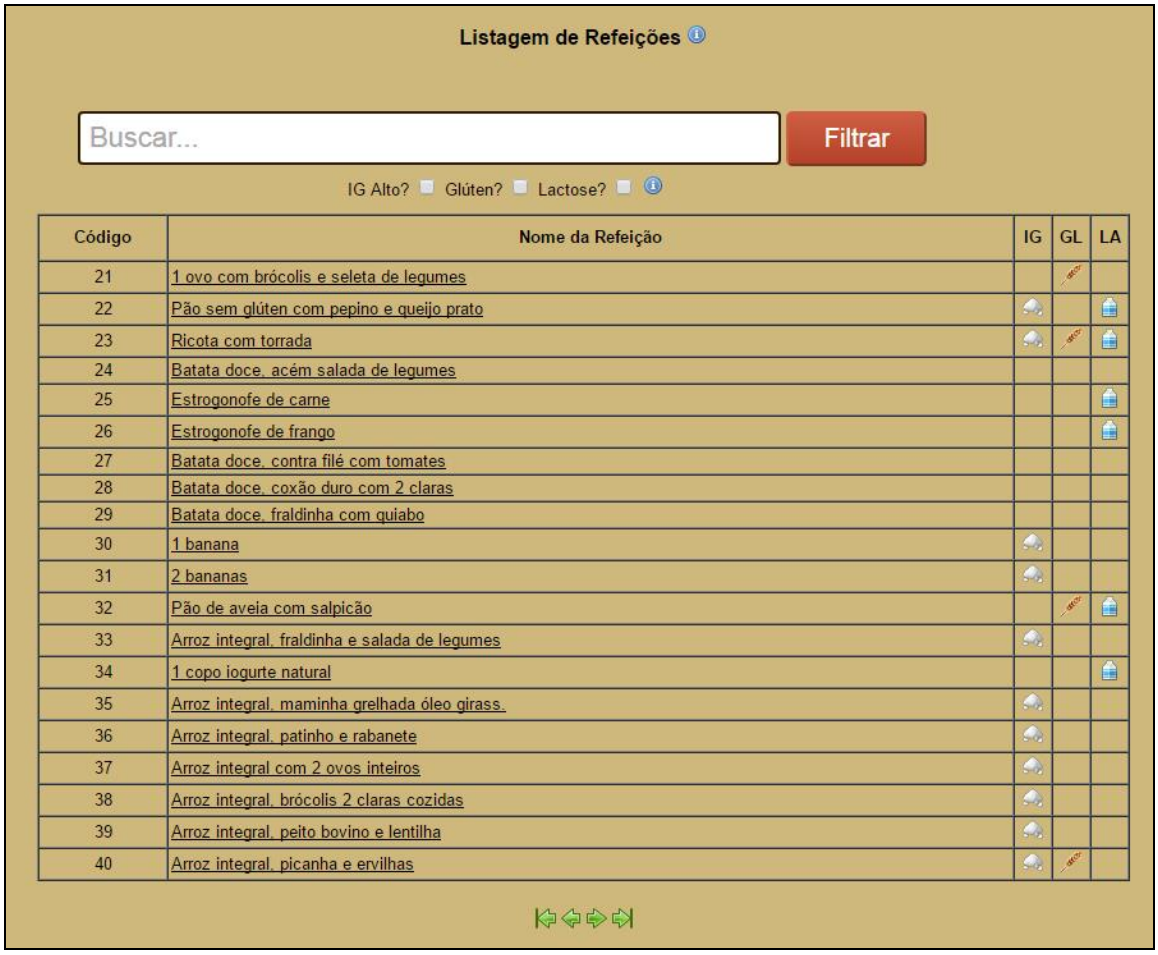
Figura 10 – Formulário para cadastro de refeições



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Todas as refeições cadastradas na rotina “Cadastrar Refeições” podem ser listadas na ação “Listar Refeições”. Além do nome das refeições, são mostrados na parte direita da tabela indicadores referentes a presença de Alto Índice Glicêmico (IG), Glúten (GL) e Lactose (LA) na respectiva refeição, de modo que melhore a usabilidade do software. Na Figura 11 temos tal interface:

Figura 11 – Listagem de refeições e suas restrições

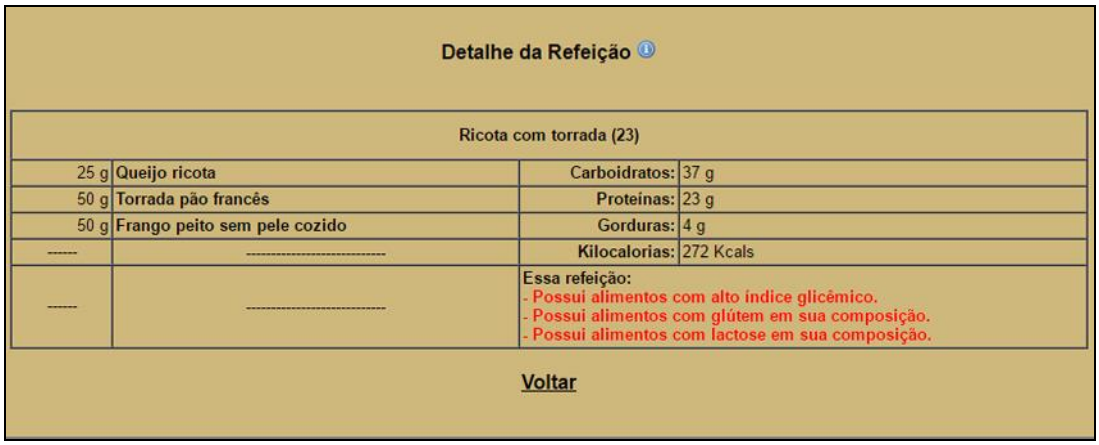


Código	Nome da Refeição	IG	GL	LA
21	1 ovo com brócolis e seleta de legumes			
22	Pão sem glúten com pepino e queijo prato			
23	Ricota com torrada			
24	Batata doce, acém salada de legumes			
25	Estrogonofe de carne			
26	Estrogonofe de frango			
27	Batata doce, contra filé com tomates			
28	Batata doce, coxão duro com 2 claras			
29	Batata doce, fraldinha com quiabo			
30	1 banana			
31	2 bananas			
32	Pão de aveia com salpicão			
33	Arroz integral, fraldinha e salada de legumes			
34	1 copo iogurte natural			
35	Arroz integral, maminha grelhada óleo girass.			
36	Arroz integral, patinho e rabanete			
37	Arroz integral com 2 ovos inteiros			
38	Arroz integral, brócolis 2 claras cozidas			
39	Arroz integral, peito bovino e lentilha			
40	Arroz integral, picanha e ervilhas			

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Ao clicar no nome da refeição desejada, serão apresentadas detalhadamente todas as suas propriedades, com a finalidade de auxiliar o profissional na construção dos planos alimentares. Conforme Figura 12:

Figura 12 – Detalhamento de refeições



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Cadastradas as refeições desejadas, o próximo processo do fluxo é ação “Cadastrar Plano Alimentar”. Nessa rotina, o nutricionista deve selecionar obrigatoriamente 6 refeições e descrever brevemente o plano alimentar em questão. Para selecionar uma refeição, basta clicar no ícone da ‘lupa’ e apontar a refeição desejada. Este formulário é apresentado na Figura 13:

