



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

*Fábio Eduardo Murarolli*

**Aplicativo inteligente para sugestão de alimentos saudáveis e  
controle da diabetes**

Alfenas, 10 de dezembro de 2015.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**Aplicativo inteligente para sugestão de alimentos saudáveis e  
controle da diabetes**

*Fábio Eduardo Murarolli*

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

Orientador(a): **Prof. Dr. Ricardo Menezes Salgado**

Alfenas, 10 de dezembro de 2015.



*Fábio Eduardo Murarolli*

**Aplicativo inteligente para sugestão de alimentos saudáveis e controle da diabetes**

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

---

**Prof. Dr. Flávio Barbieri Gonzaga**  
**Universidade Federal de Alfenas**

---

**Prof. Dr. Luiz Eduardo da Silva**  
**Universidade Federal de Alfenas**

---

**Prof. Dr. Ricardo Menezes Salgado (*Orientador*)**

Alfenas, 10 de dezembro de 2015.



*Dedico este trabalho aos meus pais, Solange e Cláudio Murarolli. Por toda  
a confiança, incentivo, apoio e amor.*



# AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus pais Solange e Cláudio, e ao meu irmão Cláudio Junior, que sempre me apoiaram, ajudaram, muitas vezes mais do podiam para que eu chegasse até aqui.

Agradeço à minha namorada, Anieli Baldo, que desde o início de meu curso, sempre esteve ao meu lado me apoiando nas horas boas e ruins sempre me dando forças para continuar.

Agradeço ao Professor Ricardo Menezes Salgado e as discentes do curso de Nutrição, Cristiane Mendonça e Júlia Muciacito por toda colaboração e dedicação neste trabalho.

Agradeço a todos os professores que tive o prazer de conviver durante este período de minha vida, todas as experiências, conhecimentos e amizades adquiridas, que com certeza serão levadas comigo pelo resto da vida.

Um agradecimento a todos os amigos que fizeram parte da minha formação, em especial aos companheiros de república Lucas, Fonoff, Renato, Vanetti e Jader. E também aos amigos do curso, que sempre estiveram dispostos a ajudar com todos os conhecimentos possíveis, em todos os assuntos sempre com discussões e conversas até altas horas da noite, geralmente no Laboratório de Redes e Sistemas Distribuidos (LaReS).

A todos, um grande abraço.



# RESUMO

Com o avanço da tecnologia e dos tratamentos médicos, os planos alimentares de pacientes diabéticos tipo 1 foram se tornando cada vez mais flexíveis, respeitando suas escolhas individuais, suas culturas e hábitos alimentares. Um dos tratamentos mais conhecidos atualmente por sua eficácia e flexibilidade é a contagem de carboidratos. Tratamento pelo qual são utilizados valores tabelados de carboidratos para estimar um valor necessário de insulina a fim de manter o nível glicêmico controlado. Para realizar este processo um médico deve sugerir uma relação entre carboidrato por insulina para cada paciente, de acordo com sua massa corporal, idade, sensibilidade a insulina entre outros fatores. Este trabalho apresenta um aplicativo para dispositivos móveis, que automatiza o processo de contagem de carboidratos e implementa um sistema especialista que faz sugestões de alimentos saudáveis para melhorar a qualidade da refeição. O sistema coleta informações sobre os alimentos consumidos em uma refeição, faz uma sugestão de alimento saudável e de acordo com a escolha do usuário, realiza a contagem de carboidratos. Após a realização da contagem sugere a quantidade necessária de insulina para metabolizar os carboidratos consumidos.

**Palavras-Chave:** diabetes, sistema especialista, contagem de carboidratos, índice glicêmico.



# ABSTRACT

With the advancement of technology and medical treatment, food plans diabetic type 1 patients were becoming more flexible, respecting their individual choices, their cultures and eating habits. One of the treatments most widely known for its efficiency and flexibility is carbohydrate counting. Treatment tabulated values by which carbohydrates are used to estimate a necessary amount of insulin to maintain glycemic level controlled. To carry out this process a physician might suggest a relationship between carbohydrate per insulin to each patient according to their body weight, age, insulin sensitivity and other factors. This paper presents an application for mobile devices, which automates the process of carbohydrate counting and implements an expert system that makes suggestions for healthy foods to improve the quality of the meal. The system collects information on foods consumed in a meal is a healthy food suggestions and according to the user's choice, performs carbohydrate counting. After completion of the count suggests the required amount of insulin to metabolize the carbohydrates.

**Keywords:** diabetes, expert system, carbohydrate counting, glycemic index.



# LISTA DE FIGURAS

2.1	Tipos de diabetes e suas características. . . . .	8
2.2	Tabela exemplo para o método da substituição. . . . .	10
2.3	Tabela exemplo para o método da contagem por grama de carboidrato. . . . .	11
2.4	Comparação índice glicêmico e velocidade de absorção no sangue. . . . .	12
2.5	Aplicativo <i>Diabetes M.</i> . . . . .	16
2.6	Aplicativo Contagem de Carboidratos. . . . .	16
2.7	Aplicativo <i>Gluci-Check.</i> . . . . .	17
3.1	Esquema do sistema especialista proposto. . . . .	20
3.2	Geração da base de conhecimento. . . . .	21
3.3	Esquema geral do sistema especialista. . . . .	22
3.4	Fluxograma funcionamento geral das sugestões dentro do contexto da contagem de carboidratos. . . . .	25
4.1	Fluxograma geral do funcionamento do aplicativo. . . . .	28
4.2	Diagrama entidade relacionamento. . . . .	31

4.3	Tela inicial do aplicativo. . . . .	31
4.4	Tela de cadastro do paciente. . . . .	32
4.5	Cadastro de alimentos. . . . .	32
4.6	Lista de alimentos. . . . .	33
4.7	Contagem de carboidratos. . . . .	34
4.8	Sugestões de alimentos. . . . .	35





# LISTA DE TABELAS

3.1	Exemplo de alimentos e suas sugestões. . . . .	23
4.1	Requisitos funcionais do aplicativo. . . . .	29
4.2	Requisitos não funcionais do aplicativo. . . . .	30
A.1	food_specifications . . . . .	43
A.2	user . . . . .	44
A.3	history_of_count . . . . .	44
A.4	type_of_meal . . . . .	44
A.5	type_of_measure_household . . . . .	45
A.6	replacements . . . . .	45



# LISTA DE ABREVIACOES

SIS	Sistemas de Informação em Saúde
RNA	Redes Neurais Artificiais



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Justificativa e motivação . . . . .	2
1.2	Problematização . . . . .	4
1.3	Objetivos . . . . .	4
1.3.1	Gerais . . . . .	4
1.3.2	Específicos . . . . .	4
1.4	Organização da monografia . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Revisão bibliográfica</b>	<b>7</b>
2.1	Contextualização do tema . . . . .	7
2.1.1	Contagem de carboidratos . . . . .	8
2.1.2	Principais tipos de contagem de carboidratos . . . . .	9
2.1.3	Relação entre contagem de carboidratos e índice glicêmico .	11
2.2	Tecnologia da informação na área da saúde . . . . .	13
2.3	Sistema Especialista . . . . .	13
2.4	Sistemas semelhantes . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Modelagem proposta</b>	<b>19</b>
3.1	Considerações iniciais . . . . .	19
3.2	Sistema especialista para sugestão de alimentos com base no índice glicêmico . . . . .	19
3.3	Base de conhecimento . . . . .	21
3.4	Máquina de inferência . . . . .	21
3.5	Aplicativo proposto . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Resultados obtidos</b>	<b>27</b>
4.1	Lógica de funcionamento . . . . .	27
4.2	Fluxograma geral . . . . .	27
4.2.1	Ferramentas utilizadas . . . . .	28
4.3	Requisitos . . . . .	29
4.3.1	Requisitos Funcionais . . . . .	29

4.3.2	Requisitos Não Funcionais . . . . .	29
4.4	Diagrama de entidade relacionamento . . . . .	30
4.5	Aplicativo Sulin . . . . .	31
4.6	Resultados e Discussões . . . . .	35
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>37</b>
5.1	Considerações finais . . . . .	37
5.2	Trabalhos futuros . . . . .	37
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>39</b>
<b>A</b>	<b>Anexos</b>	<b>43</b>
A.1	Dicionário de dados . . . . .	43

# 1

## Introdução

*Este capítulo apresenta uma introdução ao tema que será desenvolvido durante o trabalho. A seção 1.1 apresenta a justificativa e motivação do trabalho, a seção 1.2 apresenta a problematização, a seção 1.3 apresenta os objetivos e a seção 1.4 faz um breve resumo da organização da monografia.*

Diabetes *mellitus* é uma doença crônica, caracterizada pela elevação dos níveis de glicose no sangue (hiperglicemia). Esta elevação é causada pela falta ou má absorção de insulina, hormônio produzido pelo pâncreas cuja função é aumentar a permeabilidade celular à glicose. Níveis altos de glicose no sangue evidenciam distúrbios metabólicos principalmente dos macronutrientes, como por exemplo carboidratos, proteínas e lipídios. Os macronutrientes, são fontes exógenas de energia e são parcialmente transformadas em glicose para então serem utilizadas como fonte de energia pelas células do organismo. A hiperglicemia por longos períodos traz complicações sérias ao portador de diabetes, como insuficiência renal, lesão na retina, perda de sensibilidade nas extremidades devido a má circulação sanguínea, hipertensão entre outros. O tratamento do diabetes tipo 1 é à base de injeções de insulina, para suprir a falta no organismo. Já o diabetes tipo 2 pode ser controlado usando medicamentos ministrados via oral, em alguns casos insulina deve ser usada, em conjunto ou não. Além de tentar suprir a deficiência do hormônio no organismo, é de extrema importância, para ambos os tipos, uma alimentação saudável associada a exercícios físicos para o sucesso do tratamento. [15]

Durante anos, a palavra dieta teve um significado diferenciado quando aplicado a pacientes com diabetes. Antes de 1921, o hormônio insulina não era conhecido pela medicina, e o tratamento de pacientes diabéticos eram a base de "dietas de fome", dietas as quais retiravam totalmente os carboidratos da alimentação afim de manter o nível de glicemia no sangue controlado, causando muitas vezes morte por falta de nutrientes. [11]

Após a descoberta da insulina, novos estudos e recursos tecnológicos foram desenvolvidos e tornaram os planos alimentares indicados a pacientes diabéticos cada vez mais flexíveis. O uso de insulinas no auxílio do tratamento se tornou um item indispensável nos pacientes com diabetes tipo 1, e proporcionou uma melhoria significativa no tratamento da doença.

