



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Doce Desafio - Aplicativo para Dispositivos Móveis para o Controle e a Monitorização do Diabetes Tipo 1

Edison Moreira de Carvalho
Jair Rodrigues Fernandes

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Aletéia Patrícia Favacho de Araújo

Coorientadora

Prof.^a Dr.^a Jane Dullius

Brasília

2013

Universidade de Brasília — UnB
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Curso de Computação — Licenciatura

Coordenador: Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano

Banca examinadora composta por:

Prof.^a Dr.^a Aletéia Patrícia Favacho de Araújo (Orientadora) — CIC/UnB
Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano — CIC/UnB
Prof.^a Dr.^a Marina Kiyomi Ito — NUT/UnB

CIP — Catalogação Internacional na Publicação

Carvalho, Edison Moreira de.

Doce Desafio - Aplicativo para Dispositivos Móveis para o Controle e a Monitorização do Diabetes Tipo 1 / Edison Moreira de Carvalho, Jair Rodrigues Fernandes. Brasília : UnB, 2013.

95 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

1. Android, 2. Aplicativo para dispositivos móveis, 3. Diabetes,
4. Tipo 1, 5. Smartphone

CDU 004.4

Endereço: Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro — Asa Norte
CEP 70910-900
Brasília-DF — Brasil



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Doce Desafio - Aplicativo para Dispositivos Móveis para o Controle e a Monitorização do Diabetes Tipo 1

Edison Moreira de Carvalho
Jair Rodrigues Fernandes

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Prof.^a Dr.^a Aletéia Patrícia Favacho de Araújo (Orientadora)
CIC/UnB

Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano Prof.^a Dr.^a Marina Kiyomi Ito
CIC/UnB NUT/UnB

Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano
Coordenador do Curso de Computação — Licenciatura

Brasília, 10 de dezembro de 2013

Dedicatória

Edison Moreira de Carvalho: Dedico este trabalho a minha família e amigos, que me deram todo apoio necessário para chegar até aqui. Dedico também a minha orientadora, Aletéia Patrícia, e a minha co-orientadora, Jane Dullius, por tornarem o caminho mais fácil de ser percorrido e pelo simples fato de estarem dispostas a ensinar.

Jair Rodrigues Fernandes: Dedico este trabalho a minha mãe, Maria Marlene, fonte de inspiração desde o início. Tendo adquirido diabetes em minha gestação e evoluindo o quadro, posteriormente, para diabetes tipo 2, lutou contra a doença por mais de 25 anos. Infelizmente não está presente para acompanhar a conclusão deste trabalho, mas onde estiver, estará muito feliz, pois não desistimos e, com esse projeto, poderemos ajudar muitas pessoas que sofrem da mesma doença.

Agradecimentos

Agradecemos a nossa orientadora, Aletéia Patrícia, pela motivação nas horas em que tudo parecia estar perdido, nas horas em que nos lamentamos e nos momentos em que de alguma forma, demonstramos total alegria, pela atenção e por todas as horas dedicadas a melhoria do nosso trabalho. A nossa co-orientadora, Jane Dullius, por ter movido montanhas para nos auxiliar a sempre seguir o melhor dos caminhos, por ter nos apresentado pessoas incríveis, que também fizeram parte deste trabalho, agradecemos ainda, por todas as suas palavras de motivação e admiração. Agradecemos a equipe da doutora Renata Santarém, que sempre nos recebeu de braços abertos e nos auxiliou em nossas dúvidas. Agradecemos a professora Marina Kiyomi, por ter sido o ponto de partida da proposta deste trabalho, e por apontar na direção em que deveríamos seguir.

Edison Moreira de Carvalho: Agradeço aos meus professores, amigos e familiares que me apoiaram nos momentos mais difíceis da realização deste trabalho. Agradeço a minha família, por me levantar a cada tropeço, por serem fortes quando eu fui fraco, por me fazer voltar a caminhar a cada parada, e por sempre estarem ao meu lado nessa jornada, mesmo nos momentos de maior dificuldade. Agradeço ao meu grande amigo e integrante deste trabalho, Jair Rodrigues, por ter seguido em frente e ao meu lado, diante de toda dificuldade pela qual tem passado este ano, por toda palavra de motivação que me fizeram, nos momentos de dúvidas e incertezas, acreditar que conseguiríamos atingir os nossos objetivos. Agradeço aos meus amigos Marcos Santos e Lourdes Menende, motivos da existência deste trabalho, por estarem presentes, desde o primeiro rascunho até a última linha de código digitada, por todos os conselhos que me fizeram chegar até aqui, por todas as sugestões e esforços para que eu atingisse a vitória. Agradeço a minha namorada, Tainá Menende, pela paciência nos momentos em que me ausentei, por me fazer ver que a melhor saída é sempre olhar para frente, por desejar o meu sucesso tanto quanto eu o desejo, por ouvir os meus lamentos e me convencer que estavam errados, por toda admiração e carinho que me fizeram querer conseguir. A todos os participantes desde trabalho, agradeço pelo apoio e torcida.

O nosso sucesso é o resultado da confiança e da força de cada um de vocês, obrigado.

Jair Rodrigues Fernandes: Antes de qualquer coisa agradeço a Deus, por ter sido um Pai presente, por me levantar em minhas quedas e me dar a força necessária para continuar, mesmo quando tudo parecia perdido. Agradeço a minha mãe, Maria Marlene, que até o último momento me deu o amor, a paz e o conforto de mãe, sem os quais eu não seria capaz de chegar até aqui. E hoje, mesmo ausente, seu amor ainda transborda em meu coração. Ela que foi a minha maior motivação para este trabalho e agora observa do alto o resultado. Agradeço ao meu pai, José Fernandes, pelo amor, pela paciência,

pelas lágrimas que derramamos juntos nos momentos de desespero, pelo ombro amigo quando tudo parecia desmoronar e ainda, por sempre acreditar em mim. Agradeço a mulher da minha vida, Luciana Amaral, por ser minha companheira e estar comigo em todos os momentos, felizes ou não, e me ajudar a superar todas as dificuldades que se colocaram em meu caminho. Agradeço aos meus colegas de trabalho, que tanto me apoiaram e ajudaram na conclusão deste trabalho. Agradeço aos familiares e amigos, por compreenderem minha ausência e pelos momentos de descontração que proporcionaram a mim, me fazendo esquecer, ao menos em parte, os problemas. Agradeço ainda a todos os professores que participaram da minha formação, pois sem eles esse êxito seria impossível. De modo especial, agradeço ao grande amigo e companheiro deste trabalho, Edison, que por muitas vezes me ajudou em momentos difíceis, além da paciência dedicada em minhas dificuldades e por sempre seguir em frente, me ajudando a não desistir. Agradeço aqueles que, mesmo não citados, de alguma forma contribuíram para a minha vida e formação acadêmica.

Resumo

O diabetes tipo 1 é uma doença causada, principalmente, pela deficiência na produção da insulina pelo pâncreas, causando o aumento exagerado do nível de açúcar no sangue. Nesses casos, a regulação dessas taxas de açúcar deve ser feita por meio de injeções de insulina. Assim, tratar a doença é algo que requer um monitoramento contínuo e cuidadoso, uma vez que se deve substituir uma ação que, normalmente, é gerenciada pelo próprio organismo. Nesse cenário, este trabalho propõe um aplicativo para dispositivos móveis que auxilie tanto os profissionais da saúde que atuam no tratamento da doença, quanto os próprios pacientes. Para a implementação, optou-se pelo sistema operacional Android a fim de garantir maior portabilidade para o aplicativo, chamado Doce Desafio, uma vez que esse é suportado por dispositivos de baixo custo e está disponível em aparelhos de diversas marcas e modelos. O aplicativo permite que o usuário informe os dados relevantes ao monitoramento do diabetes, como por exemplo, a medida da taxa de açúcar do sangue, a quantidade de insulina utilizada a cada aplicação, as atividades físicas realizadas e as refeições da sua dieta, além de contar com um mecanismo que sugere a quantidade de insulina corretiva que deve ser administrada antes ou depois de cada refeição. Os testes foram realizados com pacientes diabéticos do tipo 1, endocrinologistas, nutricionistas e profissionais em educação física. Os resultados mostraram que o programa atende às principais necessidades tanto dos pacientes quanto da equipe multiprofissional que os acompanham.

Palavras-chave: Android, Aplicativo para dispositivos móveis, Diabetes, Tipo 1, Smartphone

Abstract

Type 1 diabetes is a disease mainly caused by the lack of insulin production in pancreas, causing an exceeded increase of the blood sugar level. In these cases, the regulation of sugar levels must be realized by insulin injections. Therefore, treat this disease is something that requires continuous and careful monitoring, once it must replace an action that is usually measured by the owner's organism. Under this scenario, this work purposes an application to mobile devices that helps both health professionals that act in the treatment of the disease, and its patients. For implementation, we opted for the Android operational system in order to ensure more portability to the application, called Doce Desafio, once it is supported by low cost devices and it's available in several brands and models. The application allows the user to inform diabetes monitoring relevant data, such as the measure of blood sugar level, the amount of insulin used in each application, the physical activities performed and the meals of the patient's diet; besides, it has a mechanism that suggests the amount of corrective insulin that must be managed before or after each meal. Tests were carried out with type 1 diabetic patients, endocrinologists, nutritionists and professionals in physical education. Results showed that software meets the main needs of both patient and his multiprofessional team.

Keywords: Android, App to mobile, Diabetes, Type 1, Smartphone

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos	2
1.1.1	Geral	2
1.1.2	Específicos	2
1.2	Estrutura do Trabalho	3
2	Diabetes Mellitus	4
2.1	Considerações Iniciais	4
2.1.1	Diabetes Tipo 1 (DM1)	5
2.1.2	Diabetes Tipo 2 (DM2)	7
2.1.3	Diabetes Gestacional	7
2.2	Diabetes no Mundo	8
2.3	Testes Glicêmicos	9
2.3.1	Perspectivas	11
2.4	Alimentação	14
2.5	Insulinoterapia	17
2.5.1	Tipos de Insulina	17
2.5.2	Insulinoterapia em DM Tipo 1	17
2.5.3	Contagem de Carboidrato	19
2.6	Atividade Física	20
2.6.1	Cuidados a Serem Tomados pelo Portador de Diabetes	21
2.6.2	Preparação para o Exercício	21
2.6.3	Tipo do Exercício	22
2.7	Considerações Finais	23
3	Tecnologia Android	24
3.1	Considerações Iniciais	24
3.2	A Arquitetura do Android	25
3.2.1	Aplicações	25
3.2.2	<i>Framework</i>	25
3.2.3	Bibliotecas	26
3.2.4	Android <i>Runtime</i>	27
3.2.5	Kernel Linux	28
3.3	Gerência de Arquivos	29
3.4	Gerência de Memória	31
3.4.1	Paginação	32

3.4.2	Segmentação	32
3.4.3	Substituição de Páginas	33
3.5	Versões	33
3.5.1	Android 1.0 (API Nível 1)	33
3.5.2	Android 1.1 (API Nível 2)	34
3.5.3	Android 1.5 (<i>Cupcake</i> - API Nível 3)	34
3.5.4	Android 1.6 (<i>Donut</i> - API Nível 4)	35
3.5.5	Android 2.0 a 2.1 (<i>Eclair</i> - API Níveis 5, 6 e 7)	36
3.5.6	Android 2.2 a 2.2.3 (<i>Froyo</i> - API Nível 8)	36
3.5.7	Android 2.3 a 2.3.7 (<i>Gingerbread</i> - API Níveis 9 e 10)	37
3.5.8	Android 3.0 a 3.2 (<i>Honeycomb</i> - API Níveis 11, 12 e 13)	38
3.5.9	Android 4.0 a 4.0.4 (<i>Ice Cream Sandwich</i> - API Níveis 14 e 15)	40
3.5.10	Android 4.1 a 4.3 (<i>Jelly Bean</i> - API Níveis 14 e 16)	40
3.5.11	Android 4.4 (<i>Kit Kat</i> - API Nível 19)	41
3.6	Considerações Finais	43
4	Doce Desafio	45
4.1	O Estado da Arte	45
4.2	Levantamento de Requisitos	46
4.2.1	Requisitos Funcionais	46
4.2.2	Requisitos não Funcionais	47
4.3	Banco de Dados	47
4.4	Características do Doce Desafio	49
4.5	Estrutura do Aplicativo Doce Desafio	49
4.5.1	Módulos de Inserção de Dados	51
4.5.2	Módulo de Relatórios	60
4.5.3	Módulo de <i>Backup</i> e de Restauração	66
4.6	Considerações Finais	66
5	Análise dos Resultados	68
5.1	Testes	68
5.2	Resultados	69
5.3	Considerações Finais	76
6	Conclusões e Perspectivas Futuras	78
	Referências	80
A	Formulário de Avaliação	83

Lista de Figuras

2.1	Testes Tradicionais para Avaliação do Controle Glicêmico [4].	10
2.2	Frequência de Testes Glicêmicos de Acordo com Situação Clínica [4].	12
2.3	Novo Dispositivo para Teste Glicêmico [36].	13
2.4	Tecnologia Integra Sistema de Administração de Insulina e Monitorização Contínua da Glicose [21].	14
2.5	Sugestão de Cardápio Simples [25].	16
2.6	Propriedades Farmacocinéticas das Insulinas e Análogos [12].	18
3.1	Quantidade de Celulares no Mundo [38].	24
3.2	Arquitetura Android [2].	26
3.3	Diretório de <i>Logs</i> do Android.	29
3.4	Executáveis que Fazem <i>Link</i> com o <i>Toolbox</i> [24].	30
3.5	Estrutura de Diretórios do Android [24].	30
3.6	Paginação [2].	33
3.7	Android Versão 1.0 [37].	34
3.8	Android Versão 1.1 [37].	35
3.9	Android Versão 1.5 - <i>Cupcake</i> [37].	35
3.10	Android Versão 1.6 - <i>Donut</i> [37].	36
3.11	Android Versões de 2.0 a 2.1 - <i>Eclair</i> [37].	37
3.12	Android Versões de 2.2 a 2.2.3 - <i>Froyo</i> [37].	38
3.13	Android Versões de 2.3 a 2.3.7 - <i>Gingerbread</i> [37].	39
3.14	Android Versões de 3.0 a 3.2 - <i>Honeycomb</i> [37].	39
3.15	Android Versões de 4.0 a 4.0.4 - <i>Ice cream sandwich</i> [37].	40
3.16	Android Versões de 4.1 a 4.3 - <i>Jelly bean</i> [37].	41
3.17	Android Versão 4.4 - <i>Kitkat</i> [37].	42
3.18	Aplicativo do Gmail para Dispositivos Móveis [32].	43
3.19	Estatística do Uso das Versões do Android [1].	44
4.1	Análise Comparativa dos Aplicativos.	46
4.2	Modelagem do Banco de Dados Usada no Doce Desafio.	48
4.3	Estrutura do Aplicativo Doce Desafio.	50
4.4	Telas do Módulo de Perfil.	51
4.5	Telas do Módulo de Metas e Tela Principal.	52
4.6	Tela Principal do Módulo da Glicemia e do Módulo da Atividade Física.	53
4.7	Tela Principal do Módulo da Insulina e Tela de Lembretes da Insulina.	54
4.8	Tela Principal do Módulo de Refeição e Tela da Última Glicemia.	55
4.9	Tabela Geral e Tabela Favoritos.	56

4.10	Tela do Módulo de Adição dos Itens da Refeição.	57
4.11	Tela da Sugestão da Insulina e Tela de Término do Registro da Refeição. . .	58
4.12	Tela do Módulo da Tabela de Alimentos e Tela de Adição de Item.	59
4.13	Tela Principal dos Relatórios.	60
4.14	Tela do Módulo de Relatório Geral da Glicemia e Tela das Opções Disponíveis.	61
4.15	Tela das Estatísticas do Relatório Geral da Glicemia e PDF dos Dados. . .	62
4.16	Gráfico do Relatório Geral da Glicemia.	62
4.17	Relatório Geral dos Módulos da Insulina, da Atividade Física e da Refeição.	63
4.18	Relatório da Variação da Glicemia e da Variação da Refeição.	64
4.19	Telas dos Relatórios de Data-Hora da Glicemia, da Insulina e da Refeição.	65
4.20	Telas do Módulo do Histórico.	65
4.21	Telas dos Módulos de <i>Backup</i> e de Restauração dos Dados.	66
5.1	Aparência do Aplicativo.	70
5.2	Navegação no Aplicativo.	71
5.3	Tempo de Resposta do Aplicativo.	71
5.4	Objetividade das Telas do Aplicativo.	72
5.5	Quantidade de Cliques para Navegação.	72
5.6	Expectativas quanto ao Conteúdo do Aplicativo.	73
5.7	Utilidade do Aplicativo.	73
5.8	Valores Sugeridos pelo Aplicativo.	74
5.9	Dose de Insulina Sugerida pelo Aplicativo.	74
5.10	Utilidade da Tabela de Alimentos.	75
5.11	Funcionalidade Favoritas.	75
5.12	Nota Geral do Aplicativo.	76
5.13	Doce Desafio - Tabela Comparativa de Aplicativos.	77
A.1	Formulário de avaliação do Doce Desafio - Parte 1/3.	83
A.2	Formulário de avaliação do Doce Desafio - Parte 2/3.	84
A.3	Formulário de avaliação do Doce Desafio - Parte 3/3.	85

Lista de Tabelas

2.1	Diferenças entre Hipoglicemia e Hiperglicemia [13].	5
2.2	Comparativo Glicêmico [16].	6
2.3	Top 10 - Países com Mais Casos de Diabetes (20-79 anos), 2013 [22].	8
2.4	Correspondência entre os Níveis de A1C e os Níveis Médios de Glicemia [14].	10
2.5	Doses de Insulina - Pacientes Tipo 1 [3].	19

Capítulo 1

Introdução

O diabetes mellitus tipo 1, ou DM1, é uma doença autoimune, ou seja, que ocorre quando o sistema imunológico ataca e destrói tecidos saudáveis do próprio corpo por engano. No caso da DM1, o organismo destrói as células beta produtoras de insulina. Dessa forma, a doença surge quando o organismo deixa de produzir insulina ou a produz em uma quantidade muito pequena. Essa doença ocorre geralmente em jovens ou crianças [22], ocasionando o aumento exagerado da taxa de açúcar do sangue. Outrossim, o tratamento da doença consiste, principalmente, no monitoramento das glicemias (taxa de açúcar no sangue), no consumo de uma alimentação balanceada, na realização de atividades físicas e na administração de doses de insulina artificial [16].

A equipe médica responsável pelo tratamento da DM1 utiliza-se de métodos de análises de alguns aspectos do cotidiano dos pacientes, sendo eles: as medidas das glicemias observadas; a quantidade e os tipos de insulina administrada; a prática de atividades físicas e principalmente, a dieta praticada pelo paciente. Entretanto, a influência dessa análise depende da responsabilidade do paciente em fazer essas anotações de maneira completa e correta.

Do lado do paciente, um dos problemas enfrentados, para fazerem corretamente essas anotações, é o de terem que tomar nota da sua rotina de tratamento, na maioria das vezes, utilizando papel e caneta. Como nem sempre o papel usado para essas anotações está disponível, ele esquece de anotar, ou anota de maneira aproximada.

Por outro lado, a utilização de dispositivos móveis como ferramenta capaz de auxiliar tarefas do cotidiano é algo que tem se intensificado cada vez mais [27], tanto pelo fato do aumento do poder de processamento, quanto pelo custo relativamente baixo dos aparelhos. Assim sendo, passaram a ser adotados programas, que antes eram limitados aos computadores convencionais, e que agora são suportados por *smartphones* e *tablets*, para desempenharem funções das mais simples, tal como checar *e-mails*, até editar imagens com alto grau de complexidade.

Nesse contexto, pode-se destacar o Android, que é um software atualmente mantido pelo grupo OHA (*Open Handset Alliance*), que é constituído por aproximadamente 80 empresas (entre as quais estão HTC, LG, Motorola, Samsung, Sony Ericsson, Toshiba, Sprint Nextel, China Mobile, T-Mobile, Asus, Intel, Garmin e outras mais) as quais se uniram para inovar e acelerar o desenvolvimento de aplicativos e serviços.

Em resumo, o Android é um sistema operacional voltado para dispositivos móveis, ou seja, age como uma interface entre o usuário e o hardware, provendo uma base para a

execução de programas [37]. Além do mais, o sistema operacional Android possui várias versões, das quais, algumas já caíram em completo desuso, enquanto as outras possuem um número bem distribuído de usuários. Assim, as versões mais utilizadas atualmente são: versão 3.2 - *Gingerbread*, com 26,3% dos usuários; versão 4.0 - *Ice Cream Sandwich*, com 19,8% dos usuários; a versão 4.1 - *Jelly Bean* com 52,1% dos usuários; e os últimos 1,8% estão divididos entre as versões mais antigas [27].

Nesse contexto, este trabalho propõem o aplicativo Doce Desafio, suportado pelo sistema operacional Android, cuja função é auxiliar e facilitar tanto as anotações regulares dos pacientes, quanto a análise desses dados pelos profissionais de saúde responsáveis pelo tratamento da doença.

A proposta é levar o poder computacional, agora móvel, até as áreas que apresentam necessidades que possam ser monitoradas, e até mesmo otimizadas, pelo uso de programas, mais conhecidos como aplicativos. Assim, como notado, foi escolhida a dimensão da saúde, especificamente, o diabetes tipo 1, para o desenvolvimento deste trabalho.

É importante ressaltar que antes da implementação do aplicativo proposto, foi feita uma vasta pesquisa em vários sistemas, e não foi identificado em um único programa, ferramentas que pudessem atender as principais necessidades do grupo de diabéticos escolhidos para serem acompanhados neste trabalho. Além disso, não foram encontrados aplicativos que pudessem auxiliar tanto o paciente quanto a equipe multiprofissional que o acompanha no tratamento da doença.

Assim, o aplicativo Doce Desafio foi implementado de tal forma que todas as necessidades levantadas pelos pacientes e pela equipe médica pudessem ser atingidos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que acompanhe o tratamento de um diabético tipo 1, e o auxilie no uso das doses diárias de insulina. Assim, o aplicativo deve atender às principais necessidades desse paciente e da equipe médica responsável pelo seu tratamento.

1.1.2 Específicos

Os objetivos específicos a serem atingidos neste trabalho são:

- Levantar os requisitos de pacientes e da equipe multidisciplinar que atua no tratamento do diabetes tipo 1.
- Desenvolver módulos de inserção dos dados mais relevantes para o tratamento da doença;
- Criar um módulo de seleção dos dados, para permitir a geração de diversos tipos de relatórios;
- Desenvolver um módulo que permita a visualização dos relatórios em formato de gráfico;

- Desenvolver um módulo que permita a geração de PDF a partir dos relatórios;
- Criar um módulo que permita a geração de arquivo de *backup* e de restauração do banco de dados.

1.2 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em seis capítulos. No Capítulo 2 será feito um levantamento teórico sobre o diabetes. No Capítulo 3 será apresentado o sistema operacional Android, assim como seu surgimento, sua arquitetura e o seu funcionamento. Em seguida, no Capítulo 4 será apresentada a proposta deste trabalho, que é o desenvolvimento do aplicativo Doce Desafio. Esse capítulo conta com uma breve explicação da modelagem do banco de dados utilizado, e descreve as principais características e funcionalidades da aplicação. Em seguida, o Capítulo 5 descreve os testes e validações que foram feitas durante todo o processo de desenvolvimento do aplicativo e, finalmente no Capítulo 6 serão apresentadas as conclusões tiradas dos resultados obtidos e as possíveis evoluções do aplicativo.