Figura 13 – Formulário para cadastro de planos alimentares

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Para visualizar os planos alimentares registrados, basta acessar a ação “Visualizar Planos Alimentares”. Essa rotina apresentará detalhadamente todos os dados que foram informados na ação “Cadastrar Plano Alimentar”, conforme Figura 14:

Figura 14 – Visualização detalhada dos planos alimentares

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Por fim, temos a rotina “Cadastrar Caso”, na qual o nutricionista define os atributos físicos específicos de um determinado perfil de paciente e relaciona uma solução à esse perfil. Ou seja, obedecendo a teoria do RBC, para o problema X, está sendo atribuída uma possível solução Y. Essa tela pode ser observada na Figura 15:

Figura 15 – Formulário para cadastro de casos

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

De modo que a similaridade possa ser calculada, é necessário que o nutricionista defina os pesos dos atributos através da rotina “Definir Pesos”, que poderão ser definidos em uma escala de 1 (pouco importante) até 9 (muito importante). Vale ressaltar os pesos são armazenados em uma tabela atribuída ao nutricionista, ou seja, cada profissional possui o seu próprio conjunto de pesos. Na Figura 16 podemos observar detalhadamente essa rotina:

Figura 16 – Formulário para definição de pesos do RBC

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

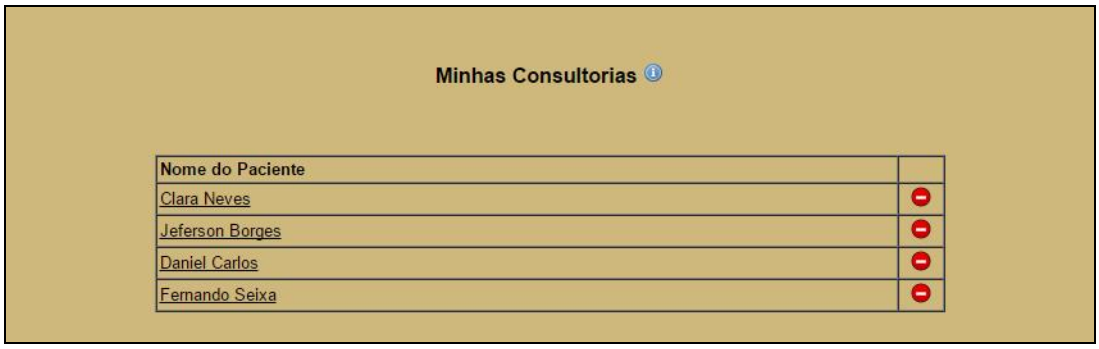
Quanto ao segmento administrativo de um nutricionista, temos a ação “Iniciar Consultoria”, que consiste em uma listagem de todos pacientes disponíveis (que não estão sendo atendidos por nenhum nutricionista). Para iniciar uma consultoria, basta selecionar o paciente desejado e clicar em ‘Iniciar Consultoria’, conforme Figura 17:

Figura 17 – Formulário para registro de consultorias

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

A seguir, temos a rotina “Minhas Consultorias”, a qual lista todos os pacientes que estão sob responsabilidade do nutricionista atual. Conforme Figura 18:

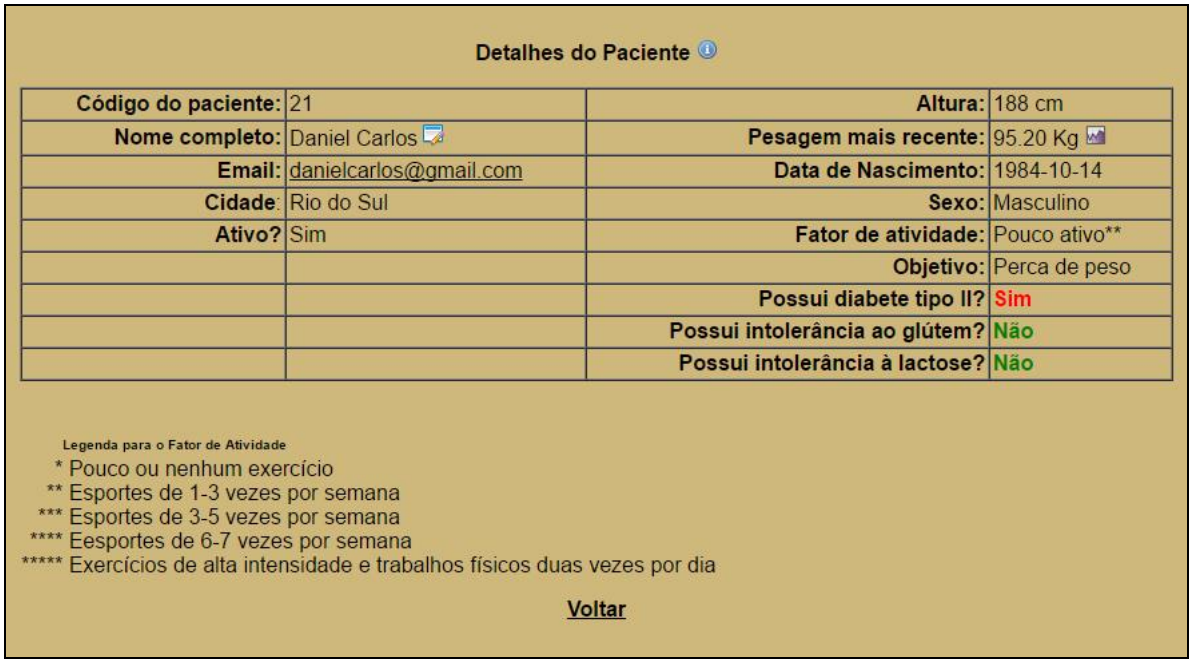
Figura 18 – Listagem de consultorias



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Clicando no nome de um paciente da listagem “Minhas Consultorias”, será aberto a rotina “Detalhe do Paciente”, onde serão mostrados na coluna da esquerda informações gerais a seu respeito, e, a direita, serão dispostas as variáveis físicas que serão utilizadas para o cálculo de similaridade entre esse paciente e a base de casos. Conforme é apresentado na Figura 19:

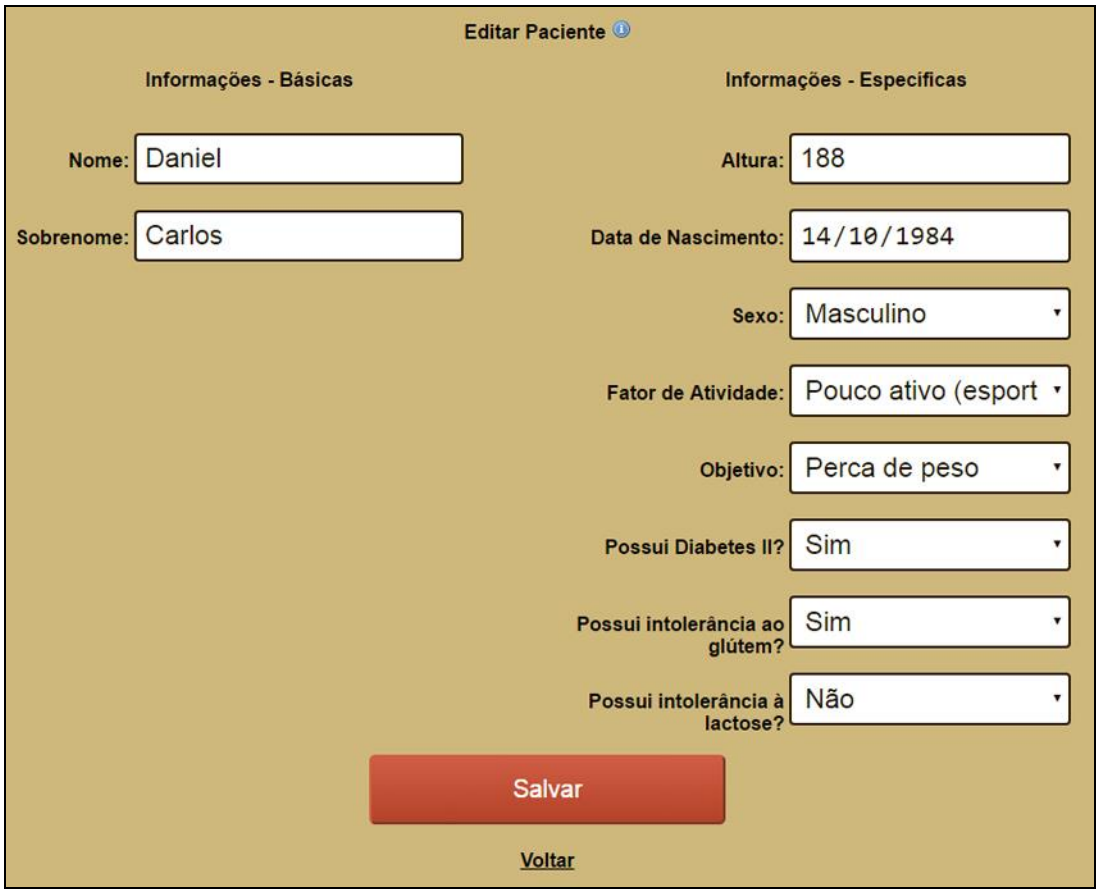
Figura 19 – Informações detalhadas do paciente



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Próximo ao nome do paciente, temos o ícone do ‘lápis’, clicando nele será aberta a rotina “Editar Paciente”, onde o nutricionista poderá alterar livremente os dados referentes a esse paciente. Nessa rotina, os dados também foram organizados em duas colunas: a esquerda informações gerais e a direita dados físicos para o cálculo de similaridade. Conforme exposto na Figura 20:

Figura 20 – Formulário para edição de pacientes



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Também está presente na ferramenta uma funcionalidade que traça um gráfico com todas as pesagens registradas por um paciente. Para acessá-la, basta clicar no ícone do ‘gráfico’ na linha referente a Pesagem Mais Recente. Esse gráfico se faz importante pois pode auxiliar o nutricionista a realizar determinados ajustes na consultoria do paciente em questão. Pode-se observar essa funcionalidade na Figura 21:

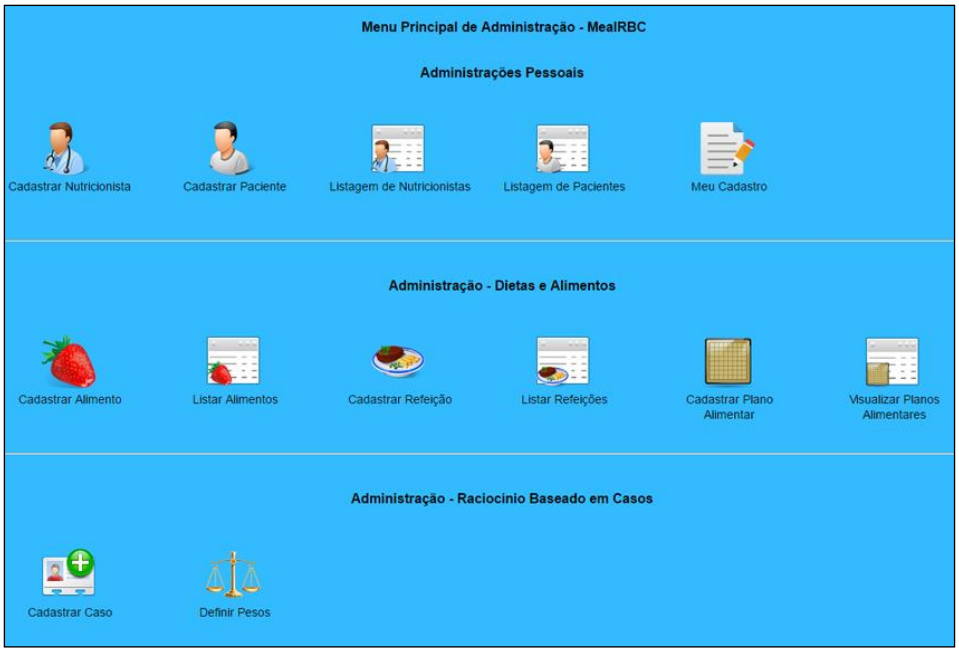
Figura 21 - Gráfico com as pesagens do paciente

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.2.1.2 Ações – Administrador

O administrador, também conhecido como o usuário avançado, possui acesso integral a todas ferramentas do sistema, desde o cadastro de pacientes e nutricionistas até configurações técnicas de funcionamento do RBC. Na figura 22 temos o painel principal da interface administrativa da ferramenta MealRBC.