Atualmente, existem tratamentos que levam em consideração culturas e hábitos alimentares, como por exemplo a contagem de carboidratos. Este tratamento utiliza valores tabelados de carboidratos para estimar um valor necessário de insulina a fim de manter o nível glicêmico controlado. Para realizar este processo um médico deve sugerir uma relação entre carboidrato por insulina para cada paciente, de acordo com sua massa corporal, idade, sensibilidade a insulina entre outros fatores.

Hoje a sociedade exige cada vez mais precisão e agilidade em tomadas de decisão, de forma que resolva um problema qualquer da melhor e mais rápida maneira possível. Essa exigência torna-se mais evidente quando estão envolvidas questões que influenciam diretamente na saúde do ser humano.

A utilização dos conhecimentos da tecnologia da informação associados aos conhecimentos da área da saúde, pode trazer benefícios como precisão e agilidade, além evitar erros médicos.

Este trabalho apresenta um aplicativo para dispositivos móveis, que automatiza o processo de contagem de carboidratos e implementa um sistema especialista que faz sugestões de alimentos saudáveis com base no índice glicêmico dos alimentos para melhorar a qualidade da refeição. O sistema coleta informações sobre os alimentos consumidos em uma refeição, faz uma sugestão de alimento saudável, e de acordo com a escolha do usuário, realiza a contagem de carboidratos. Após a realização da contagem sugere a quantidade necessária de insulina para metabolizar os carboidratos consumidos.

## 1.1 Justificativa e motivação

Um bom controle da glicemia, consiste, não apenas em evitar hiperglicemias (excesso de carboidratos no sangue), mas manter sua variação pequena. Um es-

tudo realizado *in vitro*, indica que constantes variações glicêmicas parecem danificar mais células do que a hiperglicemia. [10]

Outro estudo realizou uma correlação entre os valores de hemoglobina glicada (reflete a média de glicemia mantida num período de três meses) e o risco de intercorrências microvasculares, como problemas nos vasos sanguíneos dos olhos, rins e de células nervosas. O estudo concluiu que apenas 25% das intercorrências são causadas diretamente por hiperglicemia, ressaltando novamente a importância de manter a variação nos níveis de glicemia pequena. [2]

Por conta da relação direta entre diabetes *mellitus* e o metabolismo dos macronutrientes, a nutrição desempenha um papel importantíssimo no controle glicêmico. Por esse entre outros motivos, o acompanhamento nutricional e médico são imprescindíveis para o sucesso no tratamento.

As recentes diretrizes de tratamento, envolvem abordagens mais flexíveis no tratamento da diabetes, como a contagem de carboidratos. Esta permite que o paciente com auxílio de um nutricionista, escolha os alimentos que deseja consumir em cada refeição e a partir do somatório dos gramas de carboidratos consumidos em cada refeição, é possível calcular a quantidade de insulina necessária para metabolizar os carboidratos. O paciente é o responsável por aprender o método e realizar os cálculos necessários. Para o sucesso do tratamento é de extrema importância, a prática de exercícios físicos regularmente e uma alimentação saudável.

Este trabalho é motivado pela importância do controle da glicemia em pacientes com diabetes, e pela proximidade do autor no assunto. E propõe um aplicativo para dispositivos móveis que implementa um sistema especialista que realiza sugestões de alimentos saudáveis com base na alimentação do usuário para tornar a refeição mais saudável. O aplicativo também realiza a contagem de carboidratos e sugere a quantidade necessária de insulina para metabolizar os carboidratos consumidos em uma determinada refeição.

## 1.2 Problematização

Seria possível o desenvolvimento de um sistema especialista que auxilie o paciente diabético a realizar todo o processo de contagem de carboidratos, sugerindo opções de alimentos e quantidade de insulina?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Gerais

Desenvolver e aplicar um modelo especialista de suporte à tomada de decisão através de um aplicativo para celular, que auxilie o paciente com diabetes a fazer uso de insulina rápida (início da ação em torno de 30 minutos) ou ultra rápida (início da ação entre 5 e 15 minutos), realizar contagem de carboidratos de sua alimentação e sugerir alimentos saudáveis.

### 1.3.2 Específicos

Desenvolver um modelo que deve:

- Sugerir alimentos com menor índice glicêmico, afim de reduzir a resposta glicêmica após uma refeição.
- Auxiliar a contagem de carboidratos à pacientes diabéticos.
- Sugerir quantidade de insulina necessária afim de manter o controle glicêmico após uma refeição, com base em informações médicas.

## 1.4 Organização da monografia

Este trabalho está estruturado em 6 Capítulos. O capítulo 2 (Revisão bibliográfica [2]) apresenta a descrição dos principais itens para o entendimento deste trabalho, além de outros trabalhos relacionados da literatura. O capítulo 3 (Metodologia [3]) descreve como funcionam as principais funcionalidades do aplica-

tivo, explica o funcionamento do sistema especialista e como funcionam as sugestões de alimentos. O capítulo 4 (Desenvolvimento [4]) apresenta os requisitos do sistema, diagramas de entidades-relacionamento, telas do aplicativo e discussões gerais sobre os resultados esperados. O capítulo 5 (Conclusões [5]) apresenta as conclusões e trabalhos futuros. O capítulo 6 (Bibliografia) apresenta os trabalhos utilizados como referência.



## 2

# Revisão bibliográfica

*Este capítulo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica de conceitos que foram abordados durante o desenvolvimento deste trabalho. A seção 2.1 apresenta um resumo sobre a contextualização do tema, a seção 2.2 exibe alguns trabalhos que utilizam tecnologia da informação na área de saúde, a seção 2.3 especifica a descrição sobre sistemas especialistas, a seção 2.4 detalha trabalhos semelhantes ao proposto.*

### 2.1 Contextualização do tema

Diabetes *Mellitus* é caracterizada pela hiperglicemia (excesso de carboidratos no sangue). A hiperglicemia é resultado da insuficiência na secreção de insulina, na ação esperada da insulina, ou ambos. Sintomas marcantes da hiperglicemia incluem excesso de urina, excesso de sede, perda de peso, fome em excesso e visão embaçada. Em alguns casos, a hiperglicemia traz prejuízo ao crescimento, e torna o paciente suscetível a certas infecções. [15]

As complicações a longo prazo do diabetes incluem perda de visão, insuficiência renal, risco de úlceras, amputações de membros, problemas no sistema cardiovascular, disfunção sexual, hipertensão.

A grande maioria dos paciente diabéticos podem ser classificados em duas classes:

- Tipo 1 é caracterizado pela deficiência absoluta na secreção de insulina. Geralmente essa deficiência está associada a problemas auto-imunes e ou marcadores genéticos.
- Tipo 2 é caracterizado por uma resistência à insulina ou produção insuficiente.

A Figura 2.1 mostra uma comparação entre os tipos de diabetes. A figura mostra que os pacientes portadores de diabetes tipo 1, necessitam de insulina para sobreviver, já os portadores dos demais tipos em alguns casos precisam de insulina para o controle, mas não para sobreviver.

Estágios Tipos	Glicemia Normal	Hiperglicemia		
	Regulação Normal de Glicose	Tolerância à glicose ou Glicemia em jejum alterada (pré-diabetes)	Diabetes Mellitus	
			Não necessário insulina	Insulina necessária para controle Insulina necessária para sobrevivência
Tipo 1	←————→	←————→	←————→	←————→
Tipo 2	←————→	←————→	←————→	←————→
Outros Tipos*	←————→	←————→	←————→	←————→
Diabetes Gestacional*	←————→	←————→	←————→	←————→

Figura 2.1: Tipos de diabetes e suas características.

\*Em raros casos estes pacientes precisam de insulina para sobreviver. Figura adaptada de [15]

### 2.1.1 Contagem de carboidratos

#### O que é contagem de carboidratos?

Contagem de carboidratos é um método de planejamento alimentar baseado no número de gramas de carboidratos em uma determinada refeição. A contagem de carboidratos ajuda a manter o nível de glicose controlado, consequentemente previne as complicações a longo prazo de pacientes diabéticos. [9]

#### Porque contar carboidratos?

Por 2 principais motivos:

- A evidência científica que através do uso de métodos modernos de pesquisa, concluiu que os carboidratos são os principais fatores que alteram o nível glicêmico do sangue. [8]
- Os carboidratos são convertidos em glicose dentro das primeiras 2 horas após a ingestão, e é notado a alteração no nível glicêmico do sangue em torno de 15 minutos. [8]

Alimentos ricos em carboidratos causam mais efeitos nos níveis de glicose no sangue, contar a quantidade de carboidratos em uma refeição ajuda a gerenciar os níveis de glicose. Para um paciente que faz uso de insulina, a contagem ajuda a estimar a quantidade necessária de insulina a cada refeição. [9]

### **2.1.2 Principais tipos de contagem de carboidratos**

Abaixo serão explicados os dois principais métodos de contagem de carboidratos, suas características e seus usos.