Capítulo 2

Diabetes Mellitus

2.1 Considerações Iniciais

Os alimentos consumidos passam por um processo de digestão no organismo, e como resultado dessa digestão, tem-se substâncias menores como a glicose, por exemplo, que é absorvida pelo sangue que a leva até os tecidos. As células precisam dessa glicose para utilizar como energia. De forma simplificada, após ser metabolizada dentro da célula, a glicose é transformada em energia. Isto só é possível porque a insulina age aumentando a permeabilidade celular, permitindo que a glicose entre e, posteriormente, possa ser transformada em energia para que todas as funções do organismo possam funcionar adequadamente.

O pâncreas é o órgão responsável pela produção e liberação da insulina. Havendo deficiência em sua produção, o processo citado anteriormente não pode ser realizado, assim, a quantidade de glicose no sangue aumenta, pois as células ficam impossibilitadas de utilizá-la, causando assim o que é chamado de hiperglicemia. A principal característica da diabetes é justamente a elevação da glicose no sangue [13].

Pessoas com hiperglicemia, elevação da taxa de glicose no sangue, podem apresentar vários sinais e sintomas, dentre os quais se destacam o aumento do apetite, o aumento do volume urinário (causando desidratação e muita sede), alteração na visão, perda de peso, que em pessoas obesas ocorre mesmo estando comendo de maneira excessiva, impotência sexual, infecções provocadas por fungos na pele e nas unhas, feridas que demoram a cicatrizar, principalmente nos membros inferiores, distúrbios cardíacos e renais, e neuropatias diabéticas causadas pelo comprometimento das terminações nervosas.

Por outro lado, o baixo nível de glicose no sangue, a hipoglicemia, a qual pode ser causada por erro no uso na medicação, principalmente a insulina, atraso em se alimentar e excesso de exercício físico sem monitoração. A concentração de glicose no sangue, ou glicemia, é considerada normal quando está entre 70 e 100 mg/dL, com grandes variações de pessoa a pessoa. A hipoglicemia ocorre, geralmente, quando a glicemia fica abaixo de 60 mg/dL [13]. Alguns sintomas da reação hipoglicêmica são sensação de fome aguda, dificuldade para raciocinar, sonolência, visão dupla, sudorese fria exagerada, tremores finos ou grosseiros de extremidades, bocejamento, confusão que pode caminhar para a perda total da consciência, ou seja, coma. A Tabela 2.1 mostra as principais diferenças entre a hiperglicemia e a hipoglicemia.

Tabela 2.1: Diferenças entre Hipoglicemia e Hiperglicemia [13].

Sintomas	Hiperglicemia	Hipoglicemia
Início	Lento	Súbito
Sede	Muito	Inalterada
Urina	Muita Quantidade	Inalterada
Fome	Muita	Muita ou Normal
Perda de Peso	Frequente	Não
Pele	Seca	Normal ou Úmida
Mucosa da Boca	Seca	Normal
Suores	Ausente	Frequentes e Frios
Tremores	Ausente	Frequentes
Fraqueza	Ausente	Sim ou Não
Cansaço	Presente	Presente
Glicemia	Superior a 200 mg/dL	Inferior a 70 mg/dL

Nesse cenário, o diabetes se subdivide em quatro tipos, os quais são tipo 1, tipo 2, associada e gestacional. Na sequência serão explanados os três principais tipos da doença.

2.1.1 Diabetes Tipo 1 (DM1)

O diabetes do tipo 1 (DM1) é uma doença autoimune. Doença autoimune é uma condição que ocorre quando o sistema imunológico ataca e destrói tecidos saudáveis do próprio corpo por engano. No caso da Diabetes tipo 1, o organismo destrói as células beta produtoras de insulina. Essa doença surge quando o organismo deixa de produzir insulina ou a produz em uma quantidade muito pequena. Inicia geralmente em jovens ou crianças [22].

O tratamento da diabetes do tipo 1 consiste, principalmente, em injeções diárias de insulina para controlar e metabolizar os níveis de açúcar do sangue. Pois como mencionado anteriormente, sem a insulina as células ficam impermeáveis à entrada da glicose. A falta do uso das injeções de insulina causam a hiperglicemia, pois uma vez que a glicose não pode chegar até o interior das células, ela fica concentrada no sangue. As altas taxas de glicose acumuladas no sangue, com o passar do tempo, podem afetar vários tecidos, incluindo os olhos, os rins, os nervos e o coração [9].

Não se sabe ao certo o que causa a doença. Algumas pessoas nascem com genes que as predis põem a diabetes, outras possuem os mesmos genes e não desenvolvem a doença. Em geral a DM1 é mais frequente surgir em pessoas com menos de 35 anos, mas pode surgir em qualquer faixa etária.

O diagnóstico da diabetes pode ser dado, entre outros, por um teste de glicemia em jejum de 8 a 12 horas. A glicemia varia bastante durante o dia, sendo mais alta após as refeições e menos nos períodos de jejum [16]. Em pessoas não portadoras da doença, a glicemia em jejum de 8 a 12 horas varia entre 70 mg/dL e 100 mg/dL, e 2 horas após a refeição pode ir até 139 mg/dL. A Tabela 2.2 compara a glicemia de uma pessoa portadora do DM1, uma pessoa que não apresenta a doença e um candidato a desenvolvê-la.

Tabela 2.2: Comparativo Glicêmico [16].

Diagnóstico	Jejum 8 a 12 horas	Após uma refeição
Pessoa não portadora	De 70 a 100 mg/dL	Até 139 mg/dL
Alerta (pré-DM)	De 100 a 125 mg/dL	140 a 199 mg/dL
Pessoa portadora de DM (sem tratamento)	Maior que 126 mg/dL	Maior ou igual a 200 mg/dL

Valores de glicemia de jejum entre 100 e 125 mg/dL e de glicemia 2 horas após uma refeição entre 140 a 199mg/dL são um alerta, é preciso procurar um médico para maiores orientações.

Os tipos mais conhecidos de insulina são a insulina NPH, que tem o início da ação entre 2 e 4 horas e apresenta um pico de ação entre 4 e 10 horas após a injeção e sua ação dura até 18 horas; e a insulina regular, que tem o início de sua ação entre 30 e 60 minutos, apresenta um pico de ação entre 2 e 3 horas após a injeção e pode fazer efeito no organismo até 8 horas [12].

A insulina é sempre necessária no tratamento da DM1 estabilizada, ou seja, o pâncreas já não produz nenhuma ou muito pouca insulina. As doses diárias da insulina variam de acordo com a idade, rotina diária, padrão alimentar, dentre outras variáveis que serão abordadas posteriormente. Pacientes convencionais, utilizam duas ou três doses fixas de insulina NPH ao dia, associada ou não à insulina regular, antes do café da manhã e à noite. Esse esquema associa-se a uma baixa flexibilidade tanto aos hábitos alimentares quanto para prática de exercícios físicos.

Além das injeções de insulina, o tratamento da DM1 consiste no monitoramento da glicemia. Esse monitoramento pode ser feito por meio do teste da glicemia capilar, que basicamente consiste de uma pequena amostra sanguínea coletada por punção na ponta do dedo (gota de sangue capilar). A amostra é colocada em uma fita especial e inserida ou colocada sobre o leitor de um glicosímetro que irá apresentar a glicemia do sangue amostral em mg/dL.

O medo pode levar algumas pessoas com DM1 a adaptar a alimentação e as injeções de insulina de forma a manter a glicemia mais elevada, para assim evitar a hipoglicemia. Entretanto, a hiperglicemia leva, com decorrer do tempo, a complicações degenerativas importantes. Por exemplo, a cegueira adquirida, tem seis vezes mais chances de se manifestar em uma pessoa diabética do que em uma não-diabética, ainda mais, na faixa de 44 anos o risco é 25 vezes maior. Após 10 anos de diabetes, 50% dos indivíduos com DM1 desenvolvem retinopatia proliferativa. Sem tratamento, 25 a 50% dos pacientes com retinopatia proliferativa se tornam cegos dentro de 5 anos. Pacientes diagnosticados com a DM1 têm 16 vezes mais chances de virem a sofrer uma amputação de membros inferiores do que os não-diabéticos. Nesse cenário, praticamente, metade das amputações de membros inferiores deve-se ao diabetes mal controlado. Neuropatia periférica, doença vascular e infecção são as causas predisponentes destas amputações [9].

Portanto, o melhor é perder o medo da hipoglicemia, monitorando constantemente os níveis glicêmicos e respeitando a dieta orientada pelo médico ou nutricionista.

2.1.2 Diabetes Tipo 2 (DM2)

É o tipo de diabetes mais comum, ocorre em 90% dos casos. Os pacientes que apresentam esse tipo de diabetes, geralmente, se encontram acima de 40 anos de idade, embora possa acontecer em jovens devido aos maus hábitos alimentares, a vida sedentária e o estresse do dia-a-dia. Nesse tipo de diabetes o pâncreas produz a insulina, mas devido ao excesso de gordura sua ação é dificultada, causando uma certa resistência à insulina produzida, causando a hiperglicemia [31]. Muitos dos pacientes que possuem diabetes tipo 2 permanecem por anos sem saber, não realizando o devido tratamento e favorecendo as complicações que a doença pode trazer, sejam problemas no coração, neurológicos ou outros [7].

Sabe-se ainda que a DM2 possui um fator hereditário maior que a DM1. Além disso, estima-se que 60% a 90% dos diabéticos tipo 2 são obesos. Uma das grandes diferenças comparando com a DM1 é que na DM2 o pâncreas continua com a produção de insulina. O problema geralmente está na incapacidade de absorção pelas células musculares e adiposas. Por muitas razões, suas células não conseguem metabolizar a glicose suficiente da corrente sanguínea. Esta é uma anomalia chamada de resistência à insulina [13].

Assim, dependendo da gravidade da doença, seu tratamento pode ser feito, no melhor caso, por dieta e exercícios, em casos mais avançados, por medicamentos orais, e no último caso, por uma combinação destes com a insulina.

2.1.3 Diabetes Gestacional

Consiste no alto nível de glicose no sangue durante o período gestacional. Uma em cada 25 gestantes adquire esse tipo de diabetes durante a gravidez, além de complicações no período pós-parto. Geralmente, a doença desaparece após o nascimento da criança, mas tanto a mãe quanto o bebê têm grande risco de desenvolverem diabetes tipo 2 durante suas vidas. Aproximadamente metade das mulheres que tiveram diabetes gestacional desenvolvem diabetes tipo 2, posteriormente [22].

O diabetes gestacional pode ocorrer em qualquer mulher gestante. Não é comum o aparecimento de sintomas. Por este motivo, recomenda-se que a partir da 24ª semana, a gestante pesquise como está a sua glicemia em jejum, e mais importante ainda, a glicemia após alguma refeição. Deve-se observar se os valores da glicemia em jejum estão maiores ou iguais a 92 mg/dL ou 180 mg/dL e 153 mg/dL, respectivamente 1 hora e 2 horas após a ingestão de alimentos [13].

Alguns fatores de risco devem ser considerados, tais como, idade materna mais avançada, ganho de peso excessivo durante a gestação, histórico familiar de diabetes em parentes de 1º grau, história de diabetes gestacional na mãe da gestante, hipertensão arterial sistêmica na gestação e gestação múltipla (gravidez de gêmeos) [13].

O controle do diabetes gestacional é feito na maioria das vezes por meio de uma orientação nutricional adequada. A gestante necessita ajustar para cada período da gravidez as quantidades dos nutrientes. A prática de atividade física é uma medida de grande eficácia para redução dos níveis glicêmicos. A atividade deve ser feita somente depois de avaliada se existe alguma contraindicação, como por exemplo, risco de trabalho de parto prematuro.

Aquelas gestantes que não chegam a um controle adequado com dieta e atividade física têm indicação de associar uso de insulinoterapia. O uso da insulina é seguro durante a

gestação e o objetivo da terapêutica é a normalização da glicose materna, ou seja, manter níveis antes das refeições menores que 95 mg/dl e 1 hora após as refeições menores que 140 mg/dl [13]. É importante destacar que a maioria das gestações complicadas pelo diabetes, quando tratada de maneira adequada, irá ter um excelente desfecho e os bebês nascerão saudáveis.

2.2 Diabetes no Mundo

Os 10 países com maior incidência de diabetes, juntos, somam 75% dos casos da doença em todo o mundo. Este número ainda pode ser maior, pois muitas pessoas têm a doença e não sabem.

O diabetes é uma epidemia que já afeta, em 2013, mais de 382 milhões de pessoas no mundo. Até 2035, a previsão é de que esse número chegue a 592 milhões. A doença apresenta altos índices de novos casos e mortalidade, além de ter significativo custo social e financeiro para a sociedade e os sistemas de saúde [10].

A urbanização junto ao avanço tecnológico fizeram com que muitas mudanças no estilo de vida das pessoas ocorressem, como por exemplo, a falta de atividade física, mais conhecido como sedentarismo, e a má alimentação. O que vem acarretando em um aumento principalmente no número de pacientes com diabetes do tipo 2, pois se instala preferencialmente durante a maturidade e estão em boa parte ligadas a obesidade e à dietas ricas em gorduras e alimentos com alto nível energético.

Outro fator importante está relacionado com as mudanças na estrutura da população que está se tornando cada vez mais velha. Os sistemas de saúde desses países muitas vezes não estão preparados para lidar com esse rápido crescimento do número de pacientes com diabetes. A Tabela 2.3 mostra os 10 países com maior quantidade de casos de diabetes, dados do ano de 2013 [22].

Tabela 2.3: Top 10 - Países com Mais Casos de Diabetes (20-79 anos), 2013 [22].

País	Pacientes com diabetes
China	98,4 Milhões
Índia	65,1 Milhões
EUA	24,4 Milhões
Brasil	11,9 Milhões
Rússia	10,9 Milhões
México	8,7 Milhões
Indonésia	8,5 Milhões
Alemanha	7,6 Milhões
Egito	7,5 Milhões
Japão	7,2 Milhões

O Ministério da Saúde divulgou que, nos primeiros semestres de 2010 a 2012, foram registradas, em média, 72 mil hospitalizações decorrentes da diabetes. Entre 2000 e 2010, mais de 470 mil pessoas morreram em todo o Brasil em decorrência da doença. A taxa

de mortalidade saltou de 20,8 por 100 mil habitantes, em 2000, para 28,7 por 100 mil habitantes, em 2010.

A mortalidade pela doença é bem mais alta entre as pessoas com baixa escolaridade, e que isso serve como um alerta para a necessidade de orientar melhor a população [10].

O Sistema Único de Saúde (SUS) precisa se reorganizar para enfrentar essa nova realidade. Hoje, o SUS fornece gratuitamente os medicamentos para o controle da diabetes, incluindo a insulina e as seringas, assim como o aparelho e as fitas reagentes necessários para o controle dos níveis de glicemia.

Um dos grandes problemas no controle e prevenção da DM2 é a falta de informação e orientação. O teste, como já mostrado, é simples e pode tanto servir como um alerta para hábitos alimentares ruins e falta de exercícios físicos, quanto para diagnosticar um caso de diabetes tipo 2.

2.3 Testes Glicêmicos

Os testes glicêmicos são de suma importância para o controle da diabetes, tanto a DM1 quanto a DM2. Muitos pacientes deixam de fazer exames a quantidade de vezes recomendada pelo seu médico, pois é um método doloroso ter que furar a ponta do dedo a cada monitoramento. Colocando assim a sua saúde em risco. Atualmente, não existe acesso fácil a uma solução, disponível no mercado, que monitorize continuamente os níveis de glicose em tempo real, sem fios, e de uma forma não invasiva [36].

Clinicamente, dois recursos laboratoriais são utilizados para a avaliação do controle glicêmico, são eles o teste de glicemia e o teste de hemoglobina glicada (A1C). Cada um deles possui seu significado específico e são considerados apenas como recursos complementares para a avaliação correta do estado de controle glicêmico de cada paciente diabético [4], como mostra a Figura 2.1.

Dessa forma, os testes glicêmicos revelam o estado atual e instantâneo da glicemia no momento exato em que os mesmos foram realizados, e o teste da hemoglobina glicada (A1C), reflete a glicemia média progressiva dos últimos dois a quatro meses. Fazendo uma breve analogia com uma conta bancária, por exemplo, o teste de glicemia pode ser comparado a olhar o saldo atual da conta no momento da operação, e o A1C pode ser comparado ao saldo médio da conta durante os últimos dois a quatro meses.

Os valores de correspondência entre os níveis de A1C, que são dados em porcentagem e os respectivos níveis médios de glicemia, dados em mg/dL, durante os últimos 2 a 4 meses foram inicialmente determinados com base nos resultados do estudo DCCT [14]. Estudo conduzido mais recentemente reavaliou as correlações entre os níveis de A1C e os correspondentes níveis de glicemia média estimada [8], conforme mostrado na Tabela 2.4.

É válido destacar que o A1C inferior a 7% é o desejável.

Os exames de A1C devem ser realizados regularmente em todos os pacientes com diabetes. Pois, quanto ao controle glicêmico, serve como forma de acompanhamento contínuo do paciente. Os testes devem ser feitos pelo menos duas vezes ao ano para todos os pacientes, ou a cada três meses para pacientes que se submeteram a alterações do esquema terapêutico ou que não estejam atingindo, com o tratamento vigente, os objetivos recomendados [13].

Os testes de glicemia feitos em casa, quando realizados de forma racional, podem oferecer uma visão bem realista do nível do controle glicêmico do paciente durante todo

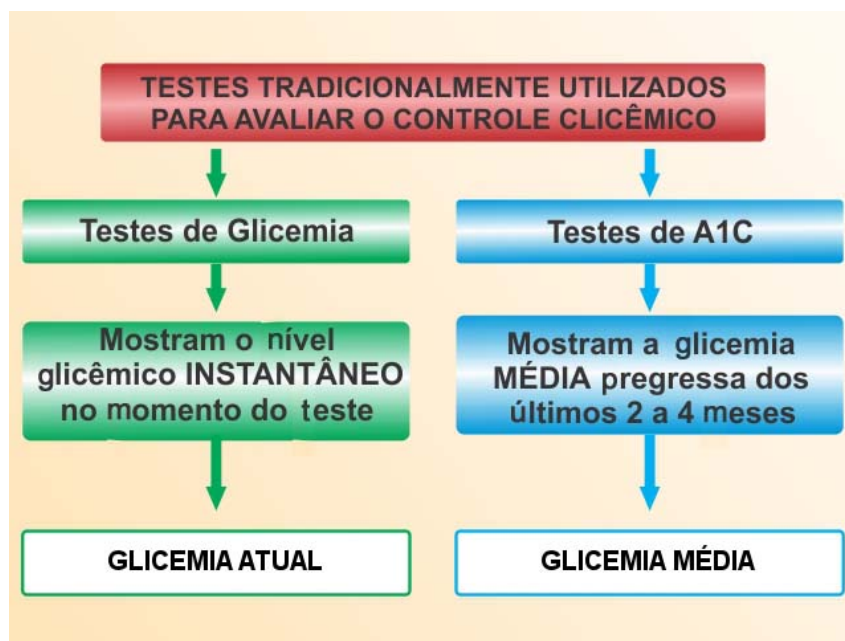


Figura 2.1: Testes Tradicionais para Avaliação do Controle Glicêmico [4].

Tabela 2.4: Correspondência entre os Níveis de A1C e os Níveis Médios de Glicemia [14].

Níveis de A1C (%)	Estudos Originais	Novos Estudos
4	65	70
5	100	98
6	135	126
7	170	154
8	205	182
9	240	211
10	275	239
11	310	267
12	345	295

o dia. Para tal, o ideal são no mínimo seis testes, sendo três antes das refeições e três depois das refeições, mais precisamente duas horas após as mesmas. Para pacientes que utilizam-se apenas da insulina, deve-se fazer mais um teste durante a madrugada para evitar a hipoglicemia [13].

A automonitorização glicêmica (AMG) é parte integrante do conjunto de intervenções e componente essencial de uma efetiva estratégia terapêutica para o controle adequado do diabetes. Esse procedimento permite ao paciente avaliar sua resposta individual à terapia, possibilitando também avaliar se as metas glicêmicas recomendadas estão sendo efetivamente atingidas. Os resultados da AMG podem ser úteis na prevenção da hiper e hipoglicemia, na detecção de hipo e hiperglicemias não sintomáticas e no ajuste da conduta terapêutica medicamentosa e não-medicamentosa, tanto para portadores de diabetes mellitus tipo 1 (DM1) como para os portadores de diabetes mellitus tipo 2 (DM2), variando apenas a frequência recomendada, a qual deve ser definida pelas necessidades individuais e pelas metas de cada paciente [4].

Uma vez obtido o controle glicêmico e após certificar-se de que o paciente já tem conhecimentos operacionais suficientes para gerenciar seu controle glicêmico, a frequência de testes de glicemia deve ser ajustada de acordo com três critérios principais, os quais são o tipo de diabetes (DM1 ou DM2), o esquema terapêutico utilizado e o grau de estabilidade ou instabilidade do controle glicêmico. Para pacientes com condições clínicas estáveis, baixa variabilidade nos resultados dos testes, com A1C normal ou quase normal, os testes podem seguir os modelos mostrados na Tabela 2.2.

A necessidade de menos testes está associada principalmente a DM2, onde o pâncreas ainda produz insulina, e boa parte da mesma é utilizada pelo organismo. Nos melhores casos, apenas com bons hábitos alimentares e a prática de exercícios físicos a DM2 pode ser controlada. Nos casos medianos, com as mesmas boas práticas e medicamentos orais a DM2 pode ser controlada junto ao monitoramento de pelo menos 2 testes por semana. No pior caso, o uso da insulina se torna necessário, e uma rotina de no mínimo 3 testes diários é recomendada. A quantidade de testes para a DM2 é muito variável dependendo do tratamento e o grau de estabilidade glicêmica [6].

2.3.1 Perspectivas

Há muito tempo que pesquisadores e médicos buscam uma forma indolor de testar o nível de açúcar no sangue. A ideia de utilizar lágrimas surgiu pela primeira vez em 1937, por ser uma técnica mais confortável para o paciente. Mas, a logística de se trabalhar com esse fluido impediu avanços. As pessoas vêm tentando ler a glicose através da pele, por meio de medidores ligados ao lóbulo da orelha. Já houve máquinas no mercado, mas elas tiveram que ser retiradas por confiabilidade.

Entretanto, o Dr. Christopher Wilson, Diretor-Executivo da Noviosense (empresa com sede na Holanda), divulgou um dispositivo que elimina a necessidade de picar o dedo para fazer o famoso teste de glicemia capilar [36].

O novo medidor de glicose consiste numa bobina de metal de 15 mm de comprimento revestida por uma camada de gel hidrofílico, que o paciente coloca no fundo da pálpebra inferior. A bobina desloca-se depois para a sua posição correta no olho, e a camada de gel a hidrata e a aumenta de volume, proporcionando um contato entre a bobina de metal e o líquido lacrimal, como mostrado na Figura 2.3.