Figura 22 - Menu principal do MealRBC para administradores

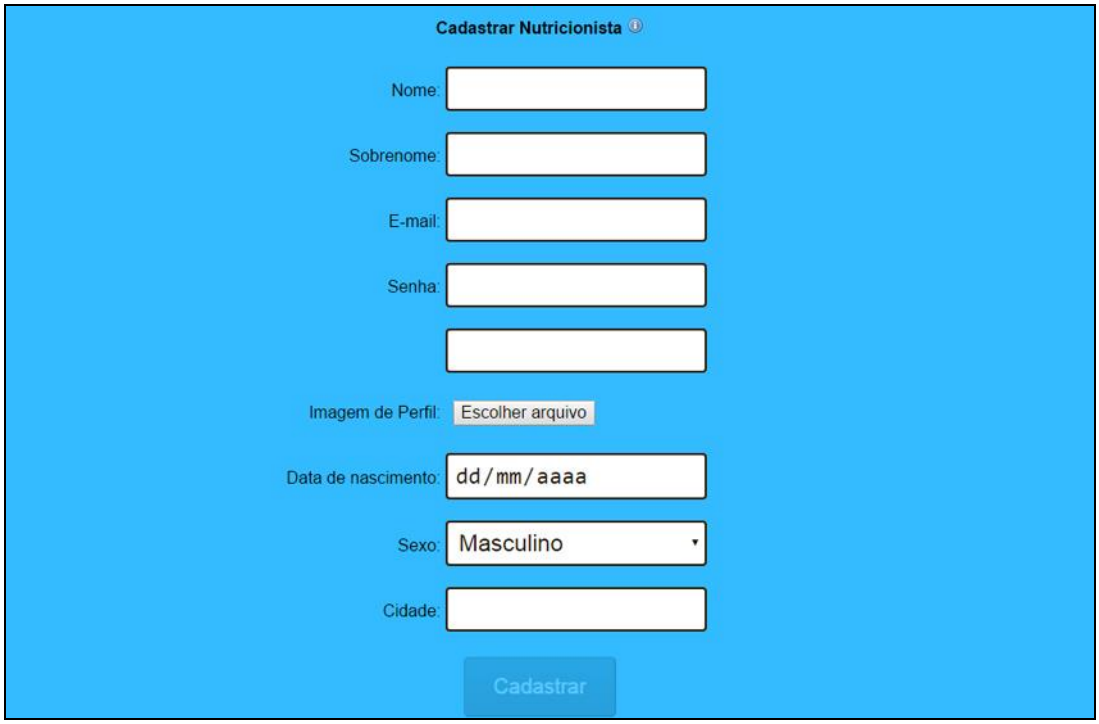


Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Vale ressaltar que devido ao fato de o nutricionista e o administrador possuírem acesso a diversas ferramentas em comum, somente serão apresentadas abaixo aquelas que são exclusivas do administrador.

A primeira ação exclusiva do administrador é a rotina de “Cadastrar Nutricionista”, onde deve ser preenchido um cadastro a fim de que um nutricionista seja incluído na base de dados. Conforme figura 23:

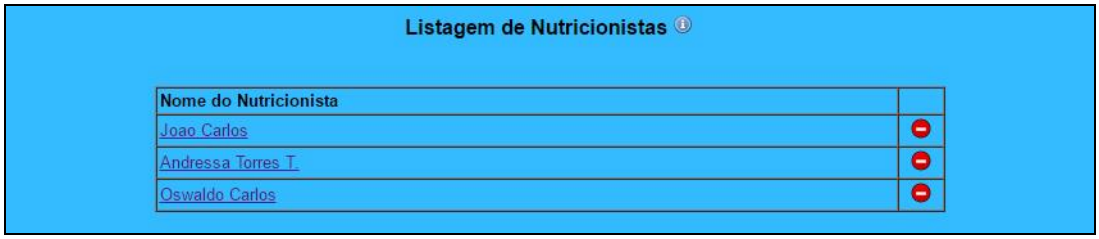
Figura 23 – Formulário para cadastro de nutricionistas



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Todos os nutricionistas cadastrados na ferramenta MealRBC podem ser listados através da rotina “Listagem de Nutricionistas”. Os mesmos serão apresentados de acordo com a Figura 24:

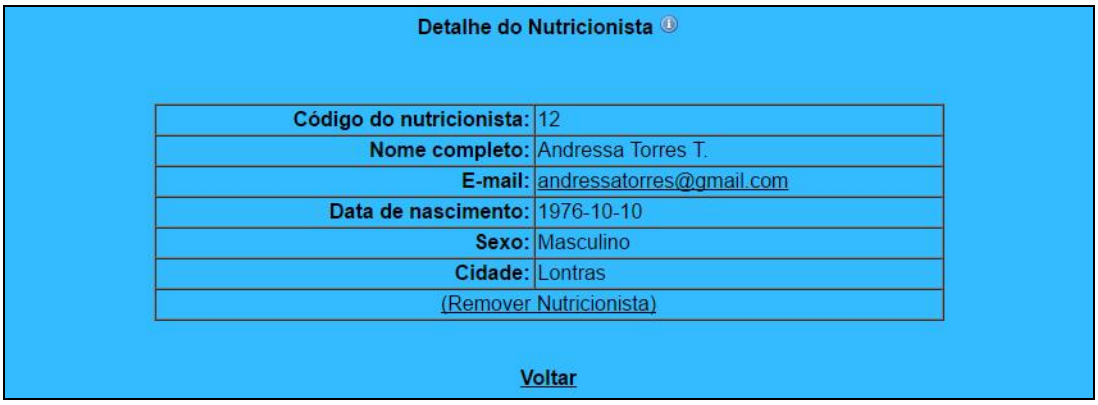
Figura 24 – Listagem de nutricionistas



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Clicando no nome do nutricionista desejado, será aberta a interface “Detalhe do Nutricionista”, que apresentará detalhadamente todas informações a seu respeito. Na figura 25 podemos observar essa rotina:

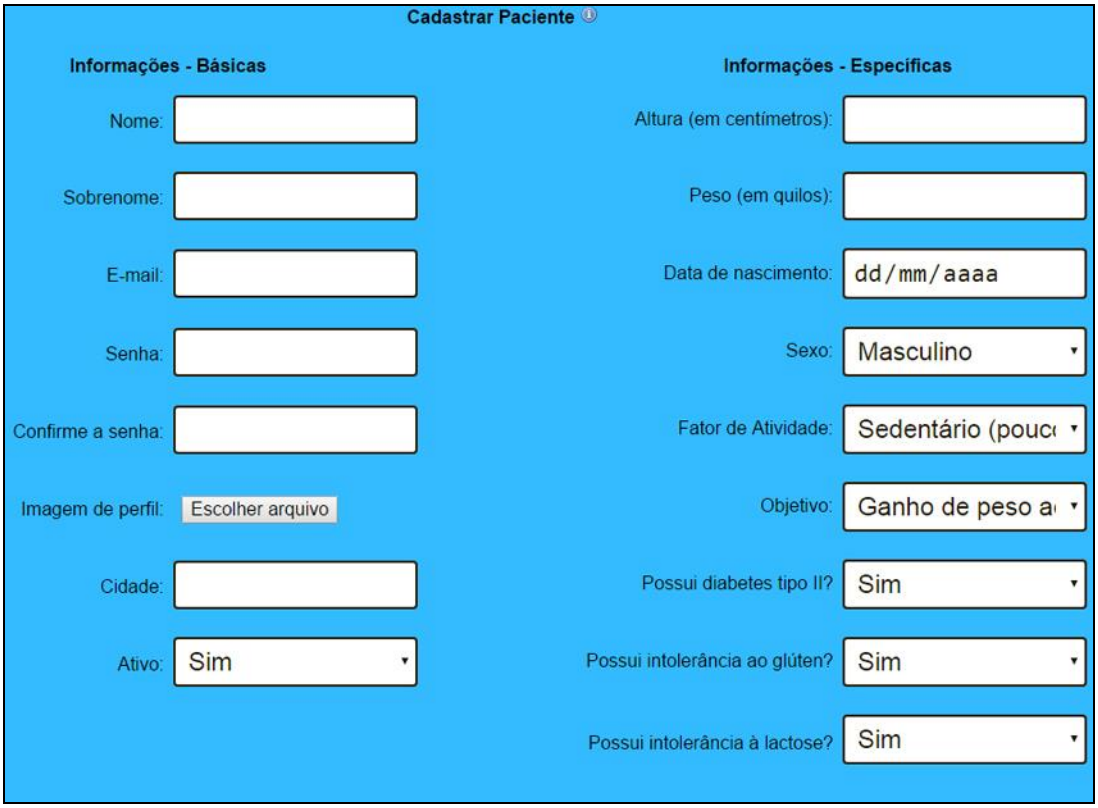
Figura 25 - Informações detalhadas do nutricionista