#### **Método da substituição ou lista de escolhas**

Os alimentos são agrupados de forma que cada porção de alimento corresponda a aproximadamente 15 gramas de carboidratos, o que permite a substituição ou troca por qualquer um dos alimentos.

Assim, o paciente poderá realizar trocas entre alimentos, serão estimuladas trocas entre alimentos do mesmo grupo (frutas por exemplo), mas não é obrigatório. Em uma refeição, o paciente poderá comer até 45 gramas de carboidratos, por exemplo. Sendo assim, ele pode escolher 3 alimentos na tabela. A tabela é uma maneira de simplificar as contas, e manter sempre um padrão entre insulina e alimentos consumidos. [12]

Alimento	CHO
1 fatia de pão de forma	14 gramas
1 copo duplo de leite desnatado <sup>*</sup>	12 gramas
1 fatia de mamão	16 gramas
1 bombom Sonho de Valsa <sup>®</sup>	14 gramas

Figura 2.2: Tabela exemplo para o método da substituição.  
Figura adaptada de [12]

### Método da contagem por gramas

A quantidade total de carboidratos por refeição será obtida pela soma dos carboidratos de cada alimento a ser consumido, através de uso de tabelas e rótulos dos alimentos que contém informações sobre a quantidade de carboidratos por porção. Este método é mais preciso, pois realizando os cálculos sabe-se exatamente a quantidade de carboidratos consumida. Este método porém, é mais trabalhoso e exige maior habilidade do paciente, que deverá aprender a realizar a leitura de tabelas nutricionais, rótulos de alimentos e realizar os cálculos necessários.[4]

Para realizar o cálculo de insulina, é necessário utilizar a relação entre carboidrato/unidade de insulina que deve ser ajustada com ajuda de um médico, pois depende de várias variáveis como peso, idade, hábitos alimentares, prática de exercícios físicos, entre outros.

Segue um exemplo de cálculo a ser realizado, adaptado de [4]:

- Supor a razão carboidrato/insulina = 15, ou seja, a cada 15 gramas de carboidrato será necessário 1 unidade de insulina para metabolizar os carboidratos consumidos.
- Os alimentos consumidos na refeição estão descritos na tabela abaixo.

Alimento	Carboidratos - gramas
1 copo de leite (240 mL)	12
2 fatias de pão integral	22
2 pontas de faca de margarina	0
1 kiwi médio	11
Café com adoçante	0
<b>TOTAL</b>	<b>45 gramas</b>
<b>Unidades de insulina</b>	<b>3 UI</b>

Figura 2.3: Tabela exemplo para o método da contagem por grama de carboidrato.

Figura adaptada de [12]

O consumo total de carboidratos nessa refeição foi de 45 gramas. Segundo a relação carboidrato por insulina, a cada 15 gramas de carboidrato é necessário 1 unidade de insulina, logo:

$$UnidadesInsulina = CarboidratosConsumidos / (carboidrato/insulina) \quad (2.1)$$

$$UnidadesInsulina = 45 / (15/1) = 3 \quad (2.2)$$

Exatamente nesse contexto a proposta desse trabalho de conclusão de curso se encaixa. O aplicativo ficará encarregado de armazenar as informações nutricionais dos alimentos em seu banco de dados. O paciente deverá inserir quais alimentos consumiu e em quais quantidades. O aplicativo usa a razão carboidrato/insulina e calcula a insulina necessária para metabolizar os carboidratos ingeridos. Desse modo, automatizando todo o processo, facilitando ao paciente a realização da contagem e propondo maior precisão.

### 2.1.3 Relação entre contagem de carboidratos e índice glicêmico

O índice glicêmico mensura a resposta glicêmica após a ingestão de um determinado alimento. Vários outros fatores têm influenciado nessa resposta, como por

exemplo: quantidade de carboidratos, o tipo de açúcar (glicose, frutose, sacarose), o tipo de amido, forma física do alimento, entre outros.

Em geral, alimentos com menor índice glicêmico são ricos em fibras. Dados epidemiológicos indicam que dietas ricas em fibras se associam à menores riscos de doenças cardiovasculares e diabetes *mellitus* tipo 2. [16]

Santos *et al* (2006) relaciona dietas com alimentos de alto índice glicêmico à resistência de insulina, obesidade e diabetes tipo 2. Tais problemas podem ser minimizados se a digestão e absorção de carboidratos for lenta, despertando assim, o interesse pelo índice glicêmico dos alimentos. [16]

A Figura 2.4 mostra um gráfico comparando a velocidade de absorção da glicose no sangue, de um alimento com baixo índice glicêmico (em azul) e de alto índice glicêmico (em vermelho). Como podemos notar, o alimento com alto índice glicêmico impacta com maior velocidade na glicose do sangue. Para pacientes diabéticos, isso não é interessante. A insulina deve ser injetada e precisa de um tempo para começar o efeito, durante esse tempo entre o começo do efeito da insulina e a absorção pode ocorrer hiperglicemia. Por isso, a recomendação de alimentos saudáveis, e em geral com baixo índice glicêmico.

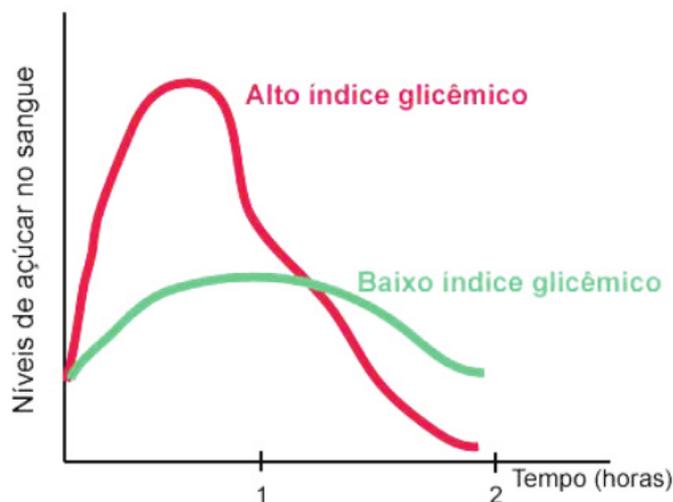


Figura 2.4: Comparação índice glicêmico e velocidade de absorção no sangue.  
Figura adaptada de [12]

## 2.2 Tecnologia da informação na área da saúde

Sistemas de informação em saúde (SIS) podem ser definidos como um conjunto de componentes relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem a informação para apoiar o processo de tomada de decisão. [5]

Morais et al (2012) desenvolveram um estudo, onde aplicaram um modelo inteligente de apoio ao diagnóstico de pacientes com asma. O modelo utiliza 40 questões que foram selecionadas por profissionais da área da saúde. As questões envolvem sintomas e detalhes relacionados a asma e são respondidas através de um dispositivo móvel. Como resultado, o modelo sugere o diagnóstico para asma com taxa de 91,61% de acerto. [7]

Fazendo uso de redes neurais artificiais, Dorileo *et al* (2006) apresentaram um sistema inteligente que ajuda a identificar casos de psoríase. Psoríase é uma doença de pele crônica, inflamatória, não contagiosa, com incidência genética em cerca de 30% dos casos. O trabalho desenvolvido auxilia a identificação da psoríase subclínica, que potencialmente pode desenvolver para psoríase. Foram distribuídos 100 questionários para pacientes com psoríase e seus dados para servir de entrada na Rede Neural Artificial (RNA), que posteriormente foi treinada e em casos de teste classificou corretamente 62% dos exemplos. [19]

A tecnologia atual, permite que a informação seja tratada de forma eficaz, rápida e precisa. É de extrema importância que as organizações da saúde revisem e ajustem suas práticas gerenciais para identificar e desenvolver estratégias que melhor se relacionem com todos os seus públicos. E é crucial que as organizações saibam utilizar as ferramentas oriundas da tecnologia da informação, com o fim de obter melhores resultados com seus clientes. [1]

## 2.3 Sistema Especialista

Um sistema especialista pode ser descrito de várias maneiras. O mais comum é um software que imita o raciocínio dedutivo ou indutivo de um humano especialista. Um sistema especialista precisa de um conjunto de regras e fatos sobre uma área, e conseguir gerar inferências a partir destas regras e fatos. [18]

Existe uma grande variedade de vantagens atribuídas a um sistema especialista quando comparado a um especialista humano, entre elas a facilidade de documentação, facilidade de acesso para múltiplos locais, aumento da consistência na tomada de decisões e baixo custo. [18]

O coração de um sistema especialista é a grande quantidade de conhecimento adicionada em sua construção. Esse conhecimento é explícito e organizado para simplificar a tomada de decisão. Geralmente o conhecimento do sistema especialista pode ser dividido em duas estruturas fundamentais: um modelo conceitual bem definido e um corpo de dados para servir de base à tomada de decisão. [18]

Um dos primeiros sistemas especialistas utilizados na área de saúde foi desenvolvido por pelo Dr. Edward Shortliffe, da Universidade de Stanford, EUA na década de 70. O sistema realizava recomendações de antibióticos em casos de meningite, com base nas características da infecção e com os dados clínicos do paciente, tais como local da infecção, sinais, sintomas. [13]

Thylefors *et al* (1987) desenvolveram um sistema especialista capaz de identificar casos de tracoma. Para isso o sistema usa alguns valores chave para realizar a análise e propor uma classificação de doença. Como conclusão, notam que pessoas menos experientes são capazes de diagnosticar a doença, melhorando de uma forma geral o tratamento e reduzindo os casos de cegueira. [17]