SITUAÇÃO CLÍNICA	FREQUÊNCIA DE TESTES
Necessidade de mais testes	Pelo menos 6 testes por dia. Em pacientes do tipo 1, fazer um teste extra durante a madrugada.
Condições clínicas estáveis, baixa variabilidade nos resultados dos testes, com A1C normal ou quase normal	Tipo 1 3 testes ou mais por dia em diferentes horários, sempre.
	Tipo 2 Insulizado 3 testes por dia em diferentes horários, dependendo do grau de estabilização glicêmica.
	Tipo 2 Não Insulizado Pelo menos 2 a 4 testes por semana, em diferentes horários, dependendo o grau de estabilização glicêmica.
Necessidade de menos testes	Frequência variável, conforme tipo, tratamento e grau de estabilidade glicêmica.

Figura 2.2: Frequência de Testes Glicêmicos de Acordo com Situação Clínica [4].

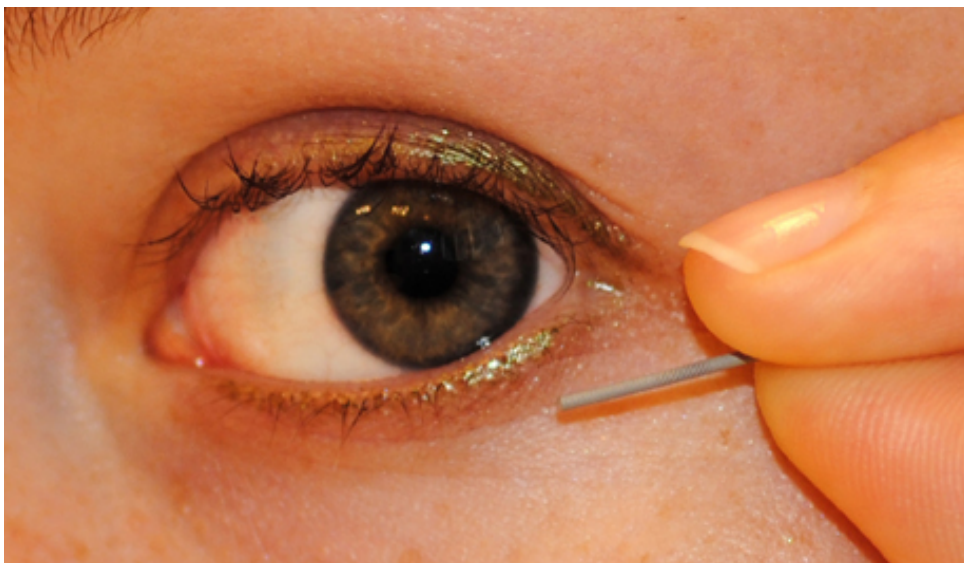


Figura 2.3: Novo Dispositivo para Teste Glicêmico [36].

A investigação sugere que as alterações dos níveis de glicose no líquido lacrimal correspondam às que se verificam no sangue, embora em menor escala. O dispositivo está sendo desenvolvido com grande rapidez. O Dr. Wilson afirma estar em uma etapa avançada do seu *design*, e que em breve estarão testando em animais e futuramente com segurança em humanos. A partir daí, a próxima etapa é desenvolver um protótipo clínico até 2014.

Por outro lado, uma tecnologia integra sistema de administração de insulina e monitorização contínua da glicose, ainda utilizando o sangue para medir a glicemia. Trata-se da *Paradigm REAL-Time*, que combina uma bomba de infusão de insulina, com o benefício da monitorização contínua da glicose, realizada em tempo real e transmitida por radiofrequência, sem fio, para a bomba [29]. A *Paradigm REAL-Time* pode ser adaptada na cintura do paciente, como um celular, ou em cintas especiais para serem colocados na perna, braços ou abdômen, como mostrado na Figura 2.4.

No monitor da bomba de insulina é mostrado um resultado de glicose a cada cinco minutos, portanto 288 medidas de glicose por dia, assim como dois gráficos de tendência e setas indicativas da direção e velocidade de oscilação da concentração de glicose (todo dia e toda noite). Dessa forma, é possível avaliar de que modo as refeições, os exercícios, os medicamentos e o estilo de vida afetam os níveis glicêmicos. A imediata visualização das oscilações facilitará atuar rapidamente evitando as hipoglicemias e hiperglicemias. Se os níveis próximos dos limites glicêmicos forem atingidos, para baixo ou para cima, um alarme soará permitindo ao paciente um melhor controle glicêmico e, assim, evitar as complicações agudas e crônicas ou reduzir a duração das oscilações.

Comparado com múltiplas injeções diárias, a bomba de insulina proporciona mais conforto, mais liberdade e flexibilidade, proporcionando doses específicas exigidas e configurados individualmente para controlar seu diabetes, traduzindo-se em menores aumentos e diminuições no nível glicêmico.

Dessa forma, por meio dessa bomba de insulina, as pessoas com diabetes podem manter níveis normais de glicose, reduzindo, consideravelmente, o risco de complicações de

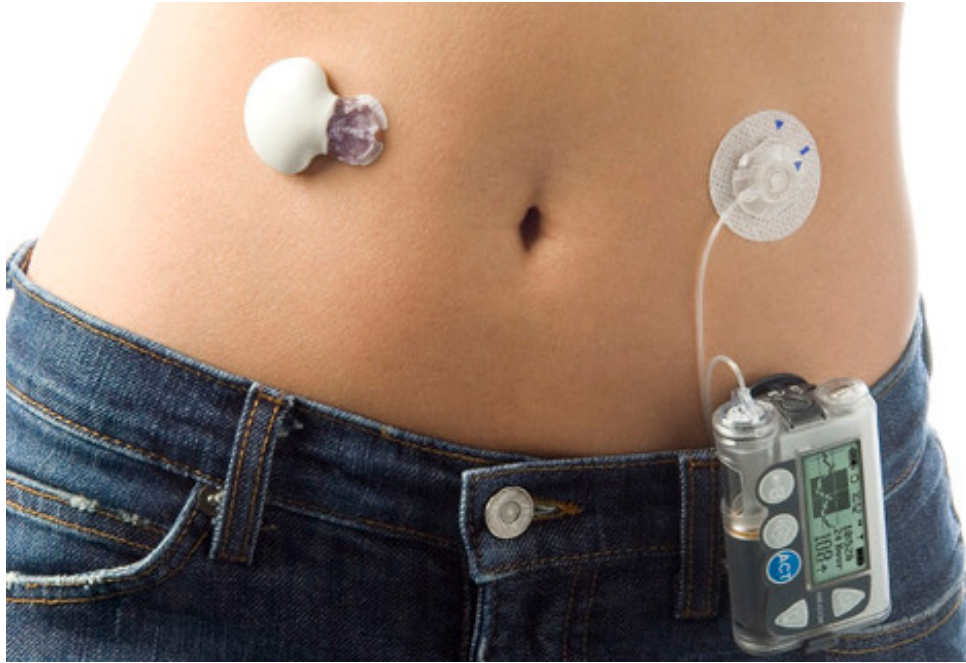


Figura 2.4: Tecnologia Integra Sistema de Administração de Insulina e Monitorização Contínua da Glicose [21].

longo prazo causados tanto pela hipoglicemia quanto pela hiperglicemia. Eles terão mais liberdade para comer, exercitar e viver uma vida mais calma [29].

A medida que o sistema oferece acesso direto dos usuários aos seus próprios padrões de glicemia, permite uma participação ativa no tratamento, facilitando as correções imediatas nas hipoglicemias e hiperglicemias contudo, é sempre necessário contar com a orientação e acompanhamento de uma equipe médica, e, no caso das crianças, de um adulto responsável.

A *Paradigm REAL-Time*, sistema integrado de infusão de insulina com monitorização contínua de glicose é vendida em mais de 40 países, nos Estados Unidos e Canadá assim como na Europa, Oriente, alguns países da África, América Central e América do Sul.

2.4 Alimentação

A expressão dieta para diabéticos não mais se aplica, pois os princípios da alimentação saudável são aplicáveis tanto à população em geral quanto para pessoas com diabetes. Esses princípios incluem o consumo regular de alimentos variados, redução no consumo de gorduras de origem animal e industrializadas, uso mais frequente de alimentos naturais, redução no consumo de produtos industrializados, comumente ricos em gorduras não saudáveis, em sal e carboidratos refinados e açúcares [19].

O planejamento alimentar no diabetes tem, portanto, como objetivo básico favorecer uma alimentação saudável associada a outras metas do tratamento [19], que incluem:

- Auxiliar no controle metabólico (manter bons níveis glicêmicos e de lipídios sanguíneos, entre outros);

- Assegurar crescimento e desenvolvimento (crianças, adolescentes e gestantes), assim como manutenção de peso adequado nas diversas faixas etárias;
- Fornecer energia e nutrientes para cobrir as necessidades diárias;
- Ajustar o consumo alimentar para prevenir, retardar ou tratar as complicações.

De modo geral, o aspecto que mais diferencia a alimentação do diabético a das demais pessoas está no conhecimento mais profundo que o DM tem que adquirir sobre os alimentos, sua composição nutricional e o impacto destes nas glicemias ao longo do dia.

O nutriente que afeta diretamente a glicemia é o carboidrato. Na verdade, poucos alimentos não contêm algum tipo de carboidrato. Os cereais, as raízes e os tubérculos e suas farinhas contêm amido. Já o leite o iogurte contêm lactose, enquanto as frutas contêm principalmente a frutose. Os açúcares refinado, cristal e mascavo, o mel e melado contêm sacarose. O amido é denominado carboidrato complexo, enquanto a lactose, a frutose, a sacarose e a glicose são chamadas de carboidratos simples [19].

Tanto o total de carboidratos consumidos em uma refeição como o tipo de carboidratos (simples e complexo) influenciam a glicemia. O total de carboidratos consumidos é um forte preditor da resposta glicêmica, ou seja, existe uma relação clara entre a quantidade de carboidratos consumida e o valor da glicemia após o consumo. Em algumas estratégias de orientação alimentar, tais como as listas de substituições ou o método da contagem de carboidratos, deve-se considerar e acompanhar o teor de carboidratos consumidos e seu impacto na glicemia. Isso não significa excluir ou restringir os carboidratos, mas sim equilibrar seu consumo de acordo com as necessidades e individualidades de cada pessoa [5].

As necessidades de energia (calorias) e nutrientes, incluindo as de carboidratos, devem ser avaliadas em conjunto com profissionais, preferencialmente, nutricionistas. As decisões devem ser baseadas no estilo de vida, nas condições socioeconômicas e culturais, no estado de saúde e nas metas glicêmicas (jejum e pós-refeições) [19].

Não são recomendadas dietas com baixo teor de carboidratos para diabéticos. Apesar de os carboidratos terem o maior impacto na glicemia, os alimentos que os contêm são também importantes fontes de vitaminas, minerais e fibras [5].

O índice glicêmico é outra técnica que pode prover um benefício adicional quando considerada em conjunto com o total de carboidratos da refeição e não isoladamente. Como regra geral, considera-se que um alimento com alto índice glicêmico aumenta mais rapidamente a glicemia. O índice glicêmico dos alimentos depende de uma série de fatores [5], como:

- Grau de cozimento do alimento (quanto mais cozido, mais rápida é a absorção da glicose e maior o índice glicêmico);
- Grau de processamento (farinhas refinadas têm maior índice glicêmico do que as integrais);
- Teor de fibras do alimento (quanto mais fibras, menor tende a ser o índice glicêmico);
- Grau de maturação do alimento (fruta muito madura, maior índice glicêmico).

Assim, é recomendado o uso de alimentos ricos em fibras e com baixo índice glicêmico, adequadamente distribuídos ao longo do dia [11]. É importante entender que o controle do

diabetes depende de uma alimentação saudável, medicação correta, atividade física e apoio emocional. A integração desses elementos é que garante um controle da glicemia [25]. A dieta deve ser preferencialmente individualizada, mas é possível exemplificar, como mostrada na Figura 2.5, uma sugestão de um cardápio simples.

	ALIMENTOS	QUANTIDADE
Café da Manhã	LETE DESNATADO COM CAFÉ	1 COPO (240 ML)
	PÃO DE FORMA INTEGRAL LIGHT	2 FATIAS
	MARGARINA LIGHT	1 COLHER RASA
Lanche da Manhã	GELATINA LIGHT	1 POTINHO PEQUENO
Almoço	SALADA DE ALFACE, RÚCULA E TOMATE	1 PRATO DE SOBREMESA
	ARROZ BRANCO OU INTEGRAL	2 COLHERES DE SOPA
	LENTILHA	2 COLHERES DE SOPA
	BETERRABA COZIDA	2 COLHERES DE SOPA
	BIFE GRELHADO	1 UNIDADE PEQUENA
	AZEITE PARA SALADA	1 COLHER DE CHÁ
Lanche da tarde	IOGURTE LIGHT	1 COPO (240 ML)
Jantar	SALADA DE ALFACE, RÚCULA E TOMATE	1 PRATO DE SOBREMESA
	PURÊ DE BATATA	2 COLHERES DE SOPA
	BRÓCOLIS COZIDO A VAPOR	4 COLHERES DE SOPA
	SOBRECOXA DE FRANCO ASSADO	1 UNIDADE PEQUENA SEM PELE
	BANANA PRATA	1 UNIDADE PEQUENA
	AZEITE PARA SALADA	1 COLHER DE CHÁ

Figura 2.5: Sugestão de Cardápio Simples [25].

Em termos gerais, o paciente deve fazer de cinco a seis refeições ao dia. Comer sempre nos mesmos horários faz com que a glicemia não tenha picos, ou seja, hora muito baixa, hora muito alta. Se o paciente come a cada hora, por exemplo, a glicemia pode ficar alta, resultando em hiperglicemia. Por outro lado, se ficar muito tempo sem comer, pode ter hipoglicemia, que é a queda brusca da glicemia. Além do mais, todos os alimentos podem ser incluídos no plano alimentar, desde que nas quantidades e nos horários corretos [25].

O diabético deve ficar atento a vários pontos importantes com relação a alimentação, como por exemplo, é fundamental que a dieta seja seguida todos os dias, mesmo nas férias e finais de semanas. Além disso, é importante comer pouca quantidade por vez e várias vezes por dia, tentar manter um intervalo de três a quatro horas entre cada refeição, se for atrasar uma das refeições principal (almoço ou jantar) comer alguma coisa mais leve, enquanto espera para evitar a hipoglicemia, gorduras devem ser evitadas, principalmente se o paciente estiver com excesso de peso ou tiver alterações de colesterol e triglicérides [30].

Muitas vezes o paciente encontra dificuldade, na falta de um dos alimentos da dieta, saber substituí-lo por outro de forma a não interferir no balanceamento do cardápio é

muito importante. A quantidade certa a ser ingerida também é um obstáculo a ser superado nessas ocasiões [30].

Na orientação alimentar o importante é a participação ativa da pessoa no processo de decisão e monitoração do seu tratamento, o que é bastante facilitado quando ela tem acesso a um processo educativo eficaz [19].

2.5 Insulinoterapia

Em condições fisiológicas normais, a concentração plasmática de insulina tem um padrão similar da glicose. Inicialmente, a resposta insulínica à ingestão de glicose em uma refeição é caracterizada por um rápido aumento na secreção de insulina, durando cerca de 10 minutos (primeira fase). Esta fase é seguida por uma secreção insulínica maior que a taxa basal, que dura cerca de algumas horas (segunda fase) até retornar ao nível basal de secreção de insulina.

A administração de insulina exógena no horário das refeições, em pacientes portadores de DM tipo 1 ou DM tipo 2 sem secreção insulínica, procura mimetizar, principalmente, a primeira fase da secreção fisiológica de insulina. Essas doses de insulina são chamadas pré-prandiais e podem-se utilizar as insulinas de ação ultra-rápida (aspart ou lispro) ou rápida (insulina regular humana), visto que elas mimetizam melhor a primeira e a segunda fase, respectivamente. Apesar de nenhuma delas mimetizar as duas fases isoladamente, não é costume utilizá-las em conjunto, pois as doses não estão bem estabelecidas e os pacientes não aderem bem a esse tipo de tratamento.

2.5.1 Tipos de Insulina

Em portadores de diabetes cuja produção de insulina pelo próprio organismo está diminuída ou ausente é necessária a sua reposição para normalizar a captação de glicose pelas células.

Há diversos tipos de insulinas, que diferem quanto ao início, ao pico e à duração da ação, características essas que determinam as aplicações das insulinas como basais (NPH e análogos de insulina basal) e bolus (ultra-rápida e rápida). Características individuais dos pacientes, como resposta a insulina e hábitos de vida, devem ser consideradas para a escolha mais adequada da insulina ou da combinação de diferentes tipos. A Figura 2.6 ilustra as insulinas mais utilizadas e suas principais características.

2.5.2 Insulinoterapia em DM Tipo 1

A primeira etapa na escolha de um esquema de insulina é estabelecer os objetivos glicêmicos, os quais são [3].

- Pré-Prandial: 70-120 mg/dl;
- Ao deitar: 100-140 mg/dl;
- 1-2 horas pós-prandial 120-160 mg/dl.

Propriedades farmacocinéticas das insulinas e análogos			
Insulina	Início de ação	Pico de ação	Duração do efeito terapêutico
Longa duração			
glargina (Lantus®)	2-4 hs	Não apresenta	20-24 hs
detemir (Levemir®)	1-3 hs	6-8 hs	18-22 hs
Ação intermediária			
NPH	2-4 hs	4-10 hs	10-18hs
Ação rápida			
Regular	0,5-1 h	2-3 hs	5-8 hs
Ação ultrarrápida			
asparte (Novorapid®)	5-15 min	0,5-2 hs	3-5 hs
lispro (Humalog®)	5-15 min	0,5-2 hs	3-5 hs
glulisina (Apidra®)	5-15 min	0,5-2 hs	3-5 hs
Pré-misturas			
70% NPH/30% regular	0,5-1 h	3-12 hs (duplo)	10-16 hs
50% NPH/50% regular	0,5-1 h	2-12 hs (duplo)	10-16 hs
75% NPL/25% lispro	5-15 min	1-4 hs (duplo)	10-16 hs
50% NPL/50% lispro	5-15 min	1-4 hs (duplo)	10-16 hs
70% NPA/30% asparte	5-15 min	1-4 hs (duplo)	10-16 hs

NPH = protamina neutra hagedorn; NPL = protamina neutra lispro; NPA = protamina neutra asparte

Hahr, AJ. e Molitch, ME. Optimizing Insulin Therapy in Patients With Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus: Optimal Dosing and Timing in the Outpatient Setting. Disease-a-Month 56:148-162, 2010.

Figura 2.6: Propriedades Farmacocinéticas das Insulinas e Análogos [12].

É muito importante individualizar os objetivos da glicemia para a idade do paciente, quadro clínico, história de hipoglicemia significativa, estilo de vida, bem como objetivos pessoais.

Assim, pacientes com DM1 iniciam o tratamento com uma rotina de pelo menos três injeções ao dia. No caso em que, após esta rotina ter sido estabelecida, os registros da auto-monitoração do paciente e o teste da hemoglobina glicada A1C revelem um controle excelente da glicose, deve ser mantido o esquema.

Cerca de 60% a 40% da dose total diária de insulina é administrada para cobertura das necessidades basais e deve ser uma insulina de ação mais prolongada. O outro 40% até 60% da dose total diária da insulina deve ser de uma insulina de ação rápida ou curta, administrada antes de cada refeição, a fim de controlar a glicemia pós-prandial, administrando a dose em proporção com as refeições.

Ao iniciar a terapêutica com a insulina, a dose basal de insulina total diária é, frequentemente, calculada como sendo 0,6 x Peso corpóreo em quilogramas, porém esse cálculo pode ser modificado com base no nível de atividade do paciente e da condição física conforme mostrado na Tabela 2.5 [3].

Tabela 2.5: Doses de Insulina - Pacientes Tipo 1 [3].

Dose(U/Kg/Dia)	Paciente
0,5	Atleta condicionado
0,6	Esportista motivado, mulher na 1 ^a fase do ciclo menstrual (folicular)
0,7	Mulher na última semana do ciclo menstrual (fase lútea) ou no 1 ^o trimestre da gravidez, paciente adulto discretamente afetado por uma virose, criança no início da puberdade
0,8	Mulher no 2 ^o trimestre da gravidez, criança no período médio da puberdade, adulto com uma infecção viral grave ou localizada
0,9	Mulher no 3 ^o trimestre da gravidez, adulto afetado com infecção bacteriana
1,0	Mulher no final da gravidez, criança no final da puberdade, adulto comprometido, ou com uma infecção bacteriana grave
1,5 - 2,0	Criança comprometida, no final da puberdade

2.5.3 Contagem de Carboidrato

A maior parte do aumento da glicemia pós-prandial é decorrente do conteúdo em carboidratos (CHO) da refeição. Os pacientes podem estabelecer a contagem de gramas de CHO totais fornecidos nas etiquetas dos alimentos ou encontrados na tabela de alimentos da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), e tantas outras tabelas de alimentos que facilitam a contagem de carboidratos. Em geral, para cada 10 a 20g de carboidratos, administra-se 1U de insulina (bolus de refeição). Uma regra simples para esse cálculo é a divisão de 500 pela quantidade total de insulina diária [11], que vimos na Seção 2.5,

e o resultado indica aproximadamente quanto de carboidrato uma unidade de insulina é capaz de consumir, esse valor será chamado de **fator de sensibilidade em relação ao carboidrato**, conforme a Fórmula (1).

$$\frac{500}{\text{Total de insulina diária}} = \text{Fator de Sensibilidade em relação ao carboidrato} \quad (1)$$

No caso em que o nível de glicose pré-prandial esteja na variação normal, o bollus de insulina cobre apenas a alimentação (bollus de alimentação), conforme a Fórmula (2) [3].

$$\frac{\text{CHO}}{\text{FSc}} = \text{Bollus de alimentação} \quad (2)$$

Lembre-se de que esse é um cálculo inicial, que deve ser modificado se não mostrar adequado ao paciente. Para que se considere esse cálculo adequado, a glicemia duas horas após a refeição não deve diferir por mais do que 20 a 30 mg/dl da pré-prandial [11]. É importante levar em consideração que, no caso em que as refeições incluam uma grande quantidade de gordura, a disponibilidade de glicose será retardada [3].