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Similar ao cadastro de nutricionistas, o sistema conta com a rotina “Cadastrar Pacientes”. De acordo com a Figura 26:

Figura 26 - Formulário para cadastro de pacientes



Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.2.1.3 Ações – Paciente

O paciente é o usuário que possui permissão de acesso a poucas rotinas, sem qualquer direito de manutenção ou gerenciamento do sistema. Na Figura 27 pode-se observar o painel principal para esse tipo de usuário:

Figura 27 - Menu principal do MealRBC para pacientes

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Conforme exposto anteriormente, um dos fatores utilizados para o cálculo de similaridade é o peso do paciente. Como esse valor pode sofrer drásticas alterações ao longo do tempo e é um dos fatores mais significativos na hora de recomendar um plano alimentar, foi desenvolvida uma rotina na qual o paciente registrará o seu peso atual, ou seja, no momento do cálculo de similaridade, sempre será utilizado o peso corporal mais atual encontrado na base. Esse formulário pode ser visualizado na Figura 28:

Figura 28 - Registrar Peso

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

A principal rotina disponível para os usuários do tipo paciente, é a ação “Buscar Casos (RBC)”. Nesta rotina serão mostrados até 10 casos, por ordem de similaridade com base nos atributos do paciente. Conforme a imagem, casos de utilização recomendável (similaridade maior que 70), ficam sinalizados em verde. Por outro lado, os de utilização

duvidosa, ficam sinalizados em vermelho. A ação “Buscar Casos (RBC)” pode ser observada na figura 29:

Figura 29 – Tabela do cálculo de similaridade

Casos

Código do Caso	Similaridade
6	72.92 %
3	27.34 %
2	22.44 %
5	19.77 %
1	17.59 %
4	16.06 %

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Clicando no ícone verde, próximo a qualidade da similaridade, o paciente escolhe o plano alimentar. Assim, será aberta a interface apresentada na Figura 30:

Figura 30 – Informações detalhadas do caso (plano alimentar)

Detalhe do Caso

Este caso foi recomendado para você com similaridade de 72.92 % com base em seus atributos fisiológicos...

Total de Carboidratos:	Total de Proteínas:	Total de Gorduras:	Total de Kilocalorias:
218 g	169 g	65 g	2068 Kcals

Frango com brócolis e manteiga (6)

100 g	Frango peito sem pele cozido	Carboidratos:	2 g
50 g	Brócolis cozido	Proteínas:	32 g
20 g	Manteiga sem sal	Gorduras:	20 g
------	----------	Kilocalorias:	296 Kcals
------	----------	Essa refeição não possui qualquer restrição!	

Salpicão, pão de aveia e iogurte (7)

50 g	Salpicão de frango	Carboidratos:	79 g
100 g	Pão aveia forma	Proteínas:	22 g
200 g	Iogurte saborizado	Gorduras:	12 g

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Caso o paciente deseje, por finalidade de comodidade, é possível emitir o plano alimentar atual em formato PDF para impressão, bastando clicar no ícone PDF na parte superior da tela. O resultado dessa ação pode ser observado na Figuras 31 e Figura 32:

Figura 31 - Página 1 do plano alimentar em PDF

Página: 1 de 2 / Rio do Sul, 24/01/2017 - 22:12:33

MEALRBC

Felipe Santos, este caso foi recomendado para você com similaridade de 60.88 % com base em seus atributos fisiológicos...

Total de Carboidratos:	Total de Proteínas:	Total de Gorduras:	Total de Kilocalorias:
300 g	243 g	83 g	2836 Kcals

Refeição 1 - 2 ovos cozidos, pimentão, frango e castanhas (79)			
100g	Ovo de galinha inteiro cozido/10minutos	Carboidratos:	7 g
50g	Pimentão amarelo cru	Proteínas:	48 g
100g	Frango peito sem pele cozido	Gorduras:	30 g
30g	Castanha-do-Brasil crua	Kilocalorias:	460 Kcals
------	----------		

Refeição 2 - Mandioca, omelete com queijo e pimentão (48)			
120g	Mandioca cozida	Carboidratos:	39 g
100g	Omelete de queijo	Proteínas:	15 g
50g	Pimentão amarelo cru	Gorduras:	22 g
------	----------	Kilocalorias:	392 Kcals
------	----------		

Refeição 3 - Peito de frango, biscoitos e 1 maçã (86)			
80g	Biscoito polvilho doce	Carboidratos:	79 g
100g	Maçã Fuji com casca crua	Proteínas:	34 g
110g	Frango peito sem pele cozido	Gorduras:	12 g
------	----------	Kilocalorias:	548 Kcals
------	----------		

Refeição 4 - Mandioca, sardinha/pimentão/brócolis (51)			
220g	Mandioca cozida	Carboidratos:	72 g
170g	Sardinha assada	Proteínas:	55 g
50g	Brócolis cozido	Gorduras:	5 g
90g	Pimentão vermelho cru	Kilocalorias:	548 Kcals

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Figura 32 - Página 2 do plano alimentar em PDF

Página: 2 de 2 / Rio do Sul, 24/01/2017 - 22:12:33

------	----------		

Refeição 5 - Lentilha, legumes e coxa de frango (65)			
150g	**Lentilha cozida**	**Carboidratos:**	31 g
100g	**Salada de legumes cozida no vapor**	**Proteínas:**	36 g
90g	**Frango coxa com pele assada**	**Gorduras:**	9 g
------	----------	**Kilocalorias:**	340 Kcals
------	----------		

Refeição 6 - Mandioca, sardinha/pimentão/brócolis (51)			
220g	**Mandioca cozida**	**Carboidratos:**	72 g
170g	**Sardinha assada**	**Proteínas:**	55 g
50g	**Brócolis cozido**	**Gorduras:**	5 g
90g	**Pimentão vermelho cru**	**Kilocalorias:**	548 Kcals
------	----------		

Eu, **Joao Carlos**, devidamente registrado(a) no órgão competente através do **CRN10 1412**, autorizo Felipe Santos a utilizar o plano alimentar acima descrito.

Qualquer alteração de saúde, mal estar ou demais complicações, contate imediatamente o nutricionista através do email joaocarlos@gmail.com

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.2.1.4 Cálculo do RBC

O sistema de RBC do MealRBC funcionará da seguinte maneira: no momento do cadastro de um paciente, deverá ser feita uma entrevista/avaliação com o mesmo com a finalidade de coletar todos os dados respectivos ao seu perfil. São eles:

Quadro 23 – Variáveis para cálculo de similaridade

Variáveis para cálculo de similaridade	
Nome da variável	**Valores que pode assumir**
Altura	Numérico
Peso	Numérico
Idade	Numérico
Sexo	M ou F (representado por 0 e 1)
Fator de atividade	0 – Sedentário 2 – Pouco Ativo 5 – Moderadamente Ativo 7 – Muito Ativo 10 – Extra Ativo
Objetivo	0 – Perca de Peso Acentuado 2 – Perda de Peso 5 – Manutenção de Peso 7 – Ganho de Massa Muscular 10 – Ganho de Peso Acentuado
Possui diabete tipo II?	Sim/Não (representado por 1 e 0)
Possui intolerância ao glúten?	Sim/Não (representado por 1 e 0)
Possui intolerância à lactose?	Sim/Não (representado por 1 e 0)

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Coletados tais dados do paciente, o mesmo já estará apto a receber recomendações de planos alimentares, bastando, acessar na ação Buscar Casos (RBC). Através desta rotina, será realizado o cálculo de similaridade entre os atributos desse paciente e todos os casos já presentes no banco de dados.