## 2.4 Sistemas semelhantes

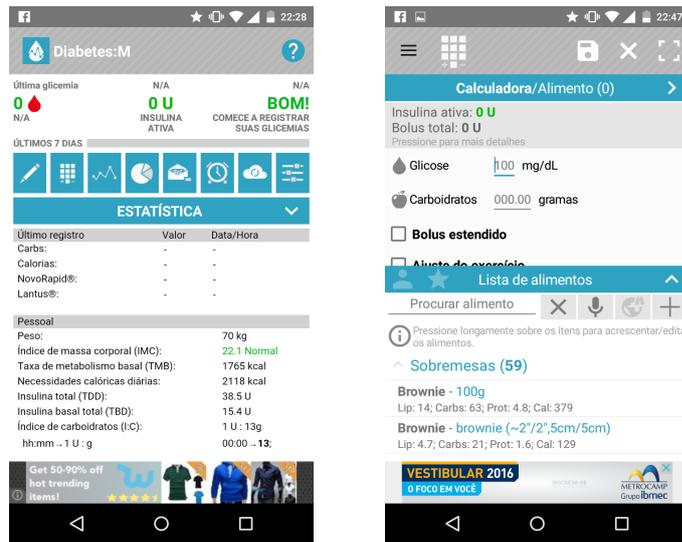
Coelho *et al* (2012) desenvolveram um sistema especialista que realiza o atendimento nutricional de pacientes diabéticos cuja terapia nutricional é a contagem de carboidratos. Com ajuda de dados da literatura e contato com profissionais da saúde, foi possível sistematizar o processo de consulta nutricional. Na primeira consulta são coletados dados necessários para a avaliação nutricional e prescrição do plano alimentar, sendo eles: idade, sexo, atividade física, índice de massa corporal, número de refeições ao dia, quantidade de escolhas de carboidratos. Baseado nos dados coletados, o sistema através do uso de inteligência artificial auxilia no diagnóstico nutricional, elaborando a prescrição dietética utilizando contagem de carboidratos. A segunda consulta, tem objetivo de verificar os exa-

mes de auto-monitorização da glicemia do sangue, a fim de propor ajustes no plano alimentar do paciente, caso for necessário. [6]

Reinicke *et al* (2013) realizaram uma pesquisa com o objetivo de identificar a viabilidade da utilização de um aplicativo para auxiliar no monitoramento da *Diabetes Mellitus*. Aplicaram 210 questionários dentro da universidade abordando assuntos como conhecimento da doença, formas de tratamentos e sobre a utilização de tecnologia da informação no auxílio do tratamento. Destes 123 responderam que utilizariam um aplicativo como auxílio do tratamento. [14]

Baldo *et al* (2015) mostram a importância do cumprimento de uma dieta alimentar adequada, o conhecimento do perfil nutricional e a adesão ao tratamento de diabéticos tornam-se revelantes para melhorar a qualidade de vida e reduzir os custos com a saúde. Para isso, eles apresentam um aplicativo chamado *Diabetes Food Control*, que foi concebido para avaliar marcadores do consumo alimentar de pacientes diabéticos, baseado em um questionário validado. O aplicativo foi avaliado por especialistas da área da nutrição e os resultados identificaram uma aceitação satisfatória do aplicativo, principalmente por sua praticidade, facilidade e agilidade na realização de coletas de dados, frente aos métodos tradicionais em papel. [3]

Alguns aplicativos disponíveis possuem funções semelhantes ao proposto neste trabalho de conclusão de curso. Por exemplo *Diabetes:M*, disponível na *Google Play*, possui funções semelhantes como contagem de carboidratos e cálculo de insulina. Porém este aplicativo possui uma interface gráfica de difícil uso e não possui sistema de sugestões alimentares, levando em consideração o público que usará esse tipo de aplicação. Abaixo na Figura 2.3 são exibidas as principais telas do aplicativo.

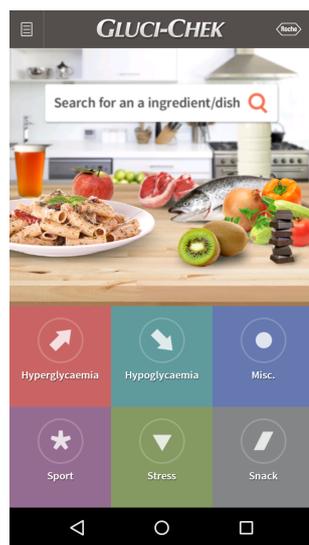
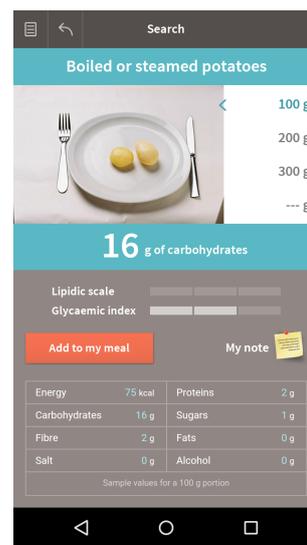
(a) *Diabetes M.* tela inicial(b) *Diabetes M.* tela de contagem de carboidratosFigura 2.5: Aplicativo *Diabetes M.*

Uma outra opção é o aplicativo *Contagem de Carboidratos* disponível também na *Google Play*, a versão grátis desse aplicativo é muito restrita, possui a principal função de contagem de carboidratos, sem nenhum diferencial. Como mostra a Figura 2.4.



Figura 2.6: Aplicativo Contagem de Carboidratos.

Um aplicativo interessante é um chamado *Gluci-Check*, produzido pela *Roche Diagnostics France*. A *Roche* é uma marca conhecida no mercado do tratamento de diabetes, famosa por produzir aparelhos para monitoramento da glicemia. O aplicativo proposto pela marca é bonito, e bem completo. Este porém também possui uma interface gráfica complexa, e não possui as sugestões de alimentos com base no índice glicêmico. Como mostra a Figura 2.5

(a) *Gluci-Check* tela inicial(b) *Gluci-Check* tela de contagem de carboidratosFigura 2.7: Aplicativo *Gluci-Check*.



# 3

## Modelagem proposta

*Este capítulo apresenta a modelagem proposta utilizada para a implementação sugestão de alimentos. A seção 3.1 descreve as considerações iniciais, a seção 3.2 mostra o sistema especialista proposto, a seção 3.3 especifica a base de conhecimento, a seção 3.4 detalha o funcionamento da máquina de inferência e a seção 3.5 caracteriza a proposta da principal funcionalidade do aplicativo.*

### 3.1 Considerações iniciais

É de extrema importância ao diabético o controle da glicemia do sangue. Manter o controle da glicemia faz com que o diabético possa levar uma vida normal, além de evitar uma série de problemas causados por longos períodos de hiperglicemia. Para obter sucesso na maioria dos tratamentos, é muito importante que o paciente faça exercícios físicos regularmente e tenha uma alimentação saudável. Nesse contexto, a proposta deste trabalho é a implementação de um aplicativo que, auxilie na contagem de carboidratos, no cálculo de insulina e faça sugestões de alimentos saudáveis. Para sugerir alimentos o aplicativo utiliza um sistema especialista que obtém soluções para um determinado caso analisando as variáveis do problema e comparando-as com uma base de dados, populada por um especialista humano. Dessa forma, o aplicativo propõe ao paciente diabético maior facilidade, controle e hábitos saudáveis no dia a dia. Abaixo o funcionamento do sistema especialista será detalhado.

### 3.2 Sistema especialista para sugestão de alimentos com base no índice glicêmico

O modelo de sugestões inteligentes de alimentos é proposto como uma das principais funcionalidades do aplicativo. O funcionamento consiste em obter uma

lista de sugestões de alimentos dependendo do alimento escolhido, usando como base o índice glicêmico dos alimentos. Essa sugestão pode ser indicada para a atual ou para a próxima refeição. O paciente pode ou não aceitar a sugestão, caso ele aceite o cálculo de carboidratos e insulina é refeito.

O modelo funciona da seguinte maneira: ao utilizar o aplicativo para realizar a contagem de carboidratos de uma refeição, o paciente insere os alimentos que acabou de consumir. Esses alimentos estão cadastrados no banco de dados e alguns deles possuem uma lista de sugestões. A cada alimento inserido, as listas de sugestões são concatenadas. Ao final da contagem, o modelo sugere 3 alimentos, dois deles com base nas últimas escolhas do paciente, o outro sempre diferente é escolhido na lista de sugestões.

A Figura 3.1 apresenta o funcionamento do sistema especialista. Este recebe um alimento como entrada que é enviado a uma máquina de inferência, que por sua vez consulta uma base de dados que foi construída através de regras e contém as informações sobre as sugestões, resultando uma lista de sugestões.

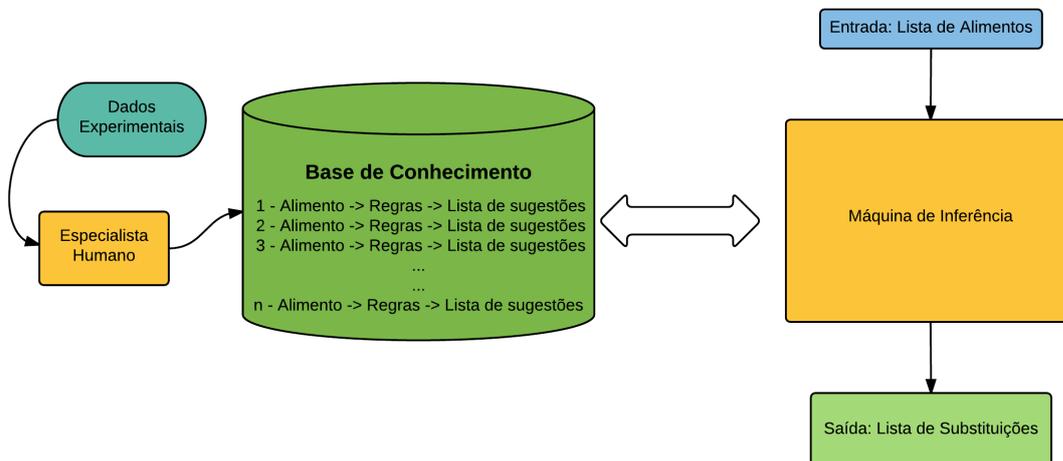


Figura 3.1: Esquema do sistema especialista proposto.