Assim, como se administra uma quantidade de insulina dependendo do consumo previsto de carboidratos, também se deve administrar insulina para corrigir concentrações glicêmicas (bollus de correção). Esse cálculo é feito dividindo-se 1.800 pela quantidade diária total de insulina, e o resultado indica aproximadamente quanto de glicemia uma unidade de insulina é capaz de baixar [11], esse valor será chamado de **fator de sensibilidade em relação à glicemia**, conforme a Fórmula (3).

$$\frac{1800}{\text{Total de insulina diária}} = \text{Fator de Sensibilidade em relação à glicemia} \quad (3)$$

Caso seja necessário apenas corrigir a glicemia para baixo, sem ingerir nenhum alimento, o bollus de insulina cobre apenas o valor da glicemia excessiva em relação a meta glicêmica (bollus de correção), conforme a Fórmula (4).

$$\frac{(\text{Glicemia atual} - \text{Meta glicêmica})}{\text{FSg}} = \text{Bollus de correção} \quad (4)$$

Níveis baixos de glicose pré-prandial necessitam de bollus menor de insulina (bollus de alimentação e correção), sendo que níveis elevados pré-prandiais necessitam de insulina suficiente, a fim de trazer a glicose de volta ao nível normal, além da insulina para cobertura do alimento (bollus de alimentação e correção), conforme a Fórmula (5) [3].

$$\frac{[\left(\left(\frac{\text{CHO}}{\text{FSc}}\right) * \text{FSg}\right) + \text{Glicemia atual}] - \text{Meta glicêmica}}{\text{FSg}} = \text{Bollus de alimentação e de correção} \quad (5)$$

2.6 Atividade Física

A atividade física é parte de uma vida saudável para qualquer pessoa. No caso do portador de diabetes não é diferente, a atividade física regular e orientada é parte importante

do tratamento, isso devido aos inúmeros benefícios decorrentes dessa prática orientada. Os benefícios vão desde a ordem físico-fisiológica quanto sociopsicológica. O exercício físico melhora a captação de glicose pelos tecidos porque aumenta a permeabilidade da membrana citoplasmática aos glicotransportadores, potencializando a ação da insulina. Dessa forma, torna possível a redução da medicação necessária para a manutenção dos níveis glicêmicos. Esse efeito de tendência redutora da glicemia sanguínea se prolonga por até 48 horas e é efeito da atividade. Por essa razão, insiste-se na importância de que as atividades físicas sejam feitas de forma regular e constante pelo menos três vezes na semana [19].

2.6.1 Cuidados a Serem Tomados pelo Portador de Diabetes

Após a liberação médica para o início de uma programa de exercícios físicos, é importante escolher o tipo de exercício a ser realizado, levando em conta a presença de complicações referentes ao diabetes, sua individualidade e a afinidade do aluno com a atividade proposta [28]. É preciso atenção redobrada às seguintes recomendações:

Hiperglicemia: Em portadores de DM1, privados de insulina por um longo período, entre 12h e 24h, e em Cetose (quando o Fígado converte gorduras em ácidos graxos e corpos cetônicos, que podem ser usados pelo corpo para energia [40]), a prática de exercício pode piorar o seu estado, elevando os valores de glicemia. Não é recomendado a realização de exercícios físicos com a glicemia acima de 250 mg/dl e Cetose, da mesma forma, não se recomenda a prática de atividade física com a glicemia acima de 300 mg/dl mesmo sem Cetose [28].

Hipoglicemia: Como o exercício constitui importante estímulo para a captação periférica de glicose, na sua prática podem ocorrer eventos de hipoglicemia, principalmente em indivíduos que utilizam insulina exógena. Ela pode ocorrer durante, imediatamente após, ou várias horas depois de uma sessão de exercícios e sua magnitude depende da duração e da intensidade com que o exercício foi realizado (quanto maior o tempo e a intensidade maior é a redução da glicemia). O risco de um evento de hipoglicemia é maior quando o exercício é realizado durante o pico de ação da insulina e quando esta é aplicada no local de maior movimentação durante o exercício, o que acelera sua absorção. Por estes motivos, recomenda-se evitar exercícios durante o pico de ação da insulina, não aplicar a insulina na região mais trabalhada durante o exercício, monitorar a glicemia antes e após o exercício. Não realizar o exercício com glicemia menor que 100 mg/dl [28].

2.6.2 Preparação para o Exercício

A preparação do indivíduo com diabetes para um exercício saudável é tão importante quanto a sua realização. A primeira ação que deve ser feita é a monitorização da glicemia. De acordo com os valores encontrados (acima de 100 mg/dl e abaixo de 250 mg/dl) deve-se prosseguir com a atividade. Caso a glicemia esteja alterada, deve-se proceder com as devidas correções antes do início do exercício. Além da monitoração da glicemia o aquecimento e o alongamento são essenciais [28].

2.6.3 Tipo do Exercício

Exercício predominantemente aeróbio O exercício predominantemente aeróbio utiliza grandes grupos musculares, com intensidade que varia de leve a intenso, e pode ser mantido por longa duração. Como exemplo, tem-se a caminhada, a natação, o ciclismo, a dança, a corrida, a hidroginástica, os esportes coletivos (futebol, voleibol, basquetebol etc.) entre outros. Como o aumento da captação de glicose pelo tecido muscular dura de 24 até 72 horas após a realização do exercício, a frequência de exercício ideal varia de três a cinco sessões por semana. No entanto, ao iniciar um programa de exercícios para sedentários, deve-se começar gradativamente, sendo suficientes duas sessões semanais [28].

Exercício predominantemente anaeróbio A utilização de exercícios resistidos (como a musculação) deve ser encorajada para o complemento das atividades aeróbias. Este tipo de exercício melhora o tônus e a resistência muscular, além de melhorar a composição corporal pelo incremento de massa muscular. Recomenda-se que o exercício resistido tenha duração de duas ou três séries de oito a quinze repetições, e que os exercícios envolvam grandes grupos musculares e frequência de duas a três sessões semanais.

Para determinar a intensidade do exercício, pode ser realizada uma avaliação do peso máximo que o indivíduo pode suportar em uma repetição (repetição máxima). A partir desse valor, pode ser calculada a porcentagem em que a série deve ser realizada. No caso dos indivíduos portadores de diabetes, a intensidade recomendada é a moderada, ou seja, 50% a 74% de uma repetição máxima.

Atividades de alta intensidade e competitivas podem ser indicadas para pacientes jovens, mas devem ser contra-indicadas aos pacientes idosos ou com complicações independentemente de idade [28].

Além disso, os programas de treinamento que possuem atividades de moderada intensidade e com muitas repetições podem ser utilizados para a manutenção do condicionamento físico em quase todos os pacientes com diabetes. Porém, para alguns indivíduos que dispõem de pouco tempo para a realização de exercícios ou não têm acesso a academias e centros esportivos, algumas sugestões podem auxiliar no programa de atividades aeróbicas. Entre estas orientações, pode-se incentivar o indivíduo a [28]:

- Descer alguns pontos de ônibus ou estações do metrô antes do destino;
- Levar seu animal de estimação pra passear;
- Praticar atividades ao ar livre com a família;
- Incentivar atividades de interesse, como a dança;
- Formar grupos de caminhada no trabalho ou com os amigos;
- Realizar exercícios simples em casa.

O exercício é um aliado no tratamento e na prevenção do diabetes, assim como na prevenção de fatores de risco para doenças coronarianas. É muito importante, para a segurança durante o exercício físico, que o paciente tenha acompanhamento médico e nutricional associado às orientações do programa de atividades.

2.7 Considerações Finais

O objetivo do tratamento é obter qualidade de vida e longevidade, mantendo predominantemente os valores glicêmicos e o organismo como um todo em padrões o mais próximo possível da normalidade e assim evitar ou postergar o surgimento de complicações em decorrência do mau funcionamento orgânico - por causa da sustentada hipoglicemia e de suas consequências. Dessa forma, prolonga-se a saúde, alcançando longevidade com qualidade. Para isso, é importante enfatizar que é fundamental a educação do diabético e sua adesão a um bom e adequado tratamento [19].

Nesse sentido, o desenvolvimento de uma ferramenta de software completa que possa acompanhar o paciente em todas suas necessidades e auxiliá-lo no tratamento do diabetes contribui para uma rotina mais controlada e saudável. Para a construção de tal ferramenta é necessário definir a plataforma a ser utilizada. Nesse trabalho o Android foi a plataforma adotada e será tratado no Capítulo 3, a seguir.

Capítulo 3

Tecnologia Android

O objetivo deste capítulo é apresentar a tecnologia Android. Para isso, a Seção 3.1 apresentará o surgimento e a aceitação junto ao público dessa tecnologia. Também serão ressaltadas as vantagens sobre outras tecnologias usadas por dispositivos móveis. Nas Seções 3.2 a 3.4.3 serão detalhadas a sua arquitetura e o seu funcionamento. Na Seção 3.5 será apresentada a evolução das versões lançadas, assim como, suas principais características.

3.1 Considerações Iniciais

A demanda por aparelhos móveis tem crescido de forma acentuada nos últimos anos (conforme mostrado na Figura 3.1), e a evolução desses equipamentos acompanha esse crescimento, surgindo aparelhos cada vez mais robustos que exigem sistemas operacionais mais complexos e com capacidade de gerenciar os novos componentes de seu hardware.



Figura 3.1: Quantidade de Celulares no Mundo [38].

Esse contexto motivou a Google, em julho de 2005, a adquirir a *Android Inc.*, uma pequena empresa em Palo Alto (Califórnia - EUA). Na época a *Android Inc.* desenvolvia uma plataforma de telefone móvel baseada em Linux, com o objetivo de ser uma plataforma flexível, aberta e de fácil migração para os fabricantes.

Assim, nascia o embrião do sistema operacional Android. Esse sistema foi desenvolvido na plataforma Java e, atualmente, é mantido pela OHA (*Open Handset Alliance*), um grupo constituído por aproximadamente 80 empresas (entre as quais estão HTC, LG, Motorola, Samsung, Sony Ericsson, Toshiba, Sprint Nextel, China Mobile, T-Mobile, Asus, Intel, Garmin e outras mais) as quais se uniram para inovar e acelerar o desenvolvimento de aplicativos e serviços.

Dessa forma, o Android é um sistema operacional e age como uma interface entre o usuário e o hardware, provendo uma base para a execução de programas. As principais funções de um sistema operacional são:

- Gerenciamento de memória;
- Gerenciamento de processos;
- Sistema de arquivos;
- Gerenciamento dos dispositivos de entrada e saída; e
- Segurança.

3.2 A Arquitetura do Android

O Android é um sistema operacional que tem como base o *kernel* do Linux 2.6, sendo que várias modificações foram realizadas para que o sistema ficasse mais bem adaptado aos dispositivos portáteis [17] (veremos essas modificações na Seção 3.2.5.1). Como a maioria dos sistemas operacionais, ele é responsável pelas tarefas fundamentais do sistema como gerenciamento de memória, gerenciamento de processos, gerenciamento de arquivos, segurança, e outras.

Apesar de ser baseado no *kernel* do Linux, existe pouca coisa em comum com distribuições Linux convencionais (embarcadas ou não). Em resumo, o Android é uma máquina virtual Java rodando sobre o *kernel* do Linux, e que dá suporte para o desenvolvimento de aplicações Java por meio de um conjunto de bibliotecas e serviços. A arquitetura do Android é formada, basicamente, por quatro camadas, como pode ser visto na Figura 3.2 [17].

3.2.1 Aplicações

A camada de aplicações é a que está no topo da pirâmide da arquitetura do sistema operacional Android, composta pelo conjunto de aplicações nativas ou não do sistema. Dentre esses, é possível citar: cliente de e-mail, despertador, calendário, jogos, mapas, *browser* e internet.

3.2.2 Framework

Ao fornecer uma plataforma de desenvolvimento aberta, o Android oferece aos desenvolvedores a possibilidade de criar aplicações extremamente ricas e inovadoras. Eles estão



Figura 3.2: Arquitetura Android [2].

livres para aproveitar o hardware do dispositivo, as informações de localização de acesso, a execução de serviços de fundo, a definição de alarmes, as notificações para adicionar a barra de *status*, e muito mais [23].

A camada de *framework* nativo disponibiliza aos desenvolvedores as mesmas APIs (*Applications Programming Interface*) utilizadas para a criação de aplicações originais do Android, possibilitando ao programador o mesmo acesso ao sistema que os aplicativos nativos da camada de aplicação possuem. A camada de *framework* foi criada para abstrair a complexidade e simplificar a reutilização de procedimentos. Ela também faz a ligação com a camada de bibliotecas do sistema operacional que serão acessadas por meio de APIs contidas na camada de *framework* [23].

3.2.3 Bibliotecas

Essas bibliotecas são responsáveis por fornecer funcionalidades para manipular o áudio, o vídeo, os gráficos, o banco de dados e o *browser*. Nessa camada da arquitetura do Android também estão os serviços usados em camadas superiores, como a máquina virtual Java Dalvik, a qual será vista em detalhes na Seção 3.2.4.1. A maior parte destas bibliotecas e serviços estão desenvolvidos em C e C++ [17]. Algumas das principais bibliotecas desta camada estão listadas abaixo [23]:

- **Media Libraries** – Baseada em *PacketVideo's OpenCORE*, possui suporte a reprodução de muitos formatos de vídeo, audio e arquivos de imagem estática, incluindo

MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG e PNG;

- **Surface Manager** – Gerencia o acesso ao a camada de *display*;
- **LibWebCore** – Um navegador web moderno;
- **SGL** - Motor gráfico 2D;
- **Bibliotecas 3D** – Uma aplicação baseada em *OpenGL ES 1.0 APIs*; As bibliotecas usam aceleração de hardware 3D (quando disponível);
- **FreeType** – Suporte a *bitmaps* e vetoriais;
- **SQLite** – Um banco de dados relacional leve e potente, disponível para todas as aplicações.

3.2.4 Android *Runtime*

No gerenciamento de memória do Android existem algumas peculiaridades. O Android inclui um grupo de bibliotecas que fornece a maioria das funcionalidades disponíveis nas principais bibliotecas da linguagem Java. Toda aplicação Android possui um processo e uma instância próprios na máquina virtual *Dalvik*. Assim como nas plataformas Java e *.Net*, o Android utiliza-se de uma Máquina Virtual (*VM*) própria, para assegurar que a execução de várias instâncias em um único dispositivo seja eficiente. A *Dalvik* utiliza o *kernel* do Linux para lidar com funcionalidades de nível mais baixo, como segurança, *threading* e gerenciamento de processos e memória [24].

3.2.4.1 Máquina Virtual *Dalvik*

Todo o hardware do dispositivo e os serviços do sistema operacional são controlados usando o *Dalvik* como uma camada intermediária. Os desenvolvedores, por meio do uso desta máquina virtual para hospedar a execução de aplicativos, podem abstrair da implementação em hardwares em particular, facilitando a criação de novos aplicativos, que podem executar em qualquer dispositivo igualmente.

A *Dalvik* possui também uma extensão própria para os arquivos executáveis, a *.dex*, que garante um menor consumo de memória. Os arquivos *.dex* são criados através da transformação das classes compiladas do Java pelas ferramentas fornecidas no Android *SDK*. Além disso, desde a versão 2.2 (*Froyo*), o Android possui uma implementação de JIT (*Just-in-time*), que compila *dexcodes* para a arquitetura-alvo em tempo de execução, tornando a execução dos processos consideravelmente mais rápida, já que não precisa ficar interpretando *dexcodes*.

Assim, diferentemente da *Java VM* e *.Net*, o Android também gerencia o tempo de vida do processo. Para otimizar o uso de memória verifica-se o estado de resposta do aplicativo, parando e matando processos conforme necessário para liberar recursos à aplicações de maior prioridade. Junto com a máquina virtual *Dalvik*, o Android usa o *framework Apache Harmony*, desenvolvido pela *Apache Software Foundation* como biblioteca padrão de classes Java [24].

3.2.5 Kernel Linux

A camada do *kernel* é baseada em um sistema do Linux versão 2.6. Esta camada atua também como responsável pela abstração entre o hardware e os aplicativos e, é responsável pelos principais serviços do sistema operacional Android, tais como o gerenciamento de memória e de processos.

O Linux 2.6 foi escolhido por já conter uma grande quantidade de *drivers* de dispositivos sólidos e por ter um bom gerenciamento de memória e processos. Várias funções do *kernel* são utilizadas diretamente pelo Android, mas muitas modificações foram feitas para otimizar memória e tempo de processamento das aplicações. Essas modificações incluem novos dispositivos de *drivers*, adições no sistema de gerenciamento de energia e um sistema que possibilita terminar processos de maneira criteriosa quando há pouca memória disponível, como pode ser visto na Seção 3.2.5.1.

3.2.5.1 Principais Modificações no *Kernel*

Como dito anteriormente, o Android usa uma versão modificada do *Kernel* do Linux. Dentre as principais modificações, cita-se [17]:

- ***Binder***: Em todo sistema operacional com suporte à memória virtual, os processos rodam em diferentes regiões de memória. Isso significa que nenhum processo tem acesso à região de memória de outro processo. E por isso é preciso um mecanismo de comunicação entre processos. Diferentemente dos sistemas Linux tradicionais que utilizam o padrão *System V IPC* para comunicação entre processos (*message queues*, semáforos e *shared memory*), o Android usa o *Binder* para essa comunicação. Ele implementa um módulo no *kernel* em “*drivers/misc/binder.c*” para esta tarefa. Toda comunicação entre processos no Android passa pelo *binder*. Para o desenvolvedor de aplicações Android o processo é transparente, já que é abstraído pelas bibliotecas do sistema.
- ***Ashmem***: É um novo mecanismo de compartilhamento de memória, onde dois ou mais processos podem se comunicar por meio de uma região compartilhada de memória. É mais leve e fácil de usar, tem um melhor suporte a dispositivos com pouca memória, já que tem a capacidade de descartar regiões de memória compartilhada de maneira segura em caso de pouca memória disponível. Sua implementação encontra-se em “*mm/ashmem.c*”.
- ***Logger***: O Android possui um sistema global de *logs*, implementado por meio de um módulo do *kernel*. Quatro arquivos de dispositivo são criados em “*/dev/log*”, onde cada um representa um *buffer* diferente. Para as aplicações acessarem o sistema de *log*, deve-se abrir, escrever ou ler num destes arquivos de dispositivo. A implementação deste módulo no *kernel* encontra-se em “*drivers/misc/logger.c*”. Um exemplo pode ser visto na Figura 3.3.
- ***Wakelocks***: Se um dispositivo Android ficar um tempo sem ser usado, entrará em modo de baixo consumo para garantir economia de bateria, visto que a energia em dispositivos móveis é um recurso escasso, diferente de um computador pessoal que é o principal alvo do sistema Linux. Assim, o módulo de *wakelock* permite que

```
# ls -l /dev/log
crw-rw--w- root    log      10,   54 1970-01-01 00:00 system
crw-rw--w- root    log      10,   55 1970-01-01 00:00 radio
crw-rw--w- root    log      10,   56 1970-01-01 00:00 events
crw-rw--w- root    log      10,   57 1970-01-01 00:00 main
```

Figura 3.3: Diretório de *Logs* do Android.

as aplicações desabilitem o mecanismo de baixo consumo. A sua implementação encontra-se em “*kernel/power/wakelock.c*”.

- ***Oom handling***: Faz o controle do uso de memória do sistema operacional e encerra processos se verificar que a memória disponível esta abaixo de um valor mínimo aceitável. É implementado em “*drivers/misc/lowmemorykiller.c*”.
- ***Timed GPIO***: É o que possibilita acionar saídas de *Input/Output (I/O)* de forma temporizada. Está implementado em “*drives/misc/timed_gpio.c*”.

3.3 Gerência de Arquivos

A memória principal do computador é volátil, isto é, todo o seu conteúdo é perdido quando a alimentação de energia é desligada, e seu tamanho é limitado pelo custo do hardware. Assim, os usuários necessitam de algum método para armazenar e recuperar informações de modo permanente. Para uma utilização futura, os dados devem ser armazenados em um dispositivo periférico não volátil, como um disco rígido (HD), ou CD, que podem ser lidos e gravados por um ou mais processos [24].

Uma árvore de diretórios de um sistema de arquivos para o Android pode ser vista na Figura 3.5. Novamente pode-se notar a grande diferença se comparado ao sistema Linux usual. Os dois principais diretórios são o “*data*”, que armazena os dados das aplicações, e o “*system*”, com as bibliotecas (*system/lib*), serviços (*system/bin* e *system/sbin*) e aplicações Java (*system/app*). O Android implementou uma biblioteca chamada *Bionic* para usar como biblioteca do sistema.

A *Bionic* usa a licença BSD (*Berkeley Software Distribution*), e suporta as arquiteturas x86 e ARM [24]. Diferentemente do Linux, as bibliotecas não são a *glibc* ou *uClibc*. Uma alternativa viável seria utilizar a licença GPL da *Busybox*, no entanto os engenheiros da Google preferiram usar a *Toolbox*, uma implementação no mesmo esquema do *Busybox*, que também traz um conjunto mais limitado de comandos e ferramentas úteis para gerenciar um sistema Android [24].

Os executáveis que fazem um *link* para a *Toolbox* podem ser vistos na listagem apresentada na Figura 3.4. O Android ainda usa por padrão o *SQLite* como gerenciador de banco de dados para as aplicações e o *OpenGL/ES* como biblioteca para interface gráfica, dentre outras bibliotecas disponíveis [24].

Além disso, o Android permite que os dados sejam armazenados de diversas formas, como por meio de um mecanismo chamado de preferências, onde é possível armazenar tipos primitivos. Esta possibilidade, geralmente, é utilizada para guardar as preferências do usuário.

```

$ ls -l /system/bin
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 reboot -> toolbox
-rwxr-xr-x system system          9648 2011-08-13 04:24 audioloop
-rwxr-xr-x system system        100916 2011-08-13 04:24 iptables
-rwxr-xr-x system system          9748 2011-08-13 04:24 sdcard
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 ps -> toolbox
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 top -> toolbox
-rw-r--r-- system system          5372 2011-08-13 04:24 testwrap
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 mount -> toolbox
-rwxr-xr-x system system          5548 2011-08-13 04:24 dvz
-rwxr-xr-x system system        18112 2011-08-13 04:24 debuggerd
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 ln -> toolbox
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 ifconfig -> toolbox
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 renice -> toolbox
-rwxr-xr-x system system        10792 2011-08-13 04:24 showlease
drwxr-xr-x system system          2011-08-13 04:24 sgx
lrwxrwxrwx system system          2011-08-13 04:24 start -> toolbox
...

```

Figura 3.4: Executáveis que Fazem *Link* com o *Toolbox* [24].

```

$ sudo tree -d -L 2 .
-
|-- acct
|   `-- uid
|-- cache
|   `-- lost+found
|-- config
|-- d -> /sys/kernel/debug
|-- data
|   |-- anr
|   |-- app
|   |-- app-private
|   |-- backup
|   |-- bootchart
|   |-- dalvik-cache
|   |-- data
|   |-- dontpanic
|   |-- local
|   |-- lost+found
|   |-- misc
|   |-- property
|   |-- secure
|   |-- system
|   `-- tombstones
|-- dev
|-- mnt
|   |-- asec
|   |-- sdcard
|   `-- secure
|-- part-3
|-- proc
|-- sbin
|-- sys
`-- system
    |-- app
    |-- bin
    |-- etc
    |-- fonts
    |-- framework
    |-- lib
    |-- media
    |-- ti-dsp
    |-- usr
    `-- xbin

```

Figura 3.5: Estrutura de Diretórios do Android [24].

Também é possível armazenar dados diretamente no aparelho ou em um dispositivo de memória removível, utilizando arquivos. A aplicação pode, alternativamente, com o *SQLite*, armazenar informações em tabelas de um banco de dados [27]. A plataforma suporta ainda o acesso a operações de rede que podem ser utilizadas para guardar ou requisitar dados em dispositivos remotos.

3.4 Gerência de Memória

O sistema operacional possui acesso à memória e coordena a utilização desta por processos dos usuários, e garante a utilização segura da mesma. Grande parte dos sistemas operacionais utiliza o conceito de memória virtual [27]. O sistema deve, portanto, assegurar que cada processo tenha seu próprio espaço na memória, prover a proteção deste espaço para que não haja a sobrescrição e utilização por outro processo e possibilitar que uma aplicação não utilize mais memória que a existente fisicamente.