A métrica utilizada para realizar o cálculo de similaridade local para valores numéricos, foi a Função Linear. Que, segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), a similaridade entre dois valores aumenta a medida que as suas distâncias decrescem. Esse resultado é ponderado pelo tamanho do intervalo assumido para determinado atributo. Tal método é representado matematicamente a seguir:

$$\mathrm{V}(v_i, v_j) = \left\{1 - \frac{|v_i - v_j|}{u_b - l_b}\right\}$$

Sendo que v_i é o atributo de um paciente, v_j é o atributo de um caso recuperado, u_b representa o limite superior adotado de um atributo e l_b o limite inferior. Essa equação sempre resultará em um valor entre 0 e 1 (0 ≥ V ≤ 1), onde 0 simboliza dissimilaridade total e 1 similaridade total. No quadro 24 pode ser observado os intervalos adotados na modelagem da ferramenta MealRBC:

Quadro 24 - Definições de intervalos para variáveis numéricas

Definições de intervalos para variáveis numéricas			
Nome da variável	**Limite Inferior**	**Limite Superior**	**Intervalo**
Altura	100	250	150
Peso	45	200	155
Idade	1940	2017	77
Fator de atividade	0	10	10
Objetivo	0	10	10

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Assim sendo, tomamos como exemplo a variável Peso. Caso a diferença entre o peso do paciente em relação ao peso de um caso qualquer seja muito grande, a similaridade será baixa, ou seja, próxima ou igual a 0. Caso a diferença dessa variável seja modesta, a similaridade será classificada como alta, isto é, um valor próximo ou igual a 1.

Já para os atributos do tipo *booleano*, o cálculo é realizado através de uma condicional simples: atributos com valores iguais a similaridade é 1, caso contrário, a similaridade é 0.

A próxima etapa do processo é o cálculo de similaridade global, o qual é realizado por meio da metodologia do vizinho mais próximo. Nesse método, são somadas todas similaridades locais e são multiplicadas pelos seus respectivos pesos. Por fim, esse valor é dividido pela somatória de todos os pesos. Tal fórmula está expressa a seguir:

$$sim(Q, C) = \frac{\sum_{i=1}^{n} f(Q_i, C_i)\ X\ W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}$$

Onde Q_i é o caso atual, C_i é um caso encontrado na base e W_i é o peso. Esta equação sempre resultará em um valor entre 0 e 1 (0 ≥ sim ≤ 1), onde 0 simboliza

dissimilaridade total e 1 similaridade total entre dois casos. No contexto da ferramenta MealRBC, esse valor foi multiplicado por 100, de modo que a similaridade seja denotada através de porcentagens.

4.3 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os parâmetros utilizados nos testes, como os pesos, a base de casos e os perfis dos pacientes.

4.3.1 Base utilizada

A base de casos utilizada nos testes foi populada pelo próprio autor segundo orientações recebidas pelo profissional da área e com o auxílio de algumas referências bibliográficas da área de Nutrição Esportiva. Os casos foram elaborados através da definição de nove atributos e uma solução, a qual aponta para a tabela de "planosalimentares", ou seja, o resultado de um caso é um plano alimentar. A representação da base de casos pode ser observada na Figura 33:

Figura 33 - Base de Casos

CasoID	CasoDataNascimento	CasoSexo	CasoAltura	CasoPeso	CasoFator	CasoObjetivo	CasoDiabete	CasoCeliaca	CasoLactose	CasoSolucao
1	1994-11-08	m	192	77.00	4	6	1	0	1	1
2	1990-11-07	f	178	66.00	1	8	0	0	0	5
3	1991-01-01	m	184	80.00	5	5	1	0	0	24
4	1994-01-01	f	161	56.00	7	0	1	1	0	21
5	1988-01-01	m	180	70.00	0	10	1	0	0	19
16	1986-01-01	m	185	80.00	10	10	1	0	0	22
17	1994-01-01	f	172	64.00	10	7	1	0	1	17
18	1966-01-01	f	183	78.00	7	0	0	0	0	26
19	1997-01-01	f	152	48.00	5	10	0	0	0	5
20	1993-01-01	f	157	53.00	0	5	0	0	0	3
21	1984-01-01	f	165	57.00	7	5	0	1	1	16
22	1988-01-01	f	172	67.00	5	2	1	1	0	21
23	1983-01-01	f	167	62.00	0	2	0	1	1	16
24	1983-01-01	m	180	90.00	0	0	1	0	0	19
25	1990-01-01	m	187	83.00	10	10	0	1	0	23
26	1992-01-01	m	185	81.00	10	7	1	1	1	14
27	1976-01-01	m	180	72.00	0	2	1	1	0	15
28	1984-01-01	m	160	62.00	0	5	0	0	1	18
29	1984-01-01	m	170	65.00	7	2	1	1	1	26

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Referente aos pesos dos atributos, nos três testes foram utilizados os mesmos valores, os quais foram definidos como 9 aqueles concernentes a doenças e intolerâncias, ou seja, de alta relevância, assim, garantindo que o sistema amenize ou elimine os cardápios com alimentos que possam complicar a saúde do paciente. A tabela completa com os pesos pode ser visualizada no Quadro 25:

Quadro 25 - Pesos do Teste 1

Atributo	**Peso**
Idade	5
Sexo	4
Altura	4
Peso	7
Fator de Atividade	6
Objetivo	5
Diabetes	9
Glúten	9
Lactose	9

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.3.2 Testes

A seguir serão expostos três testes, onde, cada um desses apresentará particularidades específicas. No primeiro teste, será utilizado um paciente masculino que possui Diabete Mellitus tipo II, nesse caso, sua alimentação deve baseada em alimentos de baixo índice glicêmico e com uma taxa calórica diária que se encaixe no seu perfil físico. Já no segundo teste, foi utilizada uma paciente do sexo feminino sem qualquer doença ou intolerância. No terceiro e último teste, foi utilizado um paciente que possui simultaneamente intolerância à lactose e ao glúten, logo, deverão ser eliminados de seu cardápio os alimentos que possuem glúten ou lactose em sua composição.

Os testes não somente se restringirão em analisar as enfermidades, mas também a taxa calórica dos planos recomendados, essa que é de suma importância para que o paciente atinja seus objetivos de ganho, manutenção ou perda de peso. Para verificar se a taxa calórica recomendada encontra-se dentro dos padrões aceitáveis, serão inseridos os

atributos físicos do paciente na fórmula de Harris e Benedict, assim, permitindo comparar o resultado em kilocalorias da fórmula com o plano alimentar recomendado.