### 3.3 Base de conhecimento

A base de conhecimento utilizada pela máquina de inferência segue um modelo de regras simples para os dados. Para cada alimento com um determinado índice glicêmico, existe uma lista de sugestões com menor índice glicêmico. A base de conhecimento foi criada por especialistas na área, nutricionistas no caso. Estes profissionais possuem o conhecimento e técnica adequada para propor sugestões de alimentos que possam melhorar a qualidade da refeição. A Figura 3.2 representa o modelo utilizado para geração da base de conhecimento. A partir de dados experimentais, os especialistas podem propor sugestões para alimentação e estas sugestões são organizadas na base de conhecimento. Basicamente as regras para criação incluem uma substituição saudável, com menor índice glicêmico e que se encaixe no contexto da refeição atual.

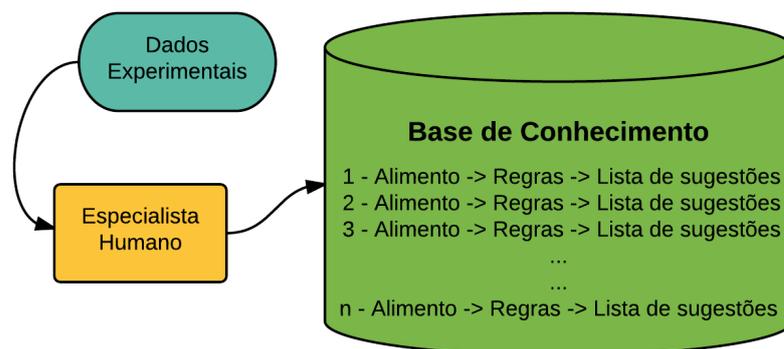


Figura 3.2: Geração da base de conhecimento.

A Tabela 3.1 representa o modelo de dados proposto pelos especialistas, a coluna à esquerda contém os alimentos e a coluna à direita sugestões.

### 3.4 Máquina de inferência

A máquina de inferência tem como objetivo resolver quais sugestões devem ser escolhidas. A pesquisa é feita de acordo com as entradas, para cada entrada

existe uma lista de sugestões na base de conhecimento.

Quando a máquina de inferência é utilizada pela primeira vez, ela não possui dados sobre as escolhas do usuário. Nesse caso, serão retornadas 3 sugestões aleatórias dentre as sugestões de todos os alimentos. Nesse momento o usuário deve aceitar ou não a sugestão, no caso do usuário aceitar, a escolha é armazenada. Assim na próxima execução, a máquina tem informação sobre os alimentos preferidos do usuário, e retorna 2 sugestões de acordo com as preferências e 1 sugestão fora desse padrão.

A Figura 3.3 abaixo, mostra o esquema geral do sistema especialista, destacando o uso da máquina de inferência.

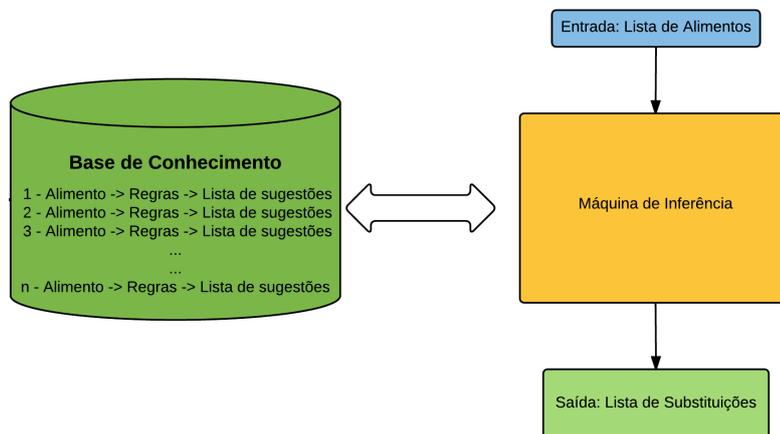


Figura 3.3: Esquema geral do sistema especialista.

Tabela 3.1: Exemplo de alimentos e suas sugestões.

Alimento	Sugestões
Arroz	- Arroz integral - Arroz 7 grãos - Arroz branco com linhaça dourada
Feijão	- Incorporar Biomassa de banana verde
Pães	- Pães integrais - Pão de inhame
Preparação com molhos	- Incorporar Biomassa de banana verde
Batata	- Batata doce - Cará - Inhame
Carnes	- Utilizar temperos naturais
...	...
...	...
...	...

Abaixo o Algoritmo 1 representa o pseudocódigo da máquina de inferência. Para cada alimento, a máquina retorna a lista de sugestões. Estas são organizadas por preferências do usuário. A função *Calcular sugestões* é responsável por escolher 2 sugestões de acordo com as preferências e 1 sugestão diferente e não repetida.

---

**Algoritmo 1: GERAR SUGESTÕES**


---

**Entrada:** Lista de alimentos

**Saída:** Lista de sugestões

```

1 início
2   para cada alimento  $\in$  entrada faça
3      $sugestoes \leftarrow$ 
4       BUSCA ALIMENTO NA BASE DE CONHECIMENTO(alimento)
5     fim
6   CALCULAR SUGESTÕES(sugestoes)
7 retorna sugestoes

```

---

### 3.5 Aplicativo proposto

A Figura 3.4 apresenta um fluxograma geral do funcionamento do modelo de sugestões junto a funcionalidade de contagem de carboidratos. Para realizar a contagem de carboidratos o primeiro passo é a escolha dos alimentos. No ato da escolha o sistema adiciona o alimento escolhido na lista de consumidos, caso haja alimento substituto, o sistema adiciona os substitutos em uma outra lista. Enquanto o usuário inserir alimentos novos, o sistema realiza estes passos. Ao pressionar o botão para realizar a contagem, o sistema exibe as informações sobre a contagem e a quantidade de insulina, logo após ele verifica a lista de substitutos e mostra 3 sugestões. Após o usuário escolher se aceita ou não a sugestão, o sistema salva a sua escolha e finaliza esta etapa.

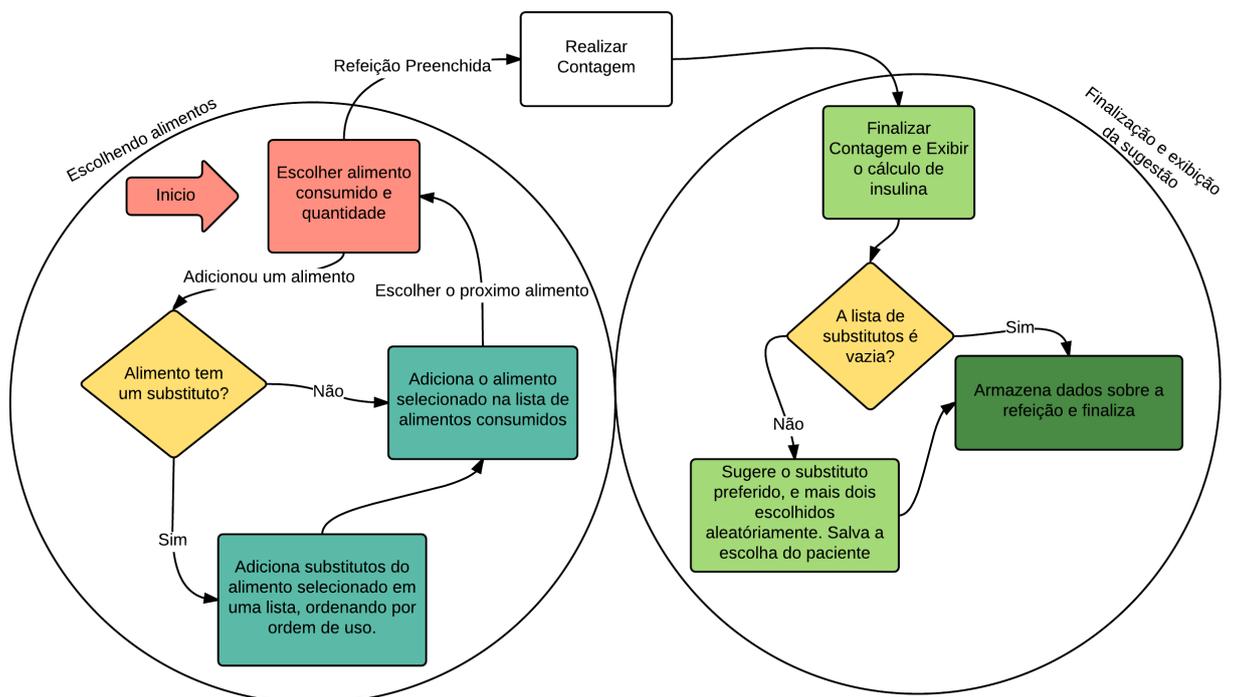


Figura 3.4: Fluxograma funcionamento geral das sugestões dentro do contexto da contagem de carboidratos.