Como o Android é um sistema operacional baseado em Linux com o *kernel* 2.6, ele utiliza o gerenciamento de memória baseado em tal. Todas as operações básicas do sistema operacional em níveis mais baixos, como o gerenciamento de memória, são tratados pelo *kernel* do Linux. Sendo assim, o sistema se utiliza da biblioteca padrão do C, que acompanha o Linux há anos.

Como visto na Seção 3.2.4, a *Dalvik* utiliza o *kernel* do Linux para lidar com funcionalidades de nível mais baixo, como gerenciamento de processos e memória. Assim, em determinado momento, quando a memória está escassa, o Android pode destruir um processo. Consequentemente, todos os componentes da aplicação que estão sendo executados naquele processo são destruídos. Para decidir qual processo deve ser eliminado, é levada em conta a importância dos processos para o usuário. Por exemplo, o sistema irá destruir primeiro aqueles que contêm atividades que não estão mais visíveis na tela.

A maioria das pessoas que possui um *smartphone* com o sistema operacional Android, certamente já usou, ou pelo menos já ouviu falar dos *Task Killers*, que são programas para gerenciar os processos que estão em execução no telefone, e fechá-los de tempos em tempos quando você pára de usar ou deixa o telefone em *stand-by* [20]. Se existem aplicações como esta, para ficar fechando os programas de tempo em tempo, é fácil deduzir que o Android os mantém abertos, diferentemente do que acontece em outros sistemas operacionais, sejam *mobile* ou baseados na arquitetura *x86*.

Realmente, quando você clica no botão *home* (para voltar para a tela principal), ou em algum momento sai de uma aplicação e vai para a outra, aquele programa que estava em uso é mantido na memória do aparelho e lá fica por tempo indeterminado, sendo fechado a critério do Android. Por esse motivo, surgiram diversos *Task Killers* que trabalham em *background*, verificando quais aplicativos estão ociosos e fazendo com que sejam devidamente eliminados.

É possível visualizar a lista de processos no Android versão 2.1 ou superior, e também fechá-los quando estão consumindo muita CPU. Outro programa interessante para verificar os processos é o *Watchdog* (este também é um *Task Killer*, mas com a abordagem voltada para o consumo de CPU, e não de memória).

O problema em se usar *Task Killers* é que eles ficam residentes na memória consumindo CPU, justamente para identificar programas abertos [20]. Muitas vezes o *Task Killer* fecha um determinado programa que era necessário pelo Android, e este o abre novamente.

Quando esta situação ocorre, há um considerável consumo de CPU, e isso acarreta em um maior consumo de CPU.

Em resumo, é melhor deixar que o próprio Android cuide dos processos, pois ele foi desenvolvido para gerenciá-los de forma eficiente, agilizando processos sem deixar que o usuário fique sem memória quando precisar abrir outra aplicação.

Como dito anteriormente, o gerenciamento de memória em baixo nível do Android é feito pelo Linux *kernel* 2.6. A descrição da memória virtual é feita, portanto, no Linux por meio de segmentação e de paginação.

3.4.1 Paginação

Somente com a segmentação tem-se blocos de memória contínuos para cada processo. Isso sobrecarrega a memória, copiando a imagem de um processo todo de uma vez. Caso não haja um espaço de memória suficiente para alocar todo o processo, ou seja, não há um segmento que o comportasse e haverá falha por falta de segmento (*segmentation fault*). Para resolver tal problema é usada a paginação, onde a memória é dividida em pedaços de tamanho fixo (páginas), e segmentos de código são alocados nestes, e mapeados por meio de uma tabela de páginas, ao invés de alocação de todo o código de uma única vez [24].

No Linux a paginação é feita em três níveis, ou seja, são usadas três tabelas para mapear a memória, a *Page Directory*, a *Page Middle Directory* e a *Page Table*. O campo *directory field* é usado como índice para o diretório global, que existe para cada processo. O valor achado nessa posição é um ponteiro para a *page middle table*, que é novamente indexada e contém um ponteiro que indica o endereço virtual de memória. Isso pode ser visto na Figura 3.6.

Além disso, para aumentar o desempenho do sistema é mantido um *buffer* com os últimos endereços acessados, para que não haja necessidade de fazer múltiplos acessos às páginas. Este *buffer* é chamado de TLB (*Translation Lookaside Buffer*).

Logo, antes de realizar a procura do endereço utilizando as tabelas de página, o sistema busca a tradução direta do endereço no TLB. É importante que o TLB se mantenha atualizado com relação ao conteúdo da memória principal. Como o TLB, em geral, possui tamanho menor que a memória principal, é necessário substituir alguma tradução armazenada por outra mais recente [24].

3.4.2 Segmentação

A segmentação implementada no Android divide a memória em dois espaços distintos, o espaço do *kernel* (*Kernel Space*) e o espaço do usuário (*User Space*). Dentro destes espaços tem-se os quatro segmentos básicos:

- *Kernel Code*;
- *Kernel Data/Stack*;
- *User Code*;
- *User Data/Stack*.

Dessa forma, pode-se garantir a proteção da memória, evitando o acesso de memória entre usuários. Assim, é possível garantir, principalmente, que processos em modo *kernel*

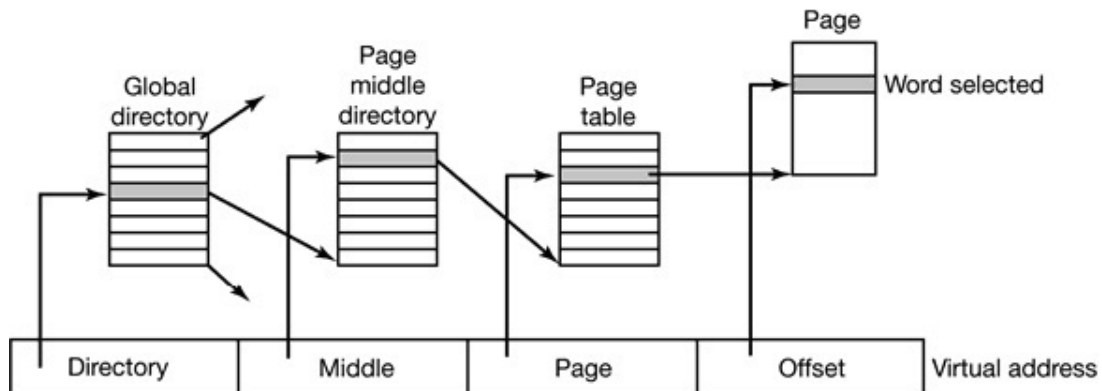


Figura 3.6: Paginação [2].

não se misturem com processos em modo usuário e que a pilha de dados não cresça indiscriminadamente [24].

3.4.3 Substituição de Páginas

Quando a memória já preencheu todas as páginas possíveis e um processo em execução requisita que uma nova página seja alocada, é necessário realizar a substituição de páginas. Para isso, existem diversos algoritmos de substituição para escolher qual página deverá ser removida para a entrada da nova página na memória. O algoritmo utilizado no Linux é o LRU (*Least Recentment Used*) [24].

O LRU remove da memória a página que não foi utilizada por mais tempo. Isso baseia-se na suposição de que páginas que não foram recentemente utilizadas também não o serão nas próximas instruções, enquanto páginas bastante utilizadas agora tendem a ser bastante utilizadas na instruções seguintes.

3.5 Versões

O sistema operacional Android passou por diversas evoluções desde a sua primeira versão oficial, lançada no ano de 2008. Nesta seção serão detalhadas as principais alterações e melhorias entre as versões mais relevantes.

3.5.1 Android 1.0 (API Nível 1)

Primeira versão comercial do sistema operacional, lançada em 23 de setembro de 2008. Já possuía aplicativos do Google e vários outros recursos básicos, mas que na época eram inovadores, como um *Media Player*, navegador, suporte a *wi-fi* e *bluetooth*, conforme mostrado na Figura 3.7.

Ele já possuía acesso ao *Android Market*, que mais tarde seria renomeado para *Google Play*, para realizar *download* de aplicativos. O primeiro dispositivo Android, o *HTC Dream*, incorporou as seguintes características do Android 1.0:

- Aplicação *Android Market* realiza *download* e atualiza os aplicativos por meio do aplicativo *Market*;
- Navegador *Web* para exibir, dar *zoom* e suporte total à páginas em HTML e XHTML - múltiplas páginas são mostradas em janelas ("*cards*");
- Suporte a câmera - entretanto, nesta versão, faltavam as opções de alterar a resolução da câmera, balanço branco, qualidade, etc.



Figura 3.7: Android Versão 1.0 [37].

3.5.2 Android 1.1 (API Nível 2)

Primeira atualização do sistema, lançada em 9 de fevereiro de 2009, inicialmente para o *HTC Dream*, corrigiu falhas e *bugs* da versão 1.0 e não trouxe grandes inovações, como pode ser visto na Figura 3.8. Entre as novidades estão, o detalhamento e a exibição de *reviews* de locais quando o usuário faria uma busca no *maps*, adiciona suporte para salvar anexos de mensagens e melhorias na interface para realizar chamadas [39].

3.5.3 Android 1.5 (*Cupcake* - API Nível 3)

Foi a primeira versão do sistema operacional a receber um apelido carinhoso de sobremesa, que virou padrão daí em diante. Lançada em 27 de abril de 2009, com base no *kernel* Linux 2.6.27, ela teve a inclusão dos *Widgets*, que até hoje são marca registrada do sistema, gravação e reprodução de vídeos em formato MPEG-4 e 3GP.

Esta versão também incluiu transições de telas animadas e melhorias no teclado, que passou a funcionar com o celular na vertical e horizontal, suportar palavras customizadas



Figura 3.8: Android Versão 1.1 [37].

pelo usuário e permitir instalação de teclados desenvolvidos por terceiros. Além disso, o envio de fotos para o Picasa e de vídeos para o YouTube foi implementado. Já o doce em questão é o *cupcake*, um bolo individual bastante saboroso, conforme apresentado na Figura 3.9 [17].



Figura 3.9: Android Versão 1.5 - *Cupcake* [37].

3.5.4 Android 1.6 (*Donut* - API Nível 4)

A versão foi lançada em 15 de setembro de 2009, baseada no *kernel* Linux 2.6.29, trouxe suporte à resolução 800x480, e a inclusão de uma caixa de buscas já na tela inicial,

para facilitar pesquisas internas e na *web*. Também teve melhorias em acessibilidade e a inclusão de um sistema de síntese de voz [17].

Também trouxe mais facilidade de uso para o *Google Play*, possibilitando a inclusão de *screenshots* de aplicativos. Quanto ao nome, *donut* é basicamente uma rosquinha bastante saborosa, que pode ser frita e depois coberta pelo que você quiser, como pode ser visto na Figura 3.10 [17].



Figura 3.10: Android Versão 1.6 - *Donut* [37].

3.5.5 Android 2.0 a 2.1 (*Eclair* - API Níveis 5, 6 e 7)

A “bomba de chocolate” foi lançada em 26 de outubro de 2009 e marcou a primeira atualização radical do sistema operacional móvel do Google. Trouxe uma nova interface, como visto na Figura 3.11, velocidade de hardware otimizada e suporte ao HTML5 no navegador [17].

O sistema ainda apresentou a possibilidade de inclusão de várias contas no aparelho, para sincronização de contatos de várias fontes diferentes, além de trazer suporte ao protocolo de e-mail *Microsoft Exchange*. As atualizações posteriores apenas trouxeram correções de *bugs* [17].

Os lançamentos ocorridos foram [39]:

- 2.0 – API nível 5 – Lançada em 26 de outubro de 2009;
- 2.0.1 – API nível 6 – Lançada em 03 de dezembro de 2009;
- 2.1 – API nível 7 – Lançada em 11 de janeiro de 2010.

3.5.6 Android 2.2 a 2.2.3 (*Froyo* – API Nível 8)

Lançada em 10 de maio de 2010, baseada no Linux *kernel* 2.6.32, a versão foi marcada por várias novidades que rodavam em *background* no sistema, e praticamente eram

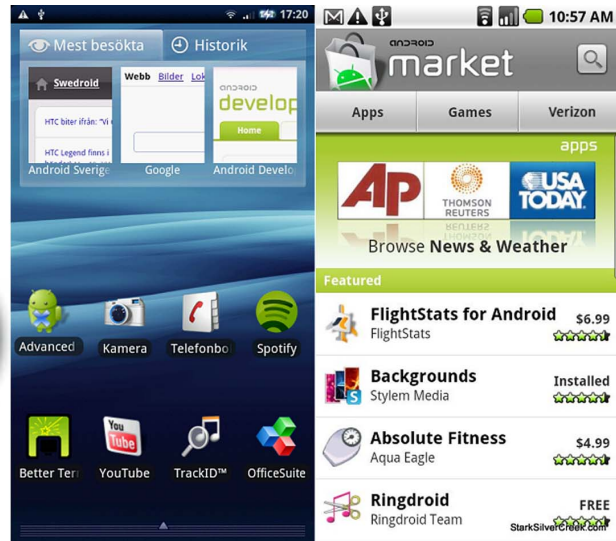
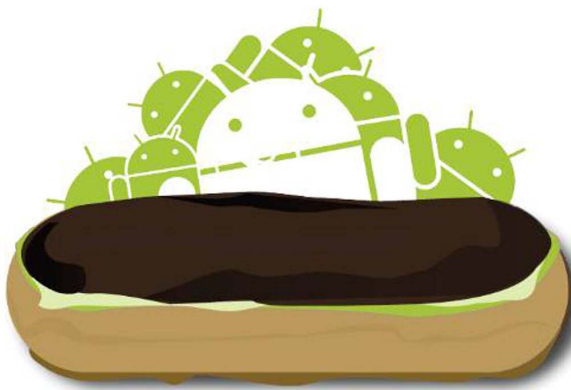


Figura 3.11: Android Versões de 2.0 a 2.1 - *Eclair* [37].

invisíveis ao usuário comum, com otimização de velocidade, memória e desempenho. Esta versão trouxe a possibilidade de transformar o celular em um *hotspot* de *wi-fi* e instalação de aplicativos em cartões de memória removíveis. O navegador ganhou o motor de *JavaScript V8*, que também marca presença no *Chrome* convencional. As atualizações posteriores trouxeram apenas correções de falhas de segurança e *bugs* menores. Esta versão pode ser vista na Figura 3.12 [17].

O nome da versão vem dos *frozen yogurts* ou *Froyo*, uma sobremesa gelada feita de iogurte, similar ao sorvete, porém com menor teor de gordura.

Os lançamentos ocorridos foram [39]:

- 2.2 – API nível 8 – Lançada em 20 de maio de 2010;
- 2.2.1 – API nível 8 – Lançada em 18 de junho de 2010;
- 2.2.2 – API nível 8 – Lançada em 22 de junho de 2010;
- 2.2.3 – API nível 8 – Lançada em 21 de novembro de 2010.

3.5.7 Android 2.3 a 2.3.7 (*Gingerbread* - API Níveis 9 e 10)

Foi a versão mais popular do Android até pouco tempo, e também mais duradoura, pois ela é presente até hoje em dispositivos mais baratos, e é baseada no Linux *kernel* 2.6.35. Esta versão foi lançada em 6 de dezembro de 2010 e trouxe interface renovada e simplificada e suporte a resolução HD e tecnologia NFC (*Near Field Communication*), conforme mostra a Figura 3.13 [17].

Também passou a ter suporte nativo a sensores como barômetro e giroscópio, e a aceitar múltiplas câmeras em um mesmo dispositivo. Assim, as câmeras frontais passaram a se popularizar.

O nome *Gingerbread* é uma homenagem aos biscoitos consumidos no natal americano e europeu, em formato de boneco e sabor de gengibre.



Figura 3.12: Android Versões de 2.2 a 2.2.3 - *Froyo* [37].

Os lançamentos dessa versão [39]:

- 2.3 – API nível 9 – Lançada em 06 de dezembro de 2010;
- 2.3.3 – API nível 10 – Lançada em 09 de fevereiro de 2011;
- 2.3.4 – API nível 10 – Lançada em 28 de abril de 2011;
- 2.3.5 – API nível 10 – Lançada em 25 de julho de 2011;
- 2.3.6 – API nível 10 – Lançada em 02 de setembro de 2011;
- 2.3.7 – API nível 10 – Lançada em 21 de setembro de 2011.

3.5.8 Android 3.0 a 3.2 (*Honeycomb* - API Níveis 11, 12 e 13)

Foi o único sistema operacional desenvolvido para *tablets*, lançado em 22 de fevereiro de 2011, baseada no *kernel* Linux 2.6.36. Sua nova interface “holográfica” foi otimizada para este tipo de dispositivo, como pode ser visto na Figura 3.14. Ele trouxe melhorias de câmera e simplificação de multitarefas, e suporte a processadores com múltiplos núcleos. A navegação na internet também foi melhorada, com a novidade do modo incógnito. O sistema também passou a permitir a encriptação de todos os dados do usuário. Outra novidade do *Honeycomb* é o *videochat*, possível graças à integração com o *Google Talk* [17].

A maioria das *Smart TVs* com o sistema *Google TV*, utilizava uma versão modificada do *Honeycomb* 3.2.

O nome *honeycomb* significa favo de mel, onde o mel é guardado pelas abelhas.

Os lançamentos dessa versão foram [39]:

- 2.3.7 – API nível 10 – Lançada em 21 de setembro de 2011;
- 3.0 – API nível 11 – Lançada em 22 de fevereiro de 2011;

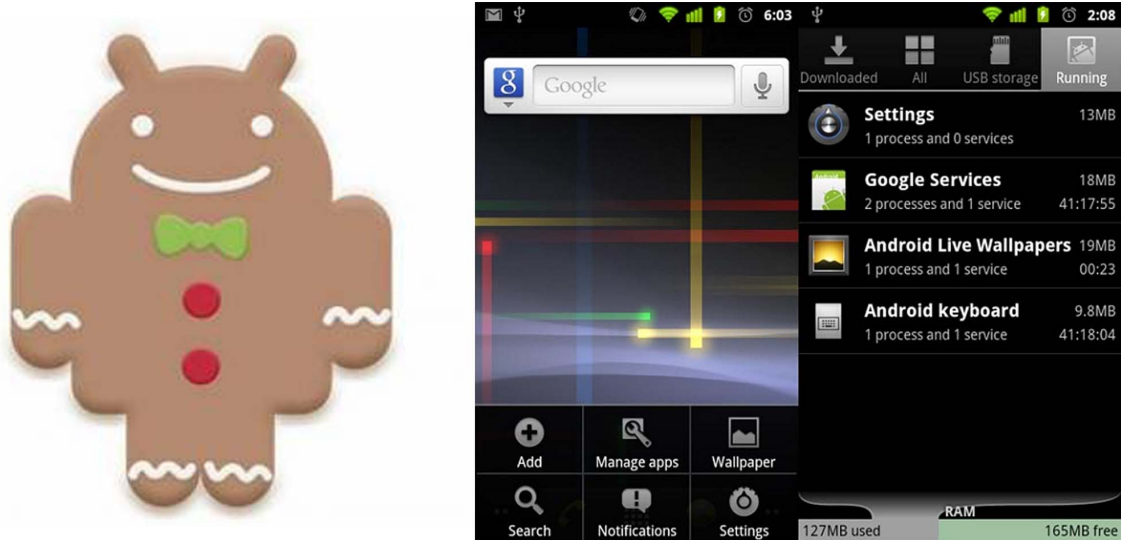


Figura 3.13: Android Versões de 2.3 a 2.3.7 - *Gingerbread* [37].

- 3.1 – API nível 12 – Lançada em 10 de maio de 2011;
- 3.2 – API nível 13 – Lançada em 15 de julho de 2011;
- 3.2.1 – API nível 13 – Lançada em 30 de agosto de 2011;
- 3.2.2 – API nível 13 – Lançada em 20 de outubro de 2011;
- 3.2.6 – API nível 13 – Lançada em fevereiro de 2012.

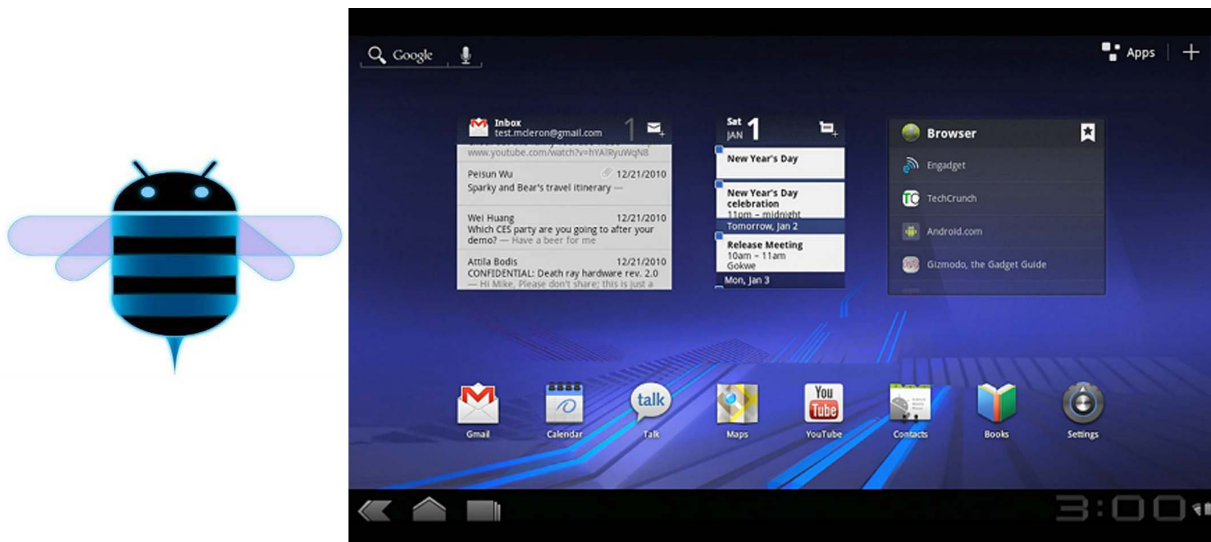


Figura 3.14: Android Versões de 3.0 a 3.2 - *Honeycomb* [37].

3.5.9 Android 4.0 a 4.0.4 (*Ice Cream Sandwich* - API Níveis 14 e 15)

Lançado em 19 de outubro de 2011, e baseado no *kernel* Linux 3.0.1, a versão trouxe para os *smartphones* os botões virtuais disponíveis nos *tablets* com *Honeycomb*, abolindo a necessidade de teclas físicas nos dispositivos, conforme mostrado na Figura 3.15. Esta versão apresentou o *Android Beam*, que permitia o envio rápido de arquivos por aproximação de aparelhos, por meio de NFC [17].

Também incluiu a possibilidade de acessar aplicativos diretamente da tela de bloqueio e desbloqueio por meio de reconhecimento facial. O *Chrome* passou a aceitar navegação em abas (até 16 abas simultâneas), e o sistema trouxe editor de fotos nativo [17]. Por fim o nome *Ice Cream Sandwich* vem de um biscoito recheado com sorvete.