4.3.2.1 Teste 1

No primeiro teste com a ferramenta MealRBC foi utilizado um paciente com as características expostas no Quadro 26:

Quadro 26 - Perfil do Paciente do Teste 1

Paciente 21	
Atributo	**Valor**
Idade	33 anos
Sexo	Masculino
Altura	188 cm
Peso	95,2 kg
Fator de Atividade	Pouco Ativo
Objetivo	Perda de Peso
Diabetes	Possui diabetes
Glúten	Não possui intolerância ao glúten
Lactose	Não possui intolerância à lactose

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Realizado o cálculo de similaridade com os dados apresentados anteriormente, foi retornado para o paciente os os planos alimentares conforme Figura 34:

Figura 34 - Listagem de Casos do Teste 1

Casos	
Código do Caso	**Similaridade**
24	88.43 %
3	85.26 %
5	81.36 %
16	76.39 %
27	72.45 %
1	69.35 %
22	64.21 %
2	61.08 %
20	60.32 %
18	60.21 %

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Como o paciente utilizado no teste possui DM tipo II, ele não pode ingerir alimentos com alto índice glicêmico, assim, os cinco primeiros casos recomendados pelo RBC, de fato não continham em sua composição nenhum alimento com alto índice glicêmico. A partir do quinto caso, o RBC passou a recomendar alimentos com alto IG. Isso se deve ao fato de que as três intolerâncias foram definidas como peso máximo, ou seja, elas desempenharam o maior grau de importância no processo de recomendação. Ademais, em relação a taxa calórica ideal para esse perfil de paciente, foi calculada a sua necessidade calórica diária através da fórmula de Harris e Benedict, resultando em 2100 kilocalorias, nesse âmbito, a ferramenta também apresentou certa precisão, recomendando o caso mais similar com 2244 kilocalorias diárias, embora que os dois próximos casos já tenham superestimado esse valor.

Com uma similaridade de 88,43%, é apresentado no Quadro 27 uma comparação entre o paciente e o caso mais similar encontrado:

Quadro 27 - Comparação entre o paciente e o caso mais similar

Paciente 21	**Caso 24**
33 anos	34 anos
Masculino	Masculino
188 cm	180 cm
95,2 kg	90 kg
Fator 2	Fator 0
Objetivo 2	Objetivo 0
Possui diabetes	Pode ser recomendado para diabéticos
Não possui intolerância ao glúten	Não pode ser recomendado para celíacos
Não possui intolerância à lactose	Não pode ser recomendado para intolerantes à lactose

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.3.2.2 Teste 2

No segundo teste com a ferramenta MealRBC foi utilizado um paciente com as características expostas no Quadro 28:

Quadro 28 - Perfil do Paciente do Teste 2

Paciente 18	
Atributo	**Valor**
Idade	27 anos
Sexo	Feminino
Altura	155 cm
Peso	50,3 kg
Fator de Atividade	Pouco Ativo
Objetivo	Manutenção de Peso
Diabetes	Não possui diabetes
Glúten	Não possui intolerância ao glúten
Lactose	Não possui intolerância à lactose

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Realizado o cálculo de similaridade com os dados apresentados anteriormente, foi retornado para a paciente os os planos alimentares conforme Figura 35:

Figura 35 - Listagem de Casos do Teste 2

Casos	
Código do Caso	**Similaridade**
20	90.4 %
2	87.2 %
19	84.59 %
18	77.49 %
28	66.81 %
3	63.83 %
5	61.4 %
24	59.29 %
21	55.24 %
23	55.17 %

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Como a paciente utilizada neste teste não possui qualquer doença ou intolerância, ela poderá ingerir alimentos com alto IG, lactose e glúten. Desse modo, a única validação que deve ser feita nesse caso refere-se a sua taxa calórica diária. Utilizada a fórmula de Harris e Benedict, obteve-se o resultado de aproximadamente 1700 kilocalorias diárias para esse perfil, já os quatro primeiros planos classificados como ideais para essa paciente, variaram entre 1396 e 1756 kilocalorias. Apesar sutil diferença, ainda pode ser considerado um valor perfeitamente aceitável. Os casos classificados como não recomendáveis apresentaram valores calóricos acima de 2200 kilocalorias, valores que certamente não teriam êxito para a paciente em questão.

Com uma similaridade de 90,4%, é apresentado no Quadro 29 uma comparação entre a paciente e o caso mais similar encontrado:

Quadro 29 - Comparação entre o paciente e o caso mais similar

Paciente 18	**Caso 20**
27 anos	24 anos
Feminino	Feminino
155 cm	157 cm
50,3 kg	53 kg
Fator 2	Fator 0
Objetivo 5	Objetivo 5
Não possui diabetes	Pode ser recomendado para diabéticos
Não possui intolerância ao glúten	Pode ser recomendado para celíacos
Não possui intolerância à lactose	Pode ser recomendado para intolerantes à lactose

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.3.2.3 Teste 3

No último teste com a ferramenta MealRBC foi utilizado um paciente com as características expostas no Quadro 30:

Quadro 30 - Perfil do Paciente do Teste 3

Paciente 15	
Atributo	**Valor**
Idade	23 anos
Sexo	Masculino
Altura	190 cm
Peso	93,1 kg
Fator de Atividade	Sedentário
Objetivo	Ganho de peso acentuado
Diabetes	Não possui diabetes
Glúten	Possui intolerância ao glúten
Lactose	Possui intolerância à lactose

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Realizado o cálculo de similaridade com os dados apresentados anteriormente, foi retornado para o paciente os os planos alimentares conforme Figura 36:

Figura 36 - Listagem de Casos do Teste 3

Casos	
Código do Caso	**Similaridade**
25	59.28 %
28	58.31 %
26	57.57 %
1	54.48 %
29	51.28 %
5	49.79 %
23	48.27 %
27	46.63 %
21	45.24 %
3	44 %

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

Conforme pode ser observado, nenhum caso foi classificado como recomendável para esse paciente, onde, até mesmo o mais similar apresentou apenas 59,28% de similaridade. Como o paciente do teste 3 possuía duas enfermidades e uma taxa calórica relativamente alta devido aos seus atributos físicos, o RBC classificou todos os casos como inaceitáveis, justamente pelo motivo de que a base não estava preparada para um paciente com características de tal grau, específicas.

Esse impasse pode ser facilmente resolvido pelo nutricionista responsável, bastando o mesmo construir alguns casos específicos para esse paciente, de modo que, além de solucionar o problema atual, os futuros usuários do sistema que venham a apresentar características semelhantes ao paciente do teste, já poderiam receber esses casos com uma similaridade aceitável.