# 4

## Resultados obtidos

*Este capítulo apresenta o desenvolvimento do aplicativo, requisitos e modelagem de banco de dados. Ao final, serão apresentadas as telas do sistema. A seção 4.1 descreve a lógica de funcionamento do aplicativo. A seção 4.2 apresenta um fluxograma geral do funcionamento e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento. A seção 4.3 enumera os requisitos do sistema. A seção 4.4 apresenta o diagrama de entidade relacionamento do aplicativo. Por fim, a seção 4.5 apresenta as telas do aplicativo e a seção 4.6 contém os resultados e discussões sobre o desenvolvimento.*

### 4.1 Lógica de funcionamento

A proposta deste trabalho foi a implementação de um sistema especialista capaz de realizar contagem de carboidratos da alimentação de um paciente diabético. O sistema deve sugerir, com base na contagem de carboidratos, uma quantidade de insulina necessária para que os carboidratos ingeridos sejam metabolizados. E deve sugerir também, com base nos alimentos, outros alimentos com menores índice glicêmico.

### 4.2 Fluxograma geral

A Figura 4.1 exibe o fluxograma geral do sistema. Ao abrir o sistema pela primeira vez ele solicita o cadastro do usuário e suas informações médicas. Depois disso ele está pronto para uso. Ao inserir alimentos para contagem, o sistema especialista sugere os alimentos e armazena as preferências.

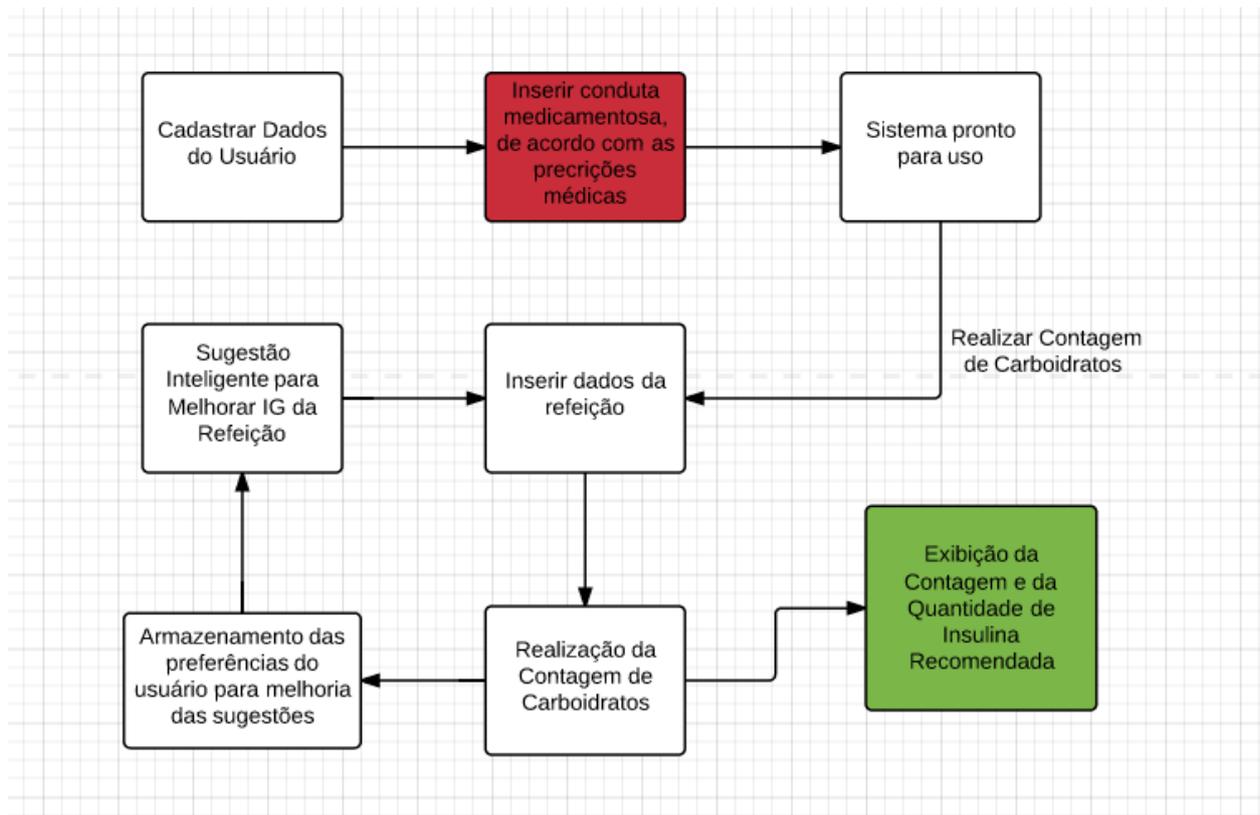


Figura 4.1: Fluxograma geral do funcionamento do aplicativo.

### 4.2.1 Ferramentas utilizadas

- Foi utilizado a linguagem Java para desenvolvimento do aplicativo. Esta é a linguagem nativa da plataforma Android.
- Para a persistência dos dados, foi utilizado o banco de dados SQLite, também uma ferramenta nativa.
- A criptografia do banco de dados foi feita através do uso de uma biblioteca chamada SQLCipher.
- O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) utilizado foi o Android Studio, ferramenta recomendada pela Google para o desenvolvimento de aplicativos para Android.

## 4.3 Requisitos

### 4.3.1 Requisitos Funcionais

Requisito funcional define uma função de um sistema de software. Uma função é descrita como um conjunto de entradas, seu comportamento e as saídas. Abaixo na Tabela 4.1 os requisitos funcionais do aplicativo e suas descrições são listados.

Tabela 4.1: Requisitos funcionais do aplicativo.

	Descrição do Requisito
RF1	O aplicativo deve permitir o cadastro do paciente, com seus dados pessoais.
RF2	O aplicativo deve cadastrar/apagar/editar novos alimentos, permitindo uso de medidas caseiras.
RF3	O aplicativo deve exibir uma lista global com todos alimentos cadastrados e suas características.
RF4	O aplicativo deve exibir dados sobre o uso de insulina, consumo de carboidratos, e gerar estatísticas para serem exibidas na tela inicial.
RF5	O aplicativo deve realizar contagem de carboidratos dos alimentos selecionados.
RF6	O aplicativo deve sugerir quantidade de insulina com base nos carboidratos contados.
RF7	O aplicativo deve sugerir alimentos com base no índice glicêmico dos alimentos selecionados para contagem.
RF8	O aplicativo deve salvar os dados referentes à alimentação e uso de insulina.

### 4.3.2 Requisitos Não Funcionais

Requisito não funcional geralmente está relacionado ao uso da aplicação em termos de desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança, disponibilidade, facilidade de manutenção. A baixo na Tabela 4.2 os requisitos não funcionais do aplicativo e suas descrições são listados.

Tabela 4.2: Requisitos não funcionais do aplicativo.

	Descrição do Requisito
RNF1	O aplicativo deve ser extremamente fácil de usar, devido ao público alvo e pela questão da repetição do uso a cada refeição.
RNF2	O aplicativo deve apresentar um bom desempenho.
RNF3	O aplicativo deve se ajustar à diferentes dispositivos e tamanhos de tela.
RNF4	O aplicativo deve rodar na maioria das versões do Sistema Operacional Android.

## 4.4 Diagrama de entidade relacionamento

O diagrama entidade relacionamento é um modelo que na forma de diagramas, descreve o modelo de dados de um sistema com alto nível de abstração. Este é a principal representação gráfica do modelo de entidades e relacionamentos. Ele é utilizado para representar graficamente várias tabelas de um banco de dados, destacando suas relações e tipos de dados.

A Figura 4.2 abaixo contém o diagrama entidade relacionamento do aplicativo, as tabelas detalhadas estão no Apêndice A.1.

- A tabela `food_specifications` é responsável por armazenar todas as informações sobre um alimento.
- A tabela `user` armazena os dados do usuário.
- A tabela `type_of_measure_household` armazena os tipos de medidas caseiras.
- A tabela `replacements` armazena as substituições de um alimento.
- A tabela `history_of_count` armazena os históricos de alimentação.
- A tabela `type_of_meal` armazena os tipos de refeições.

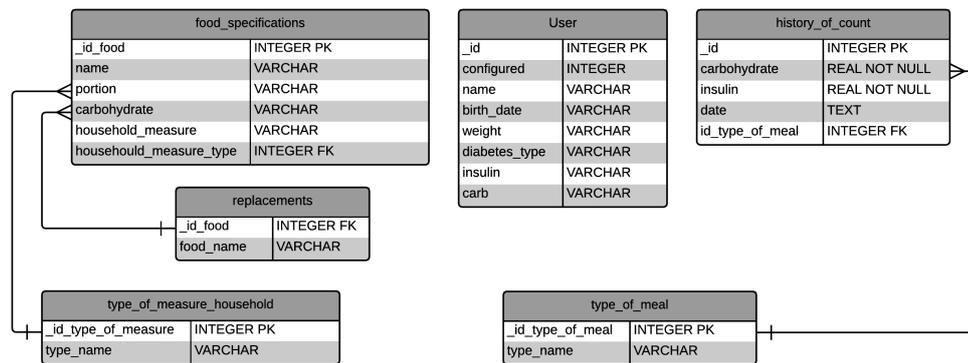
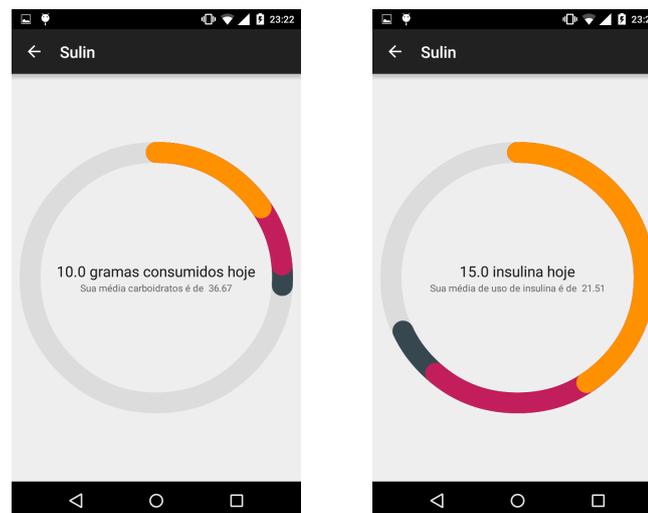


Figura 4.2: Diagrama entidade relacionamento.