Os lançamentos dessa versão foram [39]:

- 4.0.1 – API nível 14 – Lançada em 19 de outubro de 2011;
- 4.0.2 – API nível 14 – Lançada em 28 de novembro de 2011;
- 4.0.3 – API nível 15 – Lançada em 16 de dezembro de 2011;
- 4.0.4 – API nível 15 – Lançada em 29 de março de 2012.

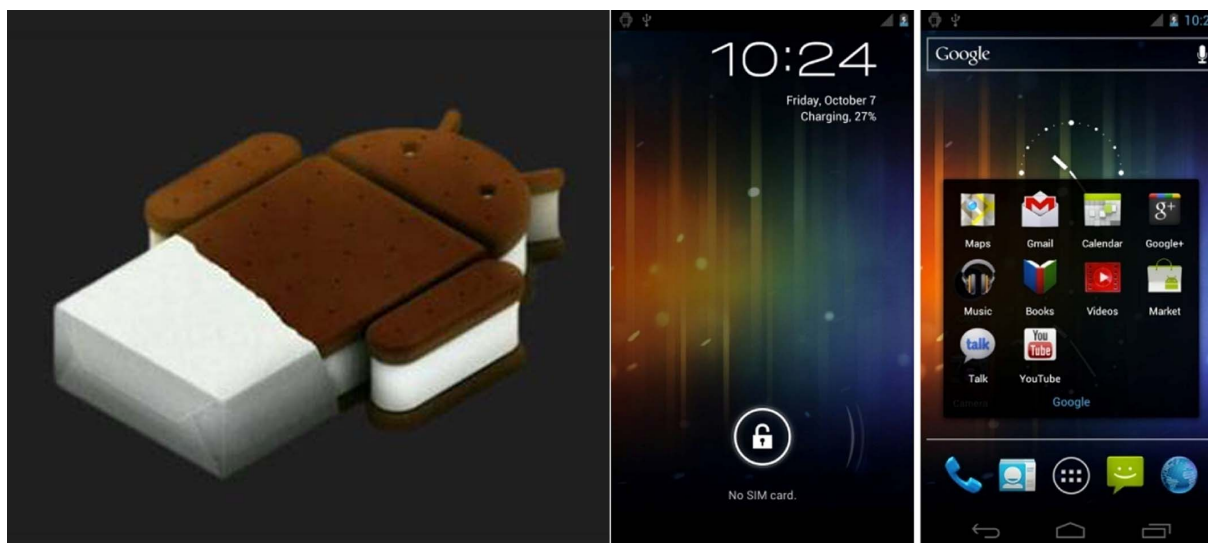


Figura 3.15: Android Versões de 4.0 a 4.0.4 - *Ice cream sandwich* [37].

3.5.10 Android 4.1 a 4.3 (*Jelly Bean* - API Níveis 14 e 16)

Esta versão está disponível nos dispositivos mais modernos, tanto *tablets* quanto *smartphones*. Foi lançada em 9 de julho de 2012, baseada no *kernel* Linux 3.0.31, e trouxe uma interface renovada e mais elegante, notificações expansíveis, como pode ser visto na Figura 3.16. A edição também trouxe o suporte ao *Android Beam* via *bluetooth* [17].

Já a versão 4.2 incluiu a tecnologia *Photo Sphere*, para produção de imagens em 360° e trouxe a possibilidade de realizar gestos na tela de bloqueio para acessar rapidamente a câmera do celular [17].

A versão 4.3 teve outras alterações pequenas, mas uma importante foi a possibilidade de uso do botão do volume para a câmera, nos casos de aparelhos com o Android puro. Foi melhorado o *bluetooth*, o teclado e implantados perfis restritos, para evitar que crianças façam compras com o cartão do pai sem permissão, por exemplo [17]. O nome vem de uma jujuba em forma de feijão.

Os lançamentos dessa versão foram [39]:

- 4.1.1 – API nível 14 – Lançada em 09 de julho de 2012;
- 4.1.2 – API nível 16 – Lançada em 09 de outubro de 2012;
- 4.2 – API nível 16 – Lançada em 26 de outubro de 2012;
- 4.2.1 – API nível 16 – Lançada em 27 de novembro de 2012;
- 4.2.2 – API nível 16 – Lançada em 30 de abril de 2013;
- 4.3 – API nível 16 – Lançada em 24 de julho de 2013.

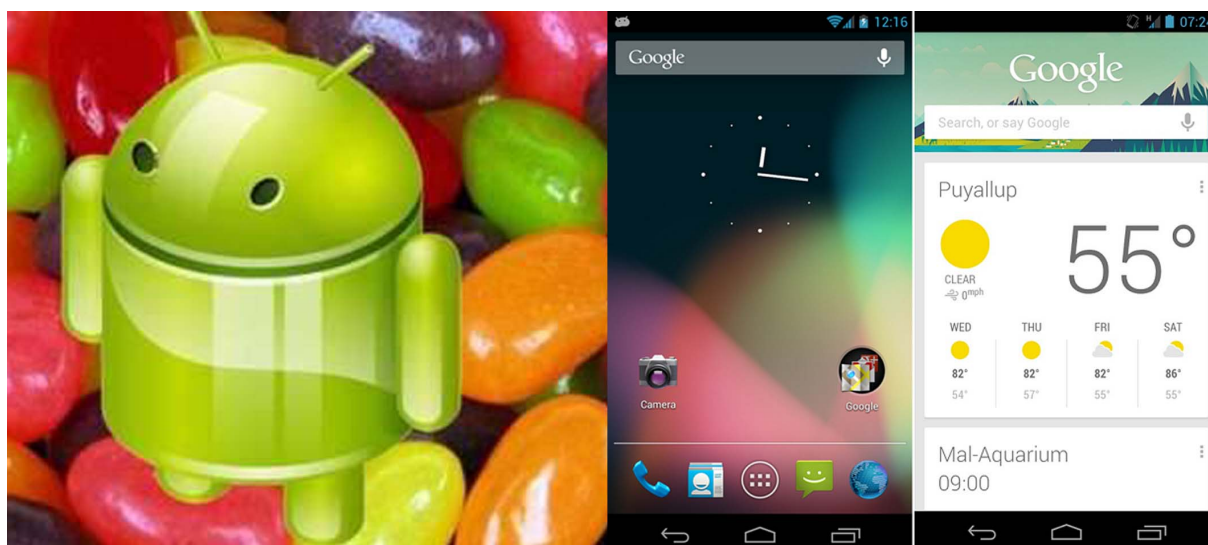


Figura 3.16: Android Versões de 4.1 a 4.3 - *Jelly bean* [37].

3.5.11 Android 4.4 (*Kit Kat* - API Nível 19)

Lançado em 31 de outubro de 2013, o Android 4.4 *KitKat* é o sucessor do Android 4.3 *Jelly Bean*. Após recente acordo com a Nestlé, o novo sistema Android leva o nome de um dos doces mais famosos da marca. Esse acordo prevê ainda campanhas de *marketing* em conjunto, com vale-brindes de aparelhos Nexus 7 e de conteúdo na *Play Store*.

A versão traz novidades bastante significativas tanto em termos de *design* e aparência da plataforma, como em termos de experiência de utilizador, assim como abundância em

novos recursos adicionais, como mostra a Figura 3.17. Destaca-se pequenas mudanças em algumas aplicações nativas como a agenda e o *Hangouts*, que foi atualizado e passará a integrar as mensagens *online* com as SMS. Mas, a principal novidade do Android 4.4 é o recurso de reconhecimento de voz que permite usar comandos de voz sem tocar na tela do aparelho e funciona mesmo em modo de espera [17].

Lançamento dessa versão [39]:

- 4.4 – API Nível 19 – Lançada em 31 Outubro de 2013.



Figura 3.17: Android Versão 4.4 - *Kitkat* [37].

Como é possível perceber, a partir da versão 1.5 do Android *cupcake*, todas as versões possuem nomes de doces e seguem uma ordem alfabética:

- **C**upcake;
- **D**onut;
- **E**clair;
- **F**royo;
- **G**ingerbread;
- **H**oneycomb;
- **I**ce cream sandwich;
- **J**elly Bean;
- **K**itKat.

Ryan Gibson concebeu o esquema de nomenclatura que foi usado pelos lançamentos públicos majoritários, iniciando com o Android 1.5 "*Cupcake*" em abril de 2009, porém não se sabe o porquê dessa predileção por doces. Aparentemente se trata de uma brincadeira interna, que acabou sendo adotada publicamente [39].

3.6 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentadas a origem e as principais funcionalidades do sistema operacional Android. Os dispositivos móveis estão ganhando cada vez mais espaço no cotidiano das pessoas, seja pela facilidade de se comunicar, ou pela poderosa ferramenta em que tais aparelhos têm se tornado.

Os aplicativos, por exemplo, trazem mais comodidade, facilidade, interação e diversão para os usuários de dispositivos móveis. Já as aplicações, como a do gmail, mostrado na Figura 3.18, são extremamente práticas no cotidiano de milhares de usuários que ficam grande parte do dia conectados à internet.

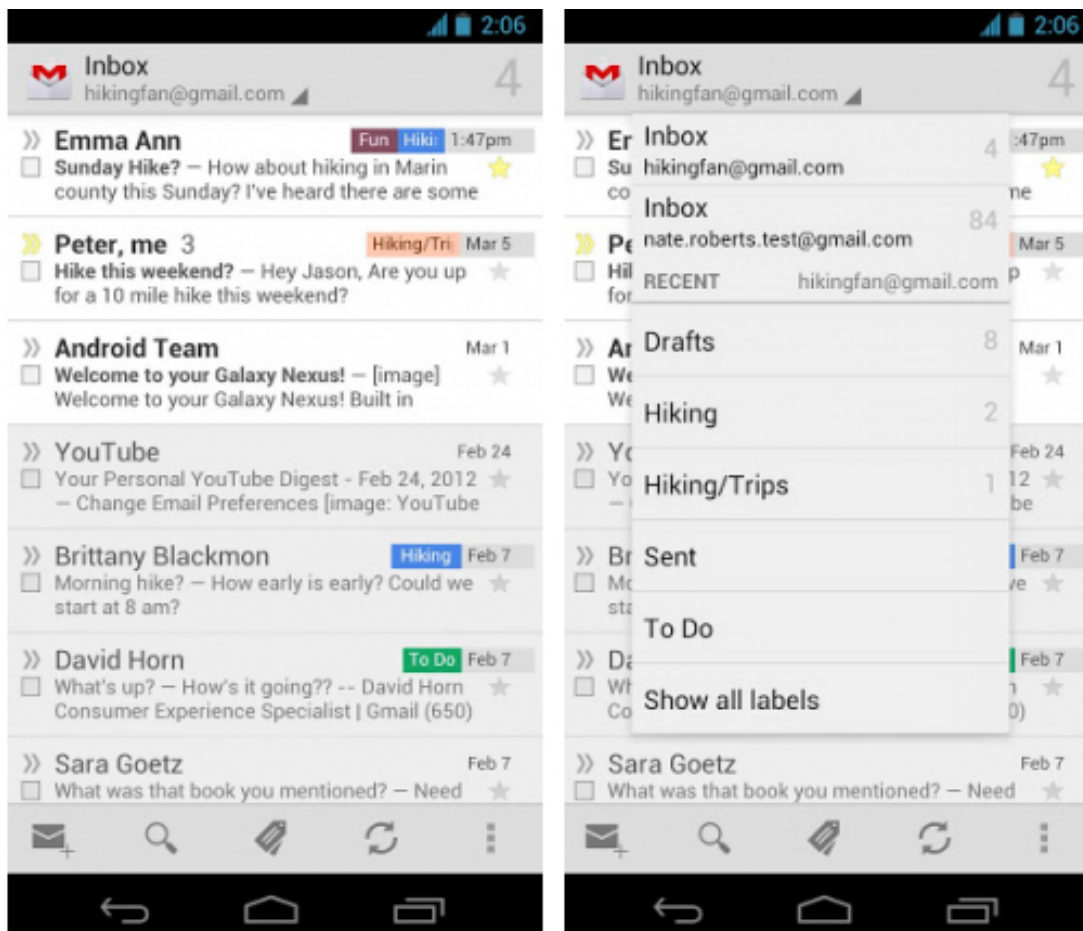


Figura 3.18: Aplicativo do Gmail para Dispositivos Móveis [32].

Dessa forma, como será detalhado no Capítulo 4, este trabalho foi desenvolvido sobre a plataforma Android, pois a maioria das empresas responsáveis pela fabricação de celulares e *tablets*, utilizam tal plataforma como seu sistema operacional nativo, como visto na Seção 3.1.

Assim, a aplicação será suportada a partir da versão 2.3 do Android *gingerbread* 3.5.7, escolhida por ser uma versão que possui uma quantidade de usuários considerável, como pode ser visto na Figura 3.19. Os dados são do mês de novembro de 2013 (versões com menos de 0,1% de uso não aparecem no gráfico.) [1].

Versão	Nome	API	Distribuição
2.2	Froyo	8	1.7%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	26.3%
3.2	Honeycomb	13	0.1%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	19.8%
4.1.x	Jelly Bean	16	37.3%
4.2.x		17	12.5%
4.3		18	2.3%

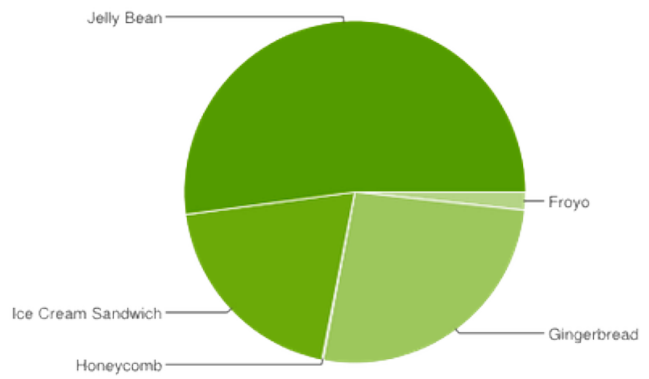


Figura 3.19: Estatística do Uso das Versões do Android [1].

Capítulo 4

Doce Desafio

4.1 O Estado da Arte

O diabetes é uma doença que requer muitos cuidados com a medicação, a alimentação, a atividade física e a auto monitoração. Esse controle é dificultado pela rotina corrida dos pacientes, que muitas vezes negligenciam alguns desses cuidados pela falta de tempo e pouca praticidade em tomar nota, em uma caderneta, para posterior análise da equipe de saúde. Sem esses registros essenciais a equipe de saúde é incapaz de acompanhar a evolução do paciente, e por conseguinte, tem-se um tratamento pouco eficiente.

Assim, buscando solucionar esse problema, surgiu a ideia de desenvolver um programa que pudesse englobar todas as funcionalidades que um paciente com diabetes tipo 1 necessita para um tratamento eficiente, de modo a auxiliar tanto ele quanto a equipe médica que o acompanha.

Outra necessidade era a de possibilitar o registro contínuo da rotina do paciente. Para isso, fez-se necessário a adoção de uma plataforma que fosse possível acompanhá-lo a todo tempo e em qualquer lugar. Isso não seria possível em programas para computadores convencionais.

Assim sendo, optou-se pela adoção de uma plataforma móvel. A escolha por plataformas com o Android, utilizada neste trabalho, foi essencial para atender às necessidades dos pacientes, em especial, aqueles que possuem uma rotina mais ativa.

Nesse cenário, foi feita uma busca por aplicativos que abordassem a mesma problemática ou área conexa. A loja de aplicativos da *Google* (*Google Play*), que disponibiliza todos os aplicativos da plataforma pagos e gratuitos, foi o local onde realizou-se a busca. Foram escolhidos nove aplicativos, com características diferentes, mas que abordavam a mesma problemática, dentre os mais baixados, para fazer uma comparação entre eles.

Como pode ser visto na Figura 4.1, foi examinada a existência dos principais requisitos funcionais considerados como essenciais pelos possíveis usuários, de acordo com a Seção 4.2. Pela pesquisa realizada, notou-se que, alguns aspectos como o de possuir uma tabela de alimentos, de filtrar os relatórios e de gerar gráficos dos principais dados, é satisfeito por apenas três ou menos, dos nove programas analisados. Além disso, nenhum dos programas possui ferramentas de geração de PDF dos dados, fazendo com que uma possível avaliação médica, por meio dos dados do aplicativo, seja dificultada.










NOME	VALOR	IDIOMA	LEMBRETES	MÓDULO GLICEMIA	MÓDULO REFEIÇÃO	TABELA DE ALIMENTOS	MÓDULO INSULINA	MÓDULO ATIV. FÍSICA	GRÁFICOS	SUGESTÃO DE INSULINA	FILTROS PARA OS RELATORIOS	GERAÇÃO DE PDF
			SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	TODO OS MÓDULOS	NÃO	APENAS GLICEMIA	NÃO
 ONTRACK DIABETES	GRATUITO	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	TODOS OS MÓDULOS	NÃO	APENAS GLICEMIA	NÃO
 GLUCOSE BUDDY: DIABETES LOG	GRATUITO	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO
 GLUCOOL DIABETES PREMIUM	R\$ 16,72	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	SIM	NÃO	NÃO
 TRACK3 DIABETES PLANNER	R\$ 14,40	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO
 SIDIARY DIABETES MANAGEMENT	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	SIM	NÃO	NÃO
 DIABETES CONTROL	GRATUITO	PORTUGUÊS	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	APENAS GLICEMIA	NÃO	SIM	NÃO
 DBEES.COM DIABETES MANAGEMENT	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO
 SOCIAL DIABETES	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	SIM	SIM	SIM	NÃO FUNCIONA	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	SIM	NÃO	NÃO
 DIABETES	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO

Figura 4.1: Análise Comparativa dos Aplicativos.

4.2 Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos foi feito levando em consideração as necessidades obtidas por meio de reuniões com profissionais dos departamentos de Nutrição (NUT), Medicina (FS) e Educação Física (FEF) da Universidade de Brasília (UnB).

4.2.1 Requisitos Funcionais

Inicialmente, os requisitos levados em consideração foram apenas os solicitados pelo departamento de Nutrição da UnB. Por exemplo, uma tabela de alimentos que permitisse que o usuário ao montar uma refeição, conseguisse obter a quantidade total de carboidratos.

Além disso, após reuniões com profissionais da Medicina, foram levantadas as necessidades e a relevância do perfil do paciente e das medidas da sua glicemia, os profissionais desse departamento destacaram que cada um deles (perfil do paciente e medidas da sua glicemia) tem importância significativa no tratamento da doença, pois por meio do perfil do paciente é possível, por exemplo, chegar a algumas variáveis imprescindíveis para a contagem de carboidrato, como foi visto na Seção 2.5.3.

Grande parte dos requisitos tiveram como fonte os profissionais do Departamento de Educação Física (FEF). Todo o desenvolvimento do aplicativo foi acompanhado e orientado pelo Projeto Doce Desafio, coordenado pela Prof^a. Dra. Jane Dullius, o qual desenvolve atividades no Centro Olímpico da Universidade de Brasília (Campus Darcy

Ribeiro), Centro de Saúde nº3 em Ceilândia e Paranoá. Algumas das necessidades observadas junto aos usuários portadores da doença que frequentam o projeto foram:

- Armazenar os dados das atividades físicas realizadas;
- Armazenar os dados da dosagem de insulina administrada durante o dia;
- Salvar alarmes para lembrar do horário da medicação; e
- Com base na glicemia informada e na quantidade de carboidrato que pretende ser ingerida, calcular quantas unidades de insulina devem ser administradas para atingir uma determinada glicemia.

Alguns pacientes também sugeriram que o aplicativo pudesse não apenas auxiliar ao próprio usuário portador, mas que também desse suporte aos profissionais da saúde. Assim, chegou-se à conclusão da importância de se aplicar alguns filtros aos dados para gerar diversos tipos de relatórios, como por exemplo:

- Filtrar todos os dados por um intervalo de hora e data;
- Filtrar os dados das glicemias por um intervalo de medidas;
- Filtrar os dados das refeições por um intervalo de carboidratos;
- Filtrar os dados das insulinas pelo tipo da medicação;
- Visualizar os dados desses relatórios em forma de gráfico; e
- Exportar os dados desses relatórios para o formato PDF.

4.2.2 Requisitos não Funcionais

Na etapa de levantamento dos requisitos, observou-se a necessidade de desenvolver um aplicativo de fácil entendimento e usabilidade, pois o público alvo deve variar desde adolescentes (na faixa de 14 anos) até pessoas de mais idade (na faixa de 50 anos).

Além disso, pesquisas mostraram que parte considerável dos usuários do sistema operacional Android ainda fazem uso da versão 2.3, como mostrado na Seção 3.6 do Capítulo 3. Dessa forma, toda a implementação realizada neste trabalho foi desenvolvida para dar suporte desde a versão em questão até a última versão, lançada até o presente momento.

Finalmente, para o armazenamento dos dados foi levantada a necessidade de usar um banco de dados que tenha um ótimo desempenho em dispositivos móveis e atende todas as necessidades da aplicação.

4.3 Banco de Dados

Para este trabalho, a estrutura de armazenamento escolhida foi o *Sqlite* [35], pois houve a necessidade de um banco de dados eficiente, com um bom desempenho, flexível e que pudesse ser facilmente copiado e restaurado.

A modelagem, como pode ser vista na Figura 4.2, possui nove tabelas, das quais apenas três estão relacionadas entre si.

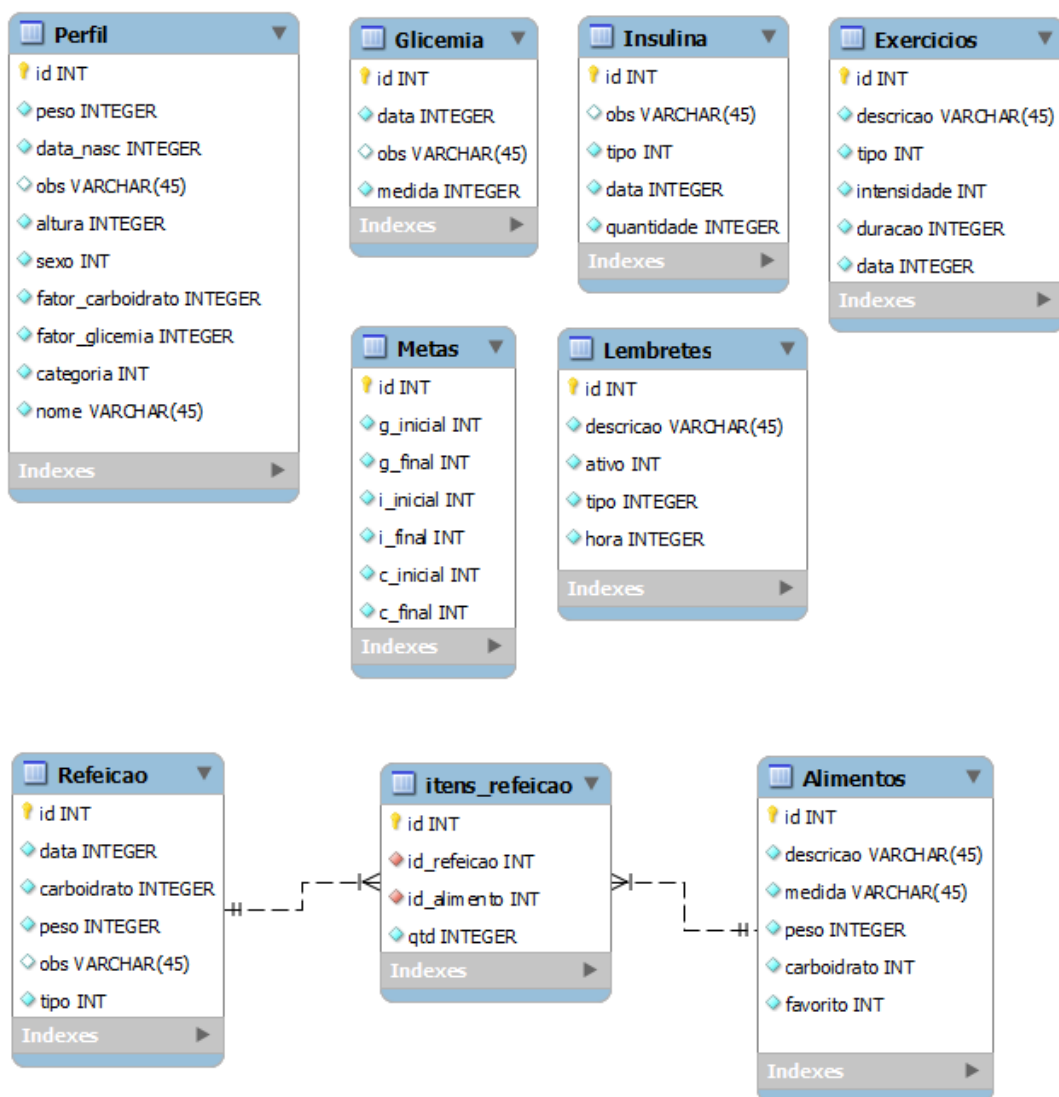


Figura 4.2: Modelagem do Banco de Dados Usada no Doce Desafio.