Com uma similaridade de 59,28%, é apresentado no Quadro 31 uma comparação entre o paciente e o caso mais similar encontrado:

Quadro 31 - Comparação entre o paciente e o caso mais similar

Paciente 15	**Caso 20**
23 anos	24 anos
Masculino	Masculino
190 cm	187 cm
93,1 kg	83 kg
Fator 0	Fator 10
Objetivo 10	Objetivo 10
Não possui diabetes	Não pode ser recomendado para diabéticos
Possui intolerância ao glúten	Pode ser recomendado para celíacos
Possui intolerância à lactose	Não pode ser recomendado para intolerantes à lactose

Fonte: Elaboração do autor, (2016)

4.3.3 Considerações referentes a reutilização, retenção e adaptação

Compreendendo que na ferramenta MealRBC o cálculo de similaridade é realizado exclusivamente através da interface dos pacientes, conclui-se que um usuário com esse perfil não possui qualquer conhecimento na área de Nutrição Esportiva, assim, sendo inaceitável que o mesmo tenha acesso direto a base de dados para reutilizar ou reter novos casos. Em decorrência desses aspectos, o método de adaptação adotado no MealRBC é a Adaptação Nula. Segundo Wangenheim e Wangenheim (2003), esse tipo de adaptação é a mais utilizada dentre as ferramentas de RBC devido a sua eficácia na maioria das aplicações.

Entretanto, devido a ausência dos passos acima descritos, a população da base de casos é realizada manualmente pelo nutricionista. Para cada novo caso real que o mesmo esteja enfrentando em seu consultório, será inserido um novo caso à base de casos.

CONCLUSÕES

Por meio dos testes realizados, notou-se que mesmo com uma baixa quantidade de casos presentes na base da ferramenta (19 casos), a mesma mostrou-se muito eficiente em suas recomendações, distinguindo corretamente casos recomendáveis e não recomendáveis, de acordo com o perfil de cada paciente utilizado.

Dois dos testes realizados apresentaram uma similaridade aceitável, com planos alimentares perfeitamente utilizáveis pelos pacientes em questão. Ressaltando que, em um dos testes a ferramenta foi capaz de remover do cardápio de um paciente portador de DM tipo II as refeições que continham alimentos com alto índice glicêmico. Posteriormente, em outra avaliação, com a intenção de verificar se a ferramenta de fato classificaria certos planos alimentares como não recomendáveis, utilizou-se de um paciente com um perfil que diferia de qualquer caso presente na base do sistema. Desta forma, a ferramenta classificou todos os casos com um baixo nível de similaridade, ou seja, não recomendável ao paciente.

Desta forma, conhecendo que os testes obtiveram sucesso com uma base vagamente populada, acredita-se que a mesma possa atender situações reais desde que a referida ferramenta seja devidamente inflada e gerenciada pelos profissionais de Nutrição. Consequentemente, dependendo do grau de expansão da base, a criação de novos casos e novos planos alimentares pode vir a ser dispensável, apenas utilizando situações já presentes na base. Por conseguinte, foram atingidos os objetivos centrais da ferramenta: fornecer aos pacientes uma variada gama de planos alimentares, permitindo a livre escolha dos mesmos, e, por outro lado, otimizar o trabalho dos profissionais de Nutrição a partir da reutilização de planos alimentares para pacientes com características semelhantes.

REFERÊNCIAS

ALENQUER, P. L. Regras de Negócio para Análise em Ambientes OLAP, 2002.

CARVALHO, F. G. D. et al. **Métodos De Avaliação De Necessidades Nutricionais E Consumo De Energia Em Humanos**, 2012.

CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS. Resolução CFN Nº 425/2008, de 02 de outubro de 2008.

CONSELHO REGIONAL DE NUTRICIONISTAS DÉCIMA REGIÃO. Disponivel em: <http://www.crn10.org.br/>. Acesso em: 28 dez. 2016.

CUNHA, L. F. D. **A Importância De Uma Alimentação Adequada Na Educação Infantil**, Ibaiti, 2014.

DAMILANO, L. P. D. R. **Avaliação do consumo alimentar de praticantes de musculação em uma academia de Santa Maria – RS**, Santa Maria, 2006.

DI PASQUALE, M. **A Solução Anabólica Para Fisiculturistas**. 1. ed. [S.l.]: [s.n.], 2005.

ELSWEILER, D.; HARVEY, M. **Towards Automatic Meal Plan Recommendations for Balanced Nutrition**, 2015.

FARO, H. C. **DOENÇA CELÍACA: revisão bibliográfica**, 2008.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H.; BRAND-MILLER, J. International table of glycemic index and glycemic load, 2002.

GE, M.; RICCI, F.; MASSIMO, D. **Health-aware Food Recommender System**, 2015.

HENRICKSEN, K.; VILLER, S. **Design of Software to Support Families with Food-Allergic and Food-Intolerant Children**, 2012.

LAMBERT, C. P.; FRANK, L. L.; EVANS, W. J. **Macronutrient Considerations for the Sport of Bodybuilding**, 2004.

LEAL, F. S. **Tratamento da Obesidade: investigando o abandono e seus aspectos motivacionais**, Ribeirão Preto, 2012.

LUCENA, J. B. D. S. **Diabetes Mellitus Tipo 1 e Tipo 2**, 2007.

LUGER, G. F. **Inteligência Artificial**. 6. ed. [S.l.]: [s.n.], 2013.

MESSIER, S. P. et al. **Exercise and Dietary Weight Loss in Overweight and Obese Older Adults With Knee Osteoarthritis**, 2004.

NETO, W. M. G. **Musculacao Anabolismo Total**. [S.l.]: [s.n.], 2009.

NORVIG, S. J. R. A. P. **Artificial Intelligence A Modern Approach**. [S.l.]: Alan Apt, 1995.

OLIVEIRA, V. C. D. **Alergia à proteína do leite de vaca e intolerância à lactose: abordagem nutricional e percepções dos profissionais**, 2013.

PASSOS, T. U. et al. Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases, Campinas, 2015.

PESSEMIER, T. D.; DOOMS, S.; MARTENS, L. **A Food Recommender for Patients in a Care Facility**, 2013.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software Uma Abordagem Profissional**. [S.l.]: [s.n.], 2011.

REIPS, D. **Doença Celíaca: Aspectos Clínicos e Nitricionais**, 2011.

SANTOS, C. L. **Sistema De Recomendação De Roupas Fundamentado Em Raciocínio Baseado Em Casos**, Rio do Sul, 2015.

SANTOS, C. R. B. et al. **Fatores dietéticos na prevenção e tratamento de comorbidades associadas à síndrome metabólica**, 2006.

SMITH, C. F. et al. **Flexible vs. Rigid Dieting Strategies: Relationship with Adverse Behavioral Outcomes**, 1999.

STEWART, T. M.; WILLIAMSON, D. A.; WHITE, M. A. **Rigid vs. flexible dieting: associationwith eating disorder symptoms in nonobesewomen**, 2001.

TAKAI, O. K.; ITALIANO, I. C.; FERREIRA, J. E. **Introdução a Banco de Dados**. [S.l.]: [s.n.], 2005.

TOFFANELLO, E. ; BUSETTO, L. **Predictors of drop-out in overweight and obese outpatients**, 2005.

UNICAMP. **TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**, 2011.

UNIVERSIDADE DE SYDNEY. Search for the Glycemic Index. **Glycemicindex**, 2016. Disponivel em: <http://www.glycemicindex.com/foodSearch.php>. Acesso em: 29 maio 2016.

VITORINO, T. A. S. **Raciocínio Baseado Em Casos: Conceitos e Aplicações**, Belo Horizonte, 2009.

WANGENHEIM, C. G. V.; WANGENHEIM, A. V. **Raciocínio Baseado em Casos**. [S.l.]: [s.n.], 2003.