## 4.5 Aplicativo Sulin

Nesta seção, é apresentado o resultado final da implementação, telas e funcionalidades.



(a) Grafico com uso médio de insulina e uso do dia atual

(b) Grafico com consumo médio de carboidratos e consumo do dia atual

Figura 4.3: Tela inicial do aplicativo.

Na primeira execução do aplicativo, um formulário (Figura 4.4) é exibido solicitando alguns dados do paciente, entre eles a relação carboidrato por insulina, valor essencial para a realização dos cálculos.

Informe os dados abaixo

Nome

Data de Nascimento (XX/XX/XXXX)

Peso (kg)

**Informações Médicas**

Insulina (unidades)

Carboidratos (g)

**Tipo Diabetes**

Tipo I  Tipo II

SALVAR

Figura 4.4: Tela de cadastro do paciente.

A Figura 4.5 exibe a tela de cadastro de alimentos. Uma questão importante é a funcionalidade de suportar medidas caseiras, para facilitar o uso do aplicativo pelo paciente no dia a dia.

Sulin

**Cadastrar Alimento**

Nome

Carboidratos por porção

Porção (g)

Medidas Caseiras

Sulin

Nome

Arroz Integral

Carboidratos por porção

5

Porção (g)

20

Medidas Caseiras

1 Colher de Sopa

SALVAR

(a) Cadastro de novos alimentos

(b) Cadastrando Alimentos

Figura 4.5: Cadastro de alimentos.

A Figura 4.6 exibe a lista de alimentos cadastrados, os detalhes de cada alimento e o gerenciamento de um alimento.

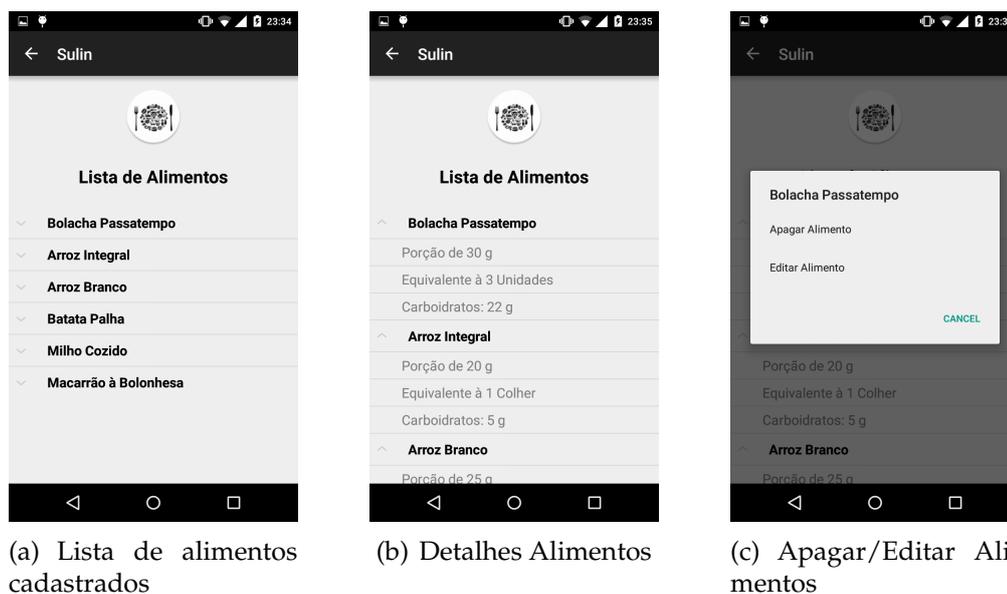
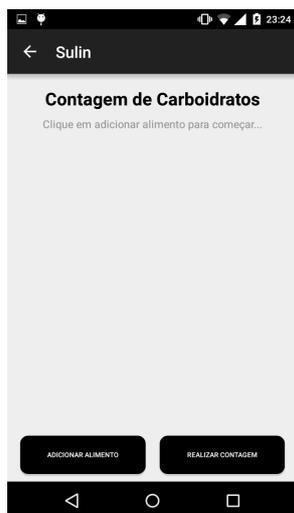


Figura 4.6: Lista de alimentos.

A Figura 4.7 exibe as telas de uma das principais funcionalidades do aplicativo, a contagem de carboidratos. A Figura (a) representa a tela com a lista de alimentos consumidos, que no início está vazia. Essa lista será preenchida com os dados informados nas próximas telas. A Figura (b) representa a tela de escolha de alimentos. Um dos alimentos deverá ser escolhido no dialogo aberto, para que então a quantidade seja informada em gramas ou na medida caseira que o alimento foi cadastrado, como é ilustrado nas Figuras (c) e (d) respectivamente. A Figura (e) exibe a lista de alimentos consumidos após a inserção de alguns alimentos. E finalizando, a Figura (f) mostra o término do processo e exibição da quantidade de insulina calculada a partir da contagem de carboidratos.



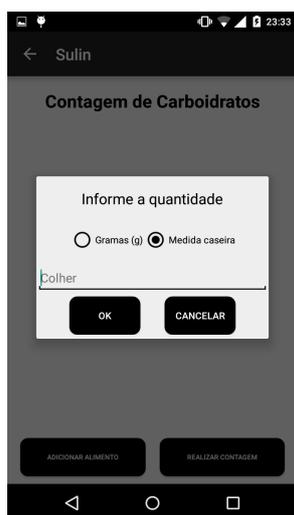
(a) Tela inicial contagem



(b) Adicionando alimentos



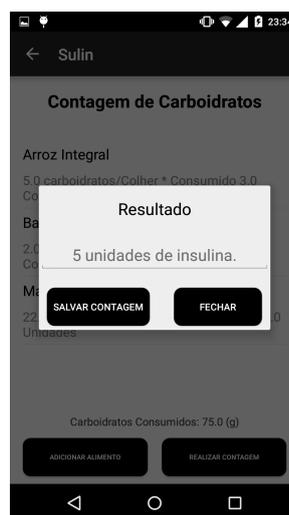
(c) Informando a quantidade em gramas



(d) Informando a quantidade em medidas caseiras



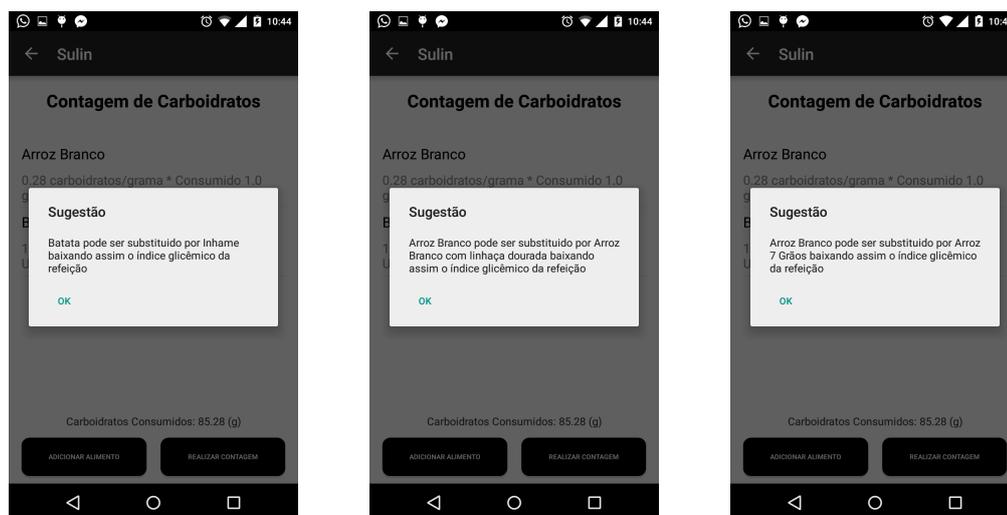
(e) Alimentos e quantidades informadas, a quantidade consumida exibida na parte inferior



(f) Exibição do cálculo de insulina

Figura 4.7: Contagem de carboidratos.

A Figura 4.8 exibe a sugestão de alimentos, após a contagem de carboidratos.



(a) Lista de alimentos cadastrados

(b) Detalhes Alimentos

(c) Apagar/Editar Alimentos

Figura 4.8: Sugestões de alimentos.

## 4.6 Resultados e Discussões

O resultado deste projeto foi a construção de um aplicativo protótipo, atendendo todos os requisitos funcionais primeiramente. O próximo passo deste projeto é estudar detalhes de interface gráfica com o usuário, e manter o funcionamento o mais simples e usual possível. Serão adicionados vários alimentos pré-definidos, novos alimentos nas sugestões e um manual explicativo sobre o contagem de carboidratos para finalidade educativa. Uma bateria de testes deve ser executada com grande cuidado, pois dados e sugestões feitas pelo aplicativo devem ser confiáveis, sendo inadmissível erros por tratar diretamente com a saúde e bem estar dos usuários.

Este aplicativo quando utilizado no dia a dia, organiza e facilita a vida do portador de diabetes. A contagem de carboidratos e sugestão de insulina trazem confiança e precisão, reduzindo os possíveis erros humanos. A sugestão de alimentos, ajuda o paciente a manter uma dieta saudável, auxiliando assim no tratamento da diabetes e propondo uma melhoria na qualidade de vida do usuário.