Quando o aplicativo é instalado, a tabela de alimentos, disponibilizada pela Sociedade Brasileira de Diabetes [13] é copiada para o dispositivo, e as demais tabelas são criadas inicialmente vazias.

Ainda em relação a persistência dos dados, será criada a função de *backup* e restauração do banco de dados, que está explicado em detalhes na Seção 4.5. Ao ser executado o comando de *backup*, o banco de dados é copiado para outro diretório do dispositivo no formato *.db*, que é o formato padrão do *Sqlite*. Podendo assim, ser facilmente restaurado em outro aparelho.

4.4 Características do Doce Desafio

O aplicativo Doce Desafio é um software que atuou em todas as frentes de acompanhamento de um programa de tratamento de um diabético tipo 1, pois abrange as quatro principais variáveis relevantes no tratamento, os quais são:

- A medida da glicemia;
- A quantidade e os tipos de insulina;
- A alimentação;
- As atividades físicas.

Além do mais, o aplicativo Doce Desafio possui características que o diferenciam dos demais aplicativos existentes. Em primeiro lugar, foi desenvolvido levando em consideração requisitos tanto de pacientes quanto de profissionais da saúde. Os relatórios, por exemplo, são dispostos em um formato já conhecido e muito utilizado pelos endocrinologistas, além disso, podem ser exportados para PDF. Outrossim, o aplicativo conta com uma tabela de alimentos disponibilizada pela Sociedade Brasileira de Diabetes, e com algumas funções de otimização dessa característica, como por exemplo a possibilidade de o próprio usuário inserir novos itens à tabela, além de poder marcar os itens mais utilizados como favoritos, fazendo com que seja mais fácil localizá-los.

Entretanto, o grande diferencial do Doce Desafio são os módulos de geração de relatórios, pois possuem mecanismos que filtram e recuperam apenas os dados relevantes para análises por profissionais. Além do mais, diferente dos demais aplicativos analisados, como mostrado na Figura 4.1, esses módulos contam com uma ferramenta que permite a visualização de qualquer relatório no formato de gráfico e exporta qualquer um desses relatórios para o formato PDF.

4.5 Estrutura do Aplicativo Doce Desafio

O aplicativo Doce Desafio apresenta sete módulos de inserção de dados, conforme mostrado na Figura 4.3, sendo eles **perfil**, **metas**, **glicemia**, **insulina**, **atividades físicas**, **refeição** e **tabela de alimentos**; cinco módulos de relatórios, **histórico**, **glicemia**, **insulina**, **refeição** e **atividade física**; e, finalmente, dois módulos de *backup*, sendo chamados de módulo de *backup* e módulo de **restauração**.

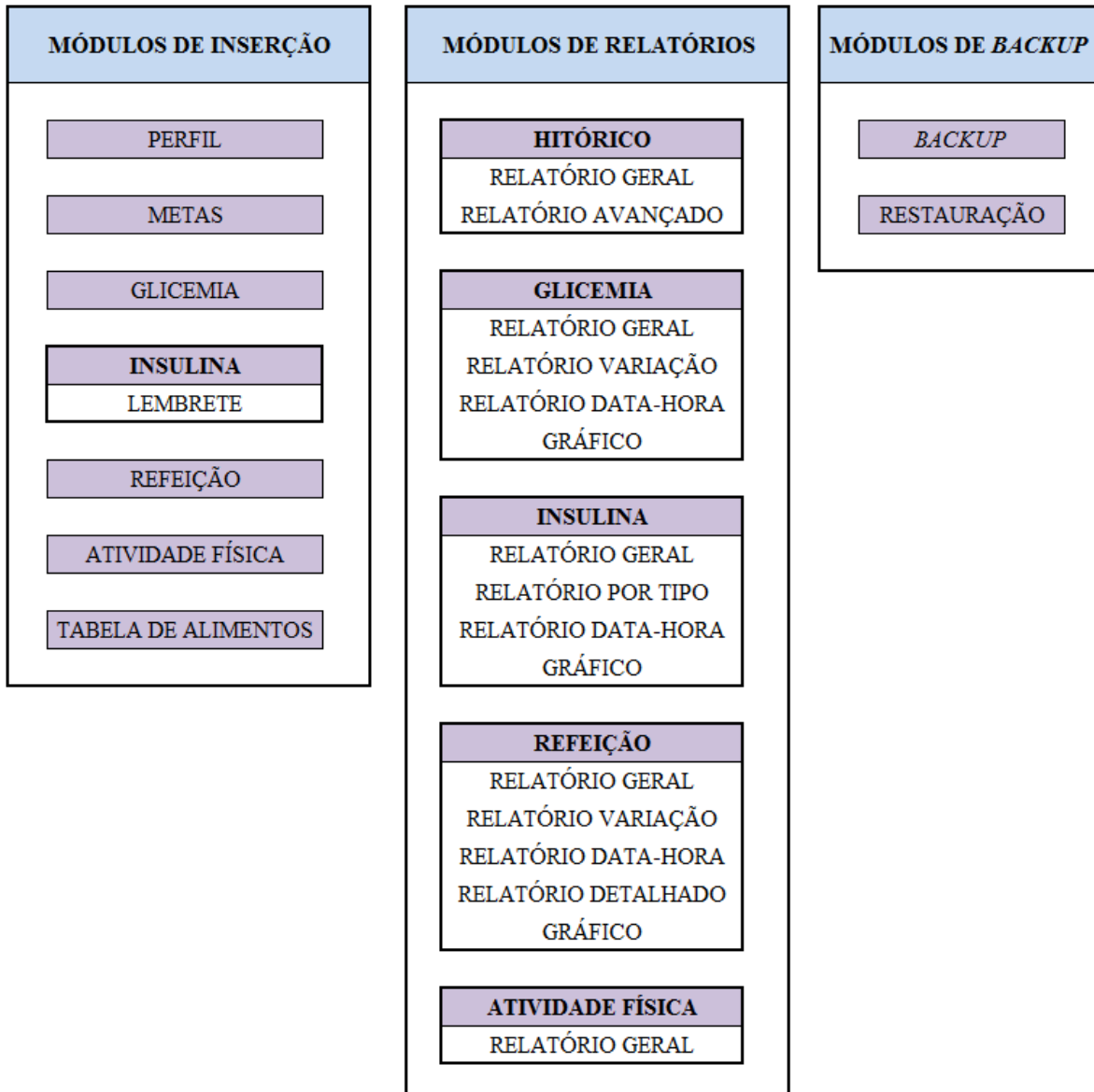


Figura 4.3: Estrutura do Aplicativo Doce Desafio.

4.5.1 Módulos de Inserção de Dados

Quando o aplicativo é iniciado pela primeira vez, o usuário é direcionado para o módulo de perfil, e deve obrigatoriamente preencher alguns campos, como pode ser visto na Figura 4.4.

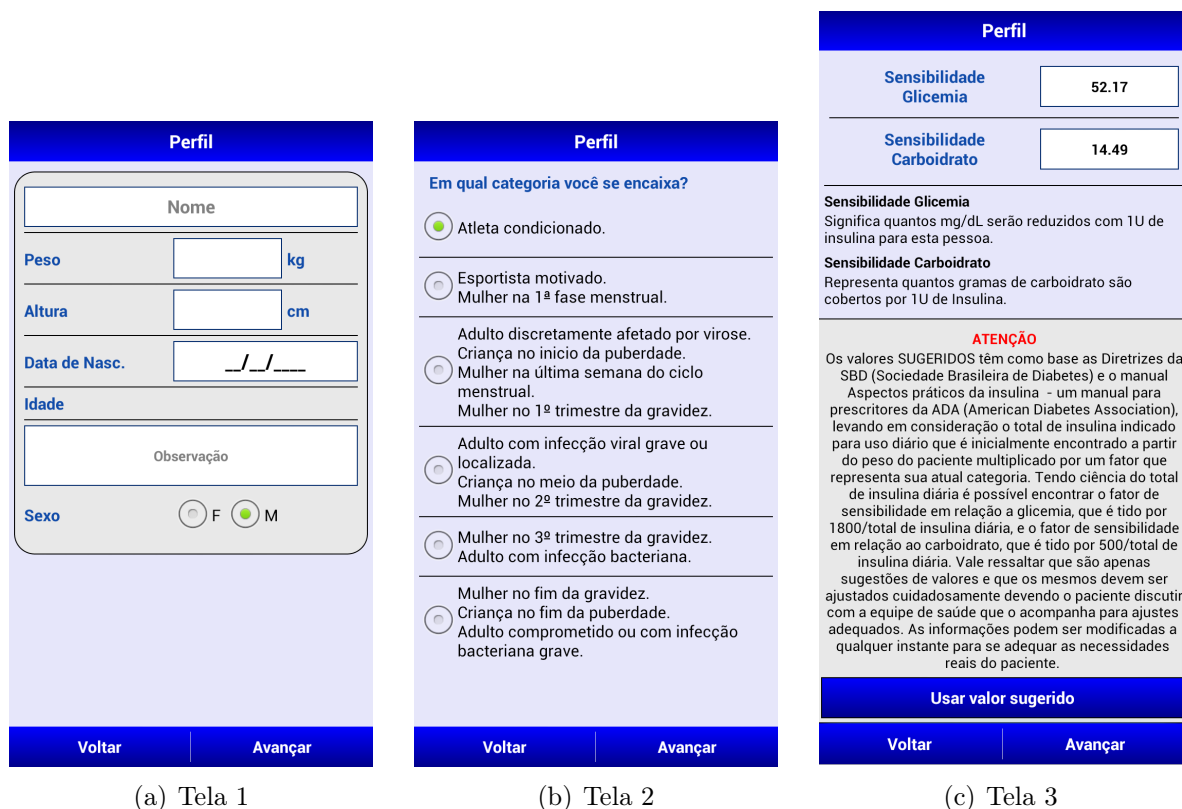


Figura 4.4: Telas do Módulo de Perfil.

Ao preencher os campos do perfil corretamente, o usuário deverá estabelecer algumas metas. Como mostra a Figura 4.5(a), existem três metas a serem informadas, as quais são da glicemia, da insulina e da quantidade de carboidrato. Nesta etapa, todos os campos são de preenchimento obrigatório.

Ao finalizar os cadastros obrigatórios, os dados serão validados pela aplicação, e caso todos os campos tenham sido informados corretamente, o usuário será direcionado para a tela principal. De acordo com a Figura 4.5(b), neste momento já é possível fazer uso de todos os módulos disponíveis no aplicativo.

A partir da tela principal o usuário pode, clicando no respectivo botão, inserir dados por meio dos módulos da glicemia, da atividade física, da insulina, da refeição e da tabela de alimentos. Na Figura 4.6 são mostradas as telas de inserção da glicemia (veja a Figura 4.6(a)) e da atividade física (veja a Figura 4.6(b)), onde as informações de medida da glicemia e descrição da atividade física são de preenchimento obrigatório.

O módulo, no qual é possível inserir dados da insulina, como pode ser visto na Figura 4.7(a), é similar aos anteriores, entretanto, o usuário deve selecionar o tipo da insulina e informar, obrigatoriamente, a quantidade ministrada. Nessa tela também existe a possibilidade de salvar dois lembretes (veja a Figura 4.7(b)), com valores já definidos da

Metas		
Glicemia (Min)	<input type="text" value="65"/>	Mg/dL
Glicemia (Máx)	<input type="text" value="150"/>	Mg/dL
Insulina (Min)	<input type="text" value="0"/>	Unidades
Insulina (Máx)	<input type="text" value="10"/>	Unidades
Refeição (Min)	<input type="text" value="0"/>	Gramas
Refeição (Máx)	<input type="text" value="80"/>	Gramas

O que são as Metas?

As metas são uma boa maneira de verificar o quanto você obtém sucesso nos seus objetivos. Elas podem ser alteradas a qualquer instante, atualizando seu percentual de sucesso instantaneamente.

Obs.: As metas da insulina devem ser feitas levando em consideração apenas o tipo Ultra-rápida. Da mesma forma, as metas da refeição devem ser feitas considerando a quantidade total de carboidratos de cada refeição.

Voltar | **Salvar**

(a) Metas

Doce Desafio	
Metas atingidas	
<input checked="" type="radio"/> Geral <input type="radio"/> Mensal <input type="radio"/> Semanal <input type="radio"/> Diária	
Glicemia	46,67% Sucessos: 35 em 75
Insulina	96,83% Sucessos: 61 em 63
Refeição	91,36% Sucessos: 74 em 81
Últimos dados	
Glicemia	80mg/dL qui, 21/11/13 18:10
Insulina	5.0UI qui, 21/11/13 18:08 (Ultra-rápida)
Refeição	21,5g CHO qui, 21/11/13 18:10
Refeição	Glicemia
Insulina	Ativ. física
Perfil	Tabela
Relatórios	

(b) Tela Inicial

Figura 4.5: Telas do Módulo de Metas e Tela Principal.

Glicemia

Glicemia	Observações
----------	-------------

Dia - segunda-feira, 25 de novembro de 2013

+

+

+

25
Nov
2013

-

-

-

Hora - 11 horas e 10 minutos

+

+

11
10

-

Salvar

ATENÇÃO

Você pode editar ou excluir uma glicemia a qualquer instante. Na tela inicial, clique no botão RELATÓRIOS, procure pelo título GLICEMIA e clique no botão GERAL. Uma lista com todas as glicemias salvas será exibida, basta clicar sobre a qual deseja editar ou excluir.

(a) Glicemia

Atividades físicas

Descrição

Duração 0 minutos

Tipo

Aeróbico
 Anaeróbico

Intensidade

Leve
 Moderado
 Intenso

Dia - segunda-feira, 25 de novembro de 2013

+

+

+

25
Nov
2013

-

-

-

Hora - 11 horas e 10 minutos

+

+

11
10

-

Salvar

(b) Atividade Física

Figura 4.6: Tela Principal do Módulo da Glicemia e do Módulo da Atividade Física.

quantidade de insulina basal utilizada, assim, nos horários informados o despertador irá alertá-lo.

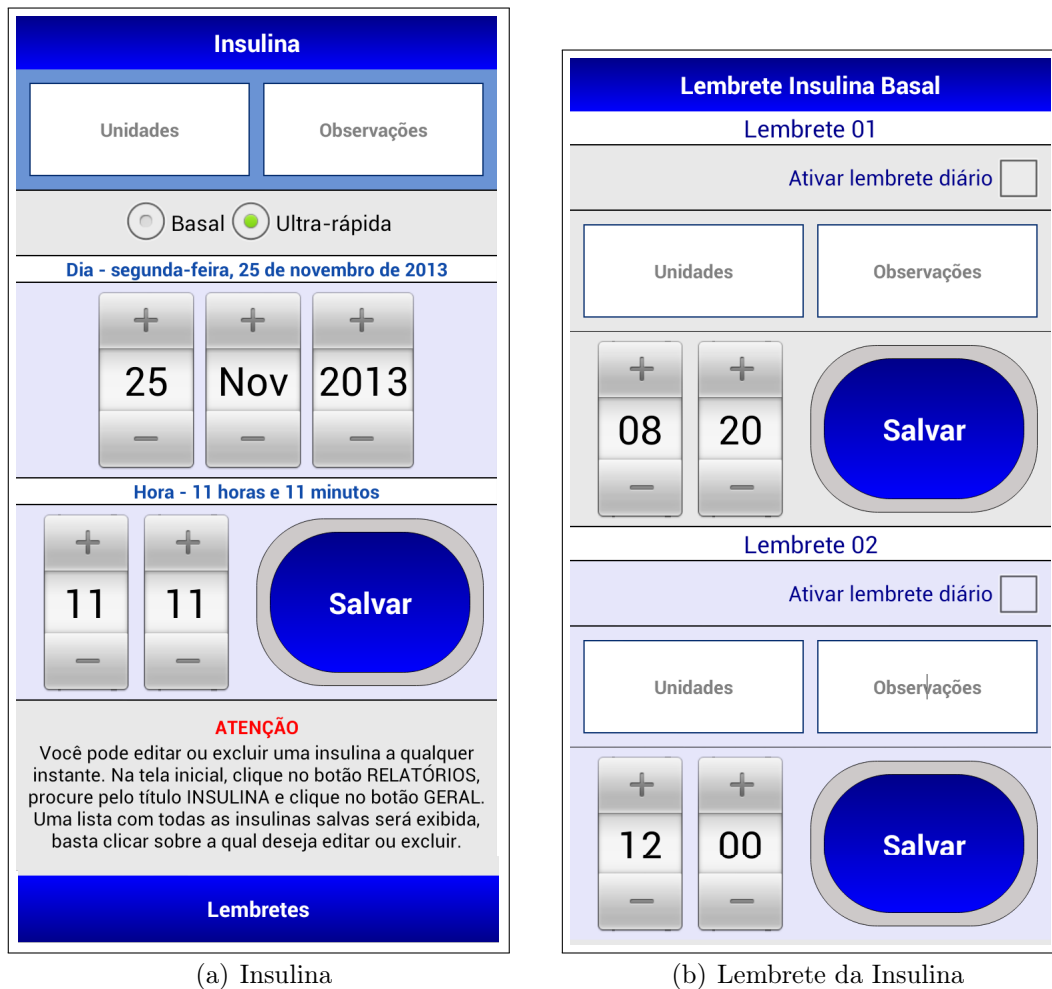


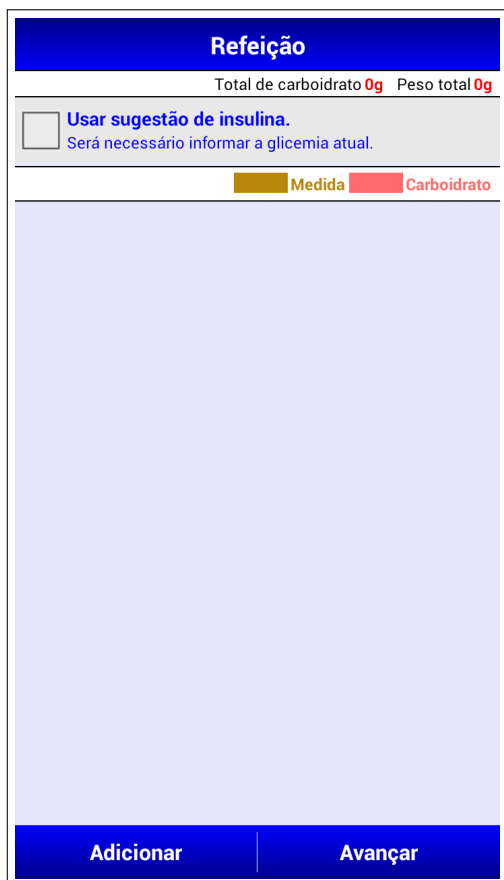
Figura 4.7: Tela Principal do Módulo da Insulina e Tela de Lembretes da Insulina.

Em seguida, no **Módulo da Refeição** (veja a Figura 4.8(a)), o usuário tem a opção de ativar a sugestão de insulina, como pode ser visto na Figura 4.8(b). Entretanto, faz-se necessário informar a medida da glicemia daquele instante para prosseguir.

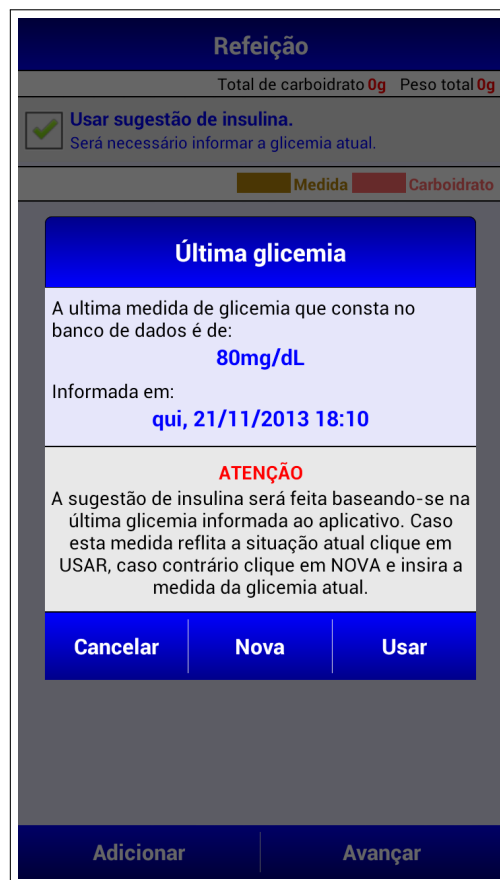
Como visto na Seção 4.3, uma refeição é formada pelos itens da tabela de alimentos da Sociedade Brasileira de Diabetes [13]. Entretanto, como mostrado na Figura 4.9, o usuário pode escolher entre a tabela com todos os itens ou a tabela contendo apenas os seus **favoritos**, que é constituída apenas dos itens marcados pelo próprio usuário como sendo favorito.

Para adicionar um item na refeição, o usuário deve clicar no alimento desejado, informar a quantidade de medidas e confirmar a sua inclusão (mostrado na Figura 4.10(a)). Dessa forma, vários itens podem ser adicionados em uma mesma refeição. Todavia, caso o usuário queira apagar um item já adicionado na refeição, basta clicar sobre o item, quando estiver na situação mostrada na Figura 4.10(b), confirmar a sua exclusão.

Ainda no módulo da refeição, quando o usuário termina a adição dos itens que a compõem, é possível verificar sua quantidade total de carboidrato e outras informações que



(a) Refeição



(b) Última Glicemia

Figura 4.8: Tela Principal do Módulo de Refeição e Tela da Última Glicemia.