Existem poucas opções no mercado de aplicativos relacionados à este, os pou-

cos que existem são pagos e difíceis de usar. Dessa forma o aplicativo proposto desponta como uma alternativa interessante e grátis para essa finalidade. Assim a proposta de lançamento esta sendo estudada para *Google Play* e futuramente para o *iTunes*.

# 5

## Conclusões

*Este capítulo apresenta as considerações finais, a conclusão e recomendações para trabalhos futuros.*

### 5.1 Considerações finais

A era da informação têm aumentado a visibilidade do uso de tecnologias para resolução de problemas em geral, e principalmente problemas do dia a dia. Para pacientes diabéticos que realizam contagem de carboidratos um aplicativo para dispositivos móveis, auxiliará seu dia a dia. Papel, caneta, calculadora e anotações serão substituídas por um aplicativo que automatiza todo o processo, desde o armazenamento das informações, organização, até o cálculo final.

A modelagem proposta para sugestões de alimentos reúne conhecimentos de especialistas na área da saúde, funciona de maneira simples e eficaz. Deste modo o aplicativo irá propor uma alimentação saudável, que auxiliará a baixar o índice glicêmico das refeições. A contagem de carboidratos e sugestão no cálculo da quantidade de insulina irá auxiliar o controle da glicemia. A junção de ambos, seguindo as devidas orientações médicas e hábitos saudáveis, irão propor ao usuário maior facilidade, precisão, organização no tratamento do diabetes e conseqüentemente proporcionará uma melhoria no tratamento, alcançando desta forma os objetivos deste trabalho.

### 5.2 Trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, é sugerido a adição de algumas funcionalidades importantes no tratamento de um paciente diabético e algumas importantes para facilitar o uso do aplicativo.

- Diário com os dados de coletas de glicemia do sangue. Com todos os dados anotados no aplicativo, é possível fazer um paralelo entre a quantidade de carboidratos consumida, insulina utilizada e glicemia do sangue em certos horários estratégicos. Auxiliando um médico, por exemplo, a ajustar o fator insulina/carboidrato de um paciente observando essas informações.
- Uma versão para uso do médico. O médico com todas as informações do paciente em seu computador, geradas e enviadas através do aplicativo. Com essas informações o paciente, que geralmente anota e leva, terá tudo isso feito de maneira automática e precisa.
- Uso de estatísticas para exibir informações sobre o uso de insulina, consumo de carboidratos, valores de glicemia do sangue, entre outras métricas.
- Implementação de um servidor com alimentos pré-definidos para que possam baixados pelo paciente, conforme seu uso.
- Leitura de códigos de barra ou *qr codes*, para que o aplicativo seja capaz que identificar a embalagem de um alimento, baixar de um servidor as informações nutricionais do mesmo.
- Melhorar o sistema especialista para sugerir alimentos considerando outros fatores, além de hábitos alimentares. Como por exemplo necessidades nutricionais em função da idade, atividade física exercida, entre outras opções.
- Propor um sistema de lembretes, para alertar o usuário horários que ele costuma se alimentar e fazer uso de insulina.

# Referências Bibliográficas

- [1] Gilberto Wildberger de Almeida and Ricardo Coutinho Mello. Uso de novas tecnologias de informação por profissionais da Área da saúde na bahia. *Revista de Administração Contemporânea*, 8:9 – 27, 09 2004.
- [2] The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The relationship of glycemic exposure (hba1c) to the risk of development and progression of retinopathy in the diabetes control and complications trial. *Diabetes*, 44(8):968–983, 1995.
- [3] Vanessa Ramos Kirsten Ana Carolina Bertoletti De Marchi Cristiano Baldo, Maria Cristina Zanchim. Diabetes food control – um aplicativo móvel para avaliação do consumo alimentar de pacientes diabéticos. *RECIIS – Rev Electron de Comun Inf Inov Saúde*, 2015.
- [4] Bianca da Silva Oliveira and Simone Côrtes Coelho. Contagem de carboidratos aplicado ao planejamento nutricional de pacientes com diabetes melittus. *Nutrição Clínica*, 27(4):273–9, 2012.
- [5] Heimar de Fátima Marin. Sistemas de informação em saúde: considerações gerais. *Journal of Health Informatics*, 2(1), 2010.
- [6] Silva Dias, Andreia Malucelli, Deise Regina Baptista, and Marcos Augusto Hochuli Shmeil. Sistema especialista probabilístico para o manejo nutricional de pacientes diabéticos.
- [7] Júlio Venâncio de Menezes Júnior Cristine Martins Gomes de Gusmão Dyego Carlos Sales de Moraes, Bruno Carlos Sales de Moraes. Sistema móvel de apoio a decisão médica aplicado ao diagnóstico de asma – intelimed. *VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2012) Trilhas Técnicas*.

- [8] SANDRA J GILLESPIE, KARMEEN D KULKARNI, and ANNE E DALY. Using carbohydrate counting in diabetes clinical practice. *Journal of the American Dietetic Association*, 98(8):897 – 905, 1998.
- [9] Jacqueline Gomes. Carbohydrate counting basics. *Jornal Insulin*, Volume 3(2):117 – 118, 2008.
- [10] S. R.; PISTROSCH F HANEFELD, M.; BORNSTEIN. Shifting the disease management paradigm from glucose: what are the cons? *Diabetes Care*, 2009.
- [11] LÍLIAN L.; HISSA Miguel Nasser HISSA, Ana Sofia Rocha; ALBUQUERQUE. Avaliação do grau de satisfação da contagem de carboidratos em diabetes mellitus tipo 1. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 48:394 – 397, 06 2004.
- [12] Rodrigo Nunes Lamounier, Débora Bohnen Guimarães, and ML CONSOLI. Manual de contagem de carboidratos. *Belo Horizonte: Centro de Diabetes de Belo Horizonte*, 2010.
- [13] Maria Helena Baena de Moraes Lopes, Heimar de Fátima Marin, Neli Regina Siqueira Ortega, and Eduardo Massad. The use of expert systems on the differential diagnosis of urinary incontinence. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 43:704 – 710, 09 2009.
- [14] Douglas Felipe Hoss Gustavo Carletto Eliana Vogel Jaeger Matheus Reinicke, Maciel Hogenn. A utilização de tecnologias no auxílio ao tratamento de diabetes mellitus: um estudo realizado com acadêmicos do centro de educação do alto do vale do itajaí. *Revista Eletrônica do Alto Vale do Itajaí*, 2013.
- [15] Diabetes Mellitus. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care*, 28:S37, 2005.
- [16] Cláudia Roberta Bocca Santos, Emilson Souza Portella, Sonia Silva Avila, and Eliane de Abreu Soares. Fatores dietéticos na prevenção e tratamento de comorbidades associadas à síndrome metabólica. *Revista de Nutrição*, 19:389 – 401, 06 2006.

- [17] B. Thylefors, C.R. Dawson, B.R. Jones, S.K. West, and H.R. Taylor. A simple system for the assessment of trachoma and its complications. 1987.
- [18] Wayne F Velicer, James O Prochaska, Jeffrey M Bellis, Carlo C DiClemente, Joseph S Rossi, Joseph L Fava, and James H Steiger. An expert system intervention for smoking cessation. *Addictive behaviors*, 18(3):269–290, 1993.
- [19] Renato Tinós Éderson A. G. Dorileo, Ana M. F. Roselino. Sistema baseado em redes neurais artificiais para auxílio à identificação da psoríase subclínica. *Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, 2006.



# A

## Anexos

### A.1 Dicionário de dados

Nesta seção é apresentado o dicionário de dados, uma lista com todas as tabelas presentes no banco de dados e uma breve descrição.

Tabela A.1: food\_specifications

Campo	Tipo	Descrição
_id_food	Integer Primary Key	Chave primária da tabela
name	Varchar	Nome do alimento
portion	Varchar	Porção em gramas do alimento
carbohydrate	Varchar	Gramas de carboidratos
household_measure	Varchar	Quantidade em medida caseira
household_measure_type	Integer FK	Chave estrangeira para tabela type_of_measure_household

Tabela A.2: user

Campo	Tipo	Descrição
_id	Integer Primary Key	Chave primária da tabela
configured	Integer	Flag que marca se usuário já esta cadastrado
name	Varchar	Nome do usuário
birth_date	Varchar	Data de nascimento
weight	Varchar	Peso
diabetes_type	Varchar	Flag que contém o tipo de diabetes
insulin	Varchar	Quantidade de insulina
carb	Varchar	Quantidade de carboidratos

Tabela A.3: history\_of\_count

Campo	Tipo	Descrição
_id	Integer Primary Key	Chave primária da tabela
carbohydrate	Real Not Null	Carboidratos consumidos na refeição a ser salva
insulin	Real Not Null	Quantidade de insulina recomendada na refeição a ser salva
date	Varchar	Data da refeição
id_type_of_meal	Integer FK	Chave estrangeira para a tabela type_of_meal

Tabela A.4: type\_of\_meal

Campo	Tipo	Descrição
_id_type_of_meal	Integer Primary Key	Chave primária da tabela
type_name	Varchar	Nome do tipo de refeição (Almoço, jantar, etc)

Tabela A.5: type\_of\_measure\_household

Campo	Tipo	Descrição
_id_type_of_measure	Integer Primary Key	Chave primária da tabela
type_name	Varchar	Nome da medida caseira

Tabela A.6: replacements

Campo	Tipo	Descrição
_id_food	Integer FK	Chave estrangeira para tabela food_specifications
food_name	Varchar	Nome da substituição