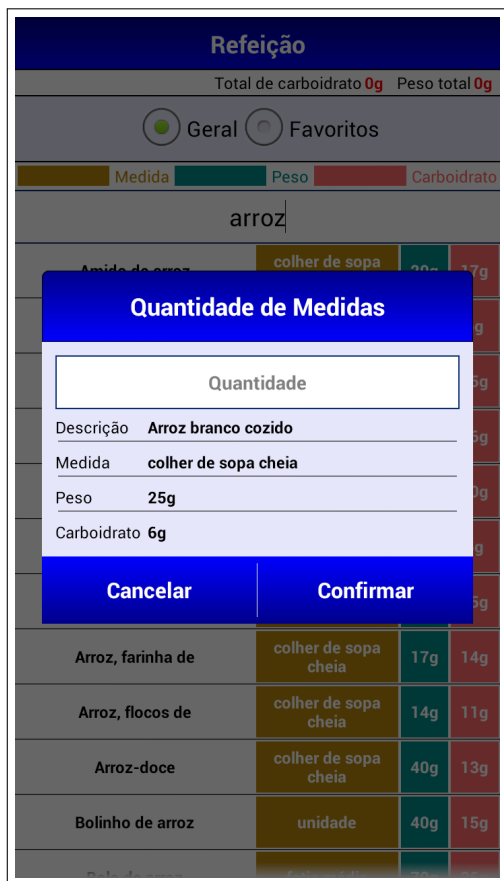
Tabela de Alimentos			
<input checked="" type="radio"/> Geral <input type="radio"/> Favoritos			
Medida	Peso	Carboidrato	
Pesquisar			
Abacate (picado)	colher de sopa cheia	45g	3g
Abacaxi	fatia média	75g	10g
Abacaxi em calda	fatia média	75g	22g
Abacaxi, suco de	copo duplo cheio	240g	31g
Abará	unidade média	170g	24g
Abriçó-do-pará	fatia média	100g	4g
Abóbora doce (picada)	colher de sopa cheia	36g	4g
Abóbora d'água (picada)	colher de sopa cheia	36g	2g
Abóbora moranga (picada)	colher de sopa cheia	36g	1g
Acarajé	unidade média	100g	23g
Acelga (picada)	colher de sopa cheia	6g	0g
Acerola	unidade	12g	1g

(a) Tabela Geral

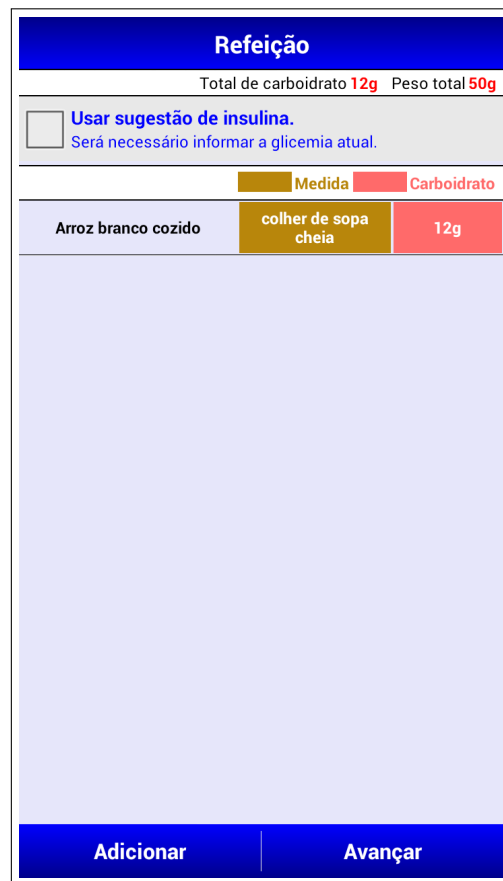
Tabela de Alimentos			
<input type="radio"/> Geral <input checked="" type="radio"/> Favoritos			
Medida	Peso	Carboidrato	
Pesquisar			
Acerola	unidade	12g	1g
Achocolatado Diet Gold	(2 colheres)	9g	5g
Barra Levitã Sementes - Gergeli	un	10g	5g
Gel Carboidrato V02 Limão	un	30g	19g
Iogurte Pense Zero Morango	un	100g	6g
Pão 12 Grãos Pullman Light	2 un	45g	15g
Suco Polpa De Cupuaçu	1 un	100g	2g
Whey Protein (Gold Optimum Nutrition)	scoop	31g	4g

(b) Tabela Favoritos

Figura 4.9: Tabela Geral e Tabela Favoritos.



(a) Quantidade de Medidas



(b) Tela Inicial da Refeição com Item Adicionado

Figura 4.10: Tela do Módulo de Adição dos Itens da Refeição.

levaram a sugestão da quantidade de insulina ultra-rápida (mostrado na Figura 4.11(a)). Caso o usuário chegue a conclusão de que deve fazer uso da medicação apenas depois da refeição, é possível salvar um lembrete para alertá-lo mais tarde. Caso contrário, basta seguir os passos indicados e salvar os dados da medicação naquele momento.

Antes de finalizar o registro da refeição (conforme mostrado na Figura 4.11(b)), pode-se classificar a refeição em quatro tipos, sendo eles, café, almoço lanche e jantar, assim como registrar alguma observação antes de salvar os dados.

Sugestão de insulina

Qual a meta glicêmica que você deseja atingir após a correção?

100

A quantidade de insulina ULTRA-RÁPIDA sugerida para alcançar a meta glicêmica acima é de:

2.9 Recalcular

A medida da glicemia atual é de:
80 mg/dL

A quantidade de carboidrato utilizada para calcular a correção foi de:
48.0 g

Seu fator de sensibilidade glicêmica é:
52.17

Seu fator de sensibilidade ao carboidrato é:
14.49

ATENÇÃO

O calculo foi feito levando em consideração os dados informados acima. Você pode alterar a quantidade de insulina utilizada para a correção, caso não concorde com a sugestão. A meta glicêmica também pode ser alterada, informe no primeiro campo a sua meta e clique no botão RECALCULAR. Caso você aplique a insulina antes da refeição clique no botão INSERIR, para salvar os dados da insulina. Caso queira inserir um lembrete para aplicar a insulina após a refeição clique no botão LEMBRETE.

Cancelar
Inserir
Lembretes

Refeição

Total de carboidrato **48g** Peso total **340g**

Café
 Almoço
 Lanche
 Jantar

Dia - segunda-feira, 25 de novembro de 2013

+
+
+

25
Nov
2013

-
-
-

Hora - 11 horas e 13 minutos

+
+

11
13

-
-

Observações

ATENÇÃO

Você pode editar ou excluir uma refeição a qualquer instante. Na tela inicial, clique no botão RELATÓRIOS, procure pelo título REFEIÇÃO e clique no botão GERAL. Uma lista com todas as refeições salvas será exibida, basta clicar sobre a qual deseja editar ou excluir.

Voltar
Salvar

(a) Sugestão da Insulina

(b) Finalização do Registro da Refeição

Figura 4.11: Tela da Sugestão da Insulina e Tela de Término do Registro da Refeição.

Finalmente, o **Módulo da Tabela de Alimentos**, conforme já explicado na Seção 4.3, quando o aplicativo é instalado no dispositivo, a tabela de alimentos da Sociedade Brasileira de Diabetes é copiada para o banco de dados. No entanto, é possível adicionar, editar ou mesmo excluir um item. Como mostra a Figura 4.12(a), ao pressionar o botão de opções do dispositivo, a opção *inserir novo* ficará disponível (veja a Figura 4.12(b)). Da mesma forma, para editar ou excluir um item já cadastrado, basta clicar sobre o mesmo e seguir os passos indicados pela aplicação.

Tabela de Alimentos			
<input checked="" type="radio"/> Geral <input type="radio"/> Favoritos			
	Medida	Peso	Carboidrato
Pesquisar			
Abacate (picado)	colher de sopa cheia	45g	3g
Abacaxi	fatia média	75g	10g
Abacaxi em calda	fatia média	75g	22g
Abacaxi, suco de	copo duplo cheio	240g	31g
Abará	unidade média	170g	24g
Abriçó-do-pará	fatia média	100g	4g
Abóbora doce (picada)	colher de sopa cheia	36g	4g
Abóbora d'água (picada)	colher de sopa cheia	36g	2g
Abóbora moranga (picada)	colher de sopa cheia	36g	1g
Acarajé	unidade média	100g	23g
Acelga (picada)	colher de sopa cheia	40g	1g
Acerola	unidade média	12g	1g
Inserir Novo			

(a) Tabela de Alimentos

Detalhes	
Descrição	
Medida	<input type="text"/>
Peso(g)	<input type="text"/>
Carboidrato(g)	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Favoritos	
<p>Obs: Para adicionar ou remover um item dos seus favoritos, marque ou desmarque a opção acima.</p>	
<input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Salvar"/>	

(b) Adição de Item

Figura 4.12: Tela do Módulo da Tabela de Alimentos e Tela de Adição de Item.

Assim, nesta seção foram apresentadas as telas de inserção de dados e suas principais características. A seguir, na Seção 4.5.2, será apresentado o **Módulo de Relatórios do Aplicativo**.

4.5.2 Módulo de Relatórios

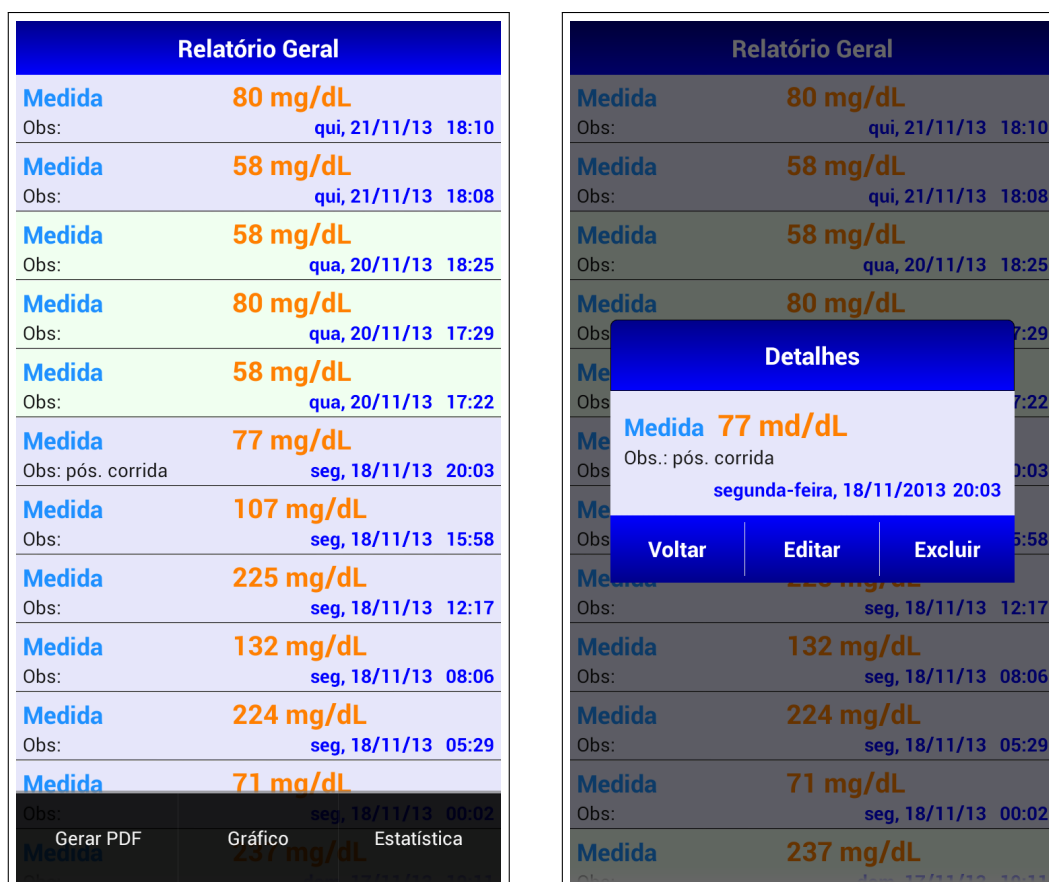
O **Módulo de Relatórios** conta com diversos tipo de filtros, gráficos e exportação para PDF (mostrado na Figura 4.13). Neste módulo é possível visualizar os relatórios dos dados da glicemia, da insulina, da atividade física e da refeição, individualmente, ou ver a interação de todos eles em um único relatório, nomeado de **histórico**.

Relatórios	
HISTÓRICO	
Geral	Avançado
GLICEMIA	
Geral	Variação
Data-Hora	Gráfico
INSULINA	
Geral	Tipo
Data-Hora	Gráfico
REFEIÇÃO	
Geral	Variação
Data-Hora	Gráfico
Detalhes	
ATIVIDADES FÍSICAS	
Geral	

Figura 4.13: Tela Principal dos Relatórios.

Os **Módulos da Glicemia**, da **Refeição**, da **Insulina** e da **Atividade Física**, individualmente, possuem um relatório geral, que apenas lista todos os dados armazenados. Como mostra a Figura 4.14, a partir do relatório geral é possível editar ou excluir qualquer

um dos itens. O **Módulo da Refeição**, em especial, possui um relatório detalhado, que exibe não apenas o resumo das refeições, mas também os itens que a compõem.



(a) Relatório Geral da Glicemia

(b) Opções de Edição e Exclusão dos Dados da Glicemia

Figura 4.14: Tela do Módulo de Relatório Geral da Glicemia e Tela das Opções Disponíveis.

A partir do relatório geral também é possível visualizar os dados em forma de gráfico, gerar um arquivo PDF ou mesmo verificar alguns dados estatísticos. A Figura 4.15 mostra as estatísticas dos dados da glicemia e o PDF gerado a partir desse relatório.

No aplicativo Doce Desafio, a opção gráfico permite ao usuário visualizar os dados do relatório na forma de um gráfico, onde as coordenadas do eixo X representam o tempo, e as do eixo Y a medida da glicemia, de acordo com a Figura 4.16. Nesse módulo também é possível fazer uso da ferramenta de *zoom* para ver os intervalos de forma mais detalhada.

O relatório geral da insulina, da atividade física e da refeição possuem as mesmas funcionalidades do anterior (mostrado na Figura 4.17), as quais são exclusão e edição dos registros, geração de PDF, exibição de dados estatísticos e visualização do relatório no formato de gráfico.

Ainda no **Módulo de Relatórios**, existem algumas maneiras de filtrar os dados por meio de alguns parâmetros. Os dados da glicemia e da refeição possuem, além do relatório geral, um relatório chamado **variação**. Como pode ser visto na Figura 4.18, o usuário informa um intervalo, no caso da glicemia, a medida, e no caso da refeição, a quantidade

Relatório Geral	
Medida	80 mg/dL
Obs:	qui, 21/11/13 18:10
Medida	58 mg/dL
Obs:	qui, 21/11/13 18:08
Medida	58 mg/dL
Obs:	qua, 20/11/13 18:25
Medida	80 mg/dL
Obs:	qua, 20/11/13 17:29
Estatísticas	
Tota de dados	75
Média Aritmética	152,41
Desvio Padrão	80,15
Medida	225 mg/dL
Obs:	seg, 18/11/13 12:17
Medida	132 mg/dL
Obs:	seg, 18/11/13 08:06
Medida	224 mg/dL
Obs:	seg, 18/11/13 05:29
Medida	71 mg/dL
Obs:	seg, 18/11/13 00:02
Medida	237 mg/dL

Relatório Glicemia Geral		
Nome: Pedro		
Peso: 82,0 kg		
Altura: 180,0 cm		
Idade: 25		
Fator de sensibilidade glicêmica: 52,17		
Fator de sensibilidade ao carboidrato: 14,49		
DATA	HORA	MEDIDA
21/11/2013	18:10	80 mg/dl
21/11/2013	18:08	58 mg/dl
20/11/2013	18:25	58 mg/dl
20/11/2013	17:29	80 mg/dl
20/11/2013	17:22	58 mg/dl
18/11/2013	20:03	77 mg/dl
18/11/2013	15:58	107 mg/dl
18/11/2013	12:17	225 mg/dl
18/11/2013	08:06	132 mg/dl
18/11/2013	05:29	224 mg/dl
18/11/2013	00:02	71 mg/dl
17/11/2013	19:11	237 mg/dl
17/11/2013	12:26	125 mg/dl
17/11/2013	08:43	267 mg/dl
17/11/2013	01:10	171 mg/dl
16/11/2013	22:12	165 mg/dl
16/11/2013	16:26	256 mg/dl
16/11/2013	13:02	57 mg/dl
16/11/2013	10:22	119 mg/dl
16/11/2013	08:11	73 mg/dl
15/11/2013	23:22	204 mg/dl
15/11/2013	20:47	207 mg/dl
15/11/2013	15:16	91 mg/dl
15/11/2013	13:09	196 mg/dl
15/11/2013	11:52	167 mg/dl
15/11/2013	08:59	338 mg/dl
15/11/2013	07:10	375 mg/dl
14/11/2013	23:10	267 mg/dl
14/11/2013	21:08	209 mg/dl
14/11/2013	17:25	222 mg/dl
14/11/2013	12:22	61 mg/dl

(a) Estatísticas do Relatório Geral da Glicemia

(b) PDF do Relatório Geral da Glicemia

Figura 4.15: Tela das Estatísticas do Relatório Geral da Glicemia e PDF dos Dados.

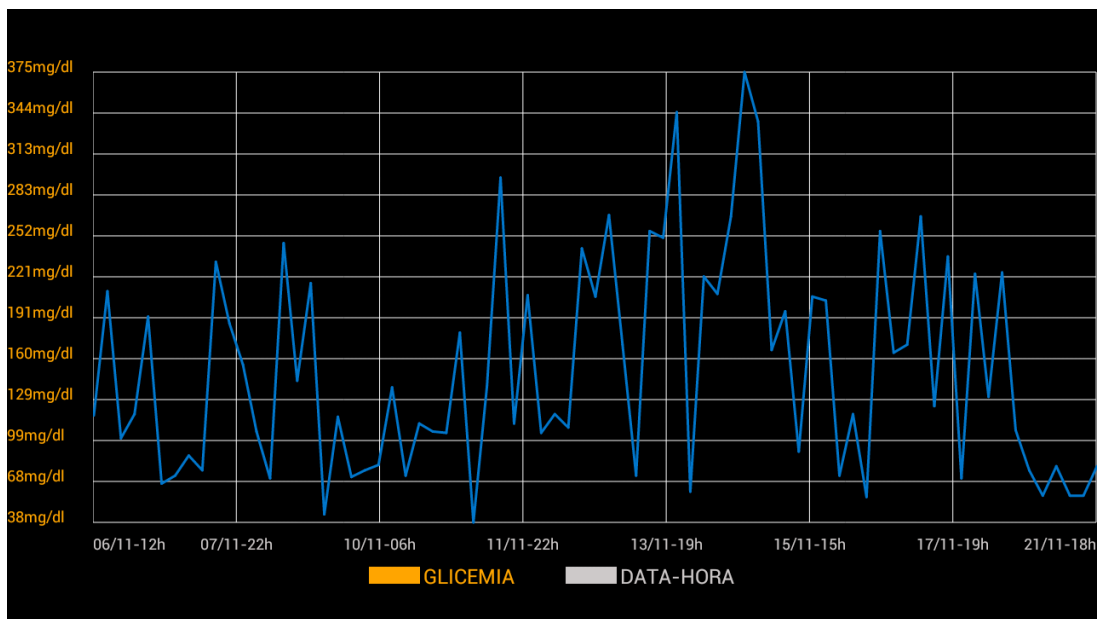


Figura 4.16: Gráfico do Relatório Geral da Glicemia.

Relatório Geral	
Quantidade	5.0 UI
Tipo	Ultra-rápida
Obs.:	qui, 21/11/13 18:08
Quantidade	5.0 UI
Tipo	Ultra-rápida
Obs.:	qua, 20/11/13 17:22
Quantidade	18.0 UI
Tipo	Basal
Obs.: Lantus2	ter, 19/11/13 17:04
Quantidade	15.0 UI
Tipo	Basal
Obs.: Lantus	ter, 19/11/13 17:02
Quantidade	3.0 UI
Tipo	Ultra-rápida
Obs.:	seg, 18/11/13 21:11
Quantidade	3.0 UI
Tipo	Ultra-rápida
Obs.:	seg, 18/11/13 20:29
Quantidade	3.0 UI
Tipo	Ultra-rápida
Obs.:	seg, 18/11/13 16:05
Quantidade	7.0 UI
Tipo	Ultra-rápida
Obs.:	seg, 18/11/13 12:24

(a) Relatório Geral do Módulo da Insulina

Relatório Geral	
Descrição	corrida
Tipo	Aeróbico
Intensidade	Leve
Duração: 94 min	seg, 18/11/13 18:16
Descrição	bike - 14km
Tipo	Aeróbico
Intensidade	Moderado
Duração: 36 min	seg, 18/11/13 13:12
Descrição	natação
Tipo	Aeróbico
Intensidade	Moderado
Duração: 40 min	seg, 18/11/13 07:09
Descrição	musculação
Tipo	Anaeróbico
Intensidade	Moderado
Duração: 46 min	seg, 18/11/13 06:05
Descrição	musculação
Tipo	Anaeróbico
Intensidade	Moderado
Duração: 45 min	ter, 12/11/13 06:17
Descrição	natação
Tipo	Aeróbico
Intensidade	Moderado
Duração: 47 min	seg, 11/11/13 07:01

(b) Relatório Geral do Módulo da Atividade Física

Refeição - Relatório Geral	
Carboidrato	21,5g
Tipo	Jantar
Obs.:	qui, 21/11/13 18:10
Carboidrato	11,5g
Tipo	Lanche
Obs.:	qua, 20/11/13 17:28
Carboidrato	51g
Tipo	Jantar
Obs.:	seg, 18/11/13 21:09
Carboidrato	48g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 20:28
Carboidrato	4g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 19:58
Carboidrato	19g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 18:50
Carboidrato	39g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 15:58
Carboidrato	54g
Tipo	Almoço
Obs.:	seg, 18/11/13 12:22

(c) Relatório Geral do Módulo da Refeição

Figura 4.17: Relatório Geral dos Módulos da Insulina, da Atividade Física e da Refeição.

de carboidrato. Assim, é possível gerar relatórios dinâmicos, e da mesma forma que o relatório geral, visualizar as estatísticas e o gráfico, e gerar um arquivo no formato PDF.

Em relação aos dados da Insulina, em particular, é possível gerar um relatório por tipo, onde o usuário seleciona entre os dois tipos de insulina cadastrados, ultra-rápida e basal. Dessa forma, a aplicação se encarrega de filtrar e mostrar apenas os dados do tipo selecionado.

Outro filtro muito requisitado, pelos diabéticos, para os relatórios foi o de data-hora, onde o usuário informa um intervalo de horas, por exemplo, de seis horas da manhã até as doze horas, e um intervalo de dias, por exemplo os últimos dois meses, e a aplicação retorna com a lista dos dados que estejam dentro desses intervalos. Os módulos que possuem esse tipo de relatório são os da glicemia, da insulina e da refeição, como pode ser visto na Figura 4.19. A partir desse relatório também é possível fazer uso das três opções citadas anteriormente, gerar as estatísticas, visualizar o gráfico e exportar os dados para o formato PDF.

Para suprir a necessidade de visualizar os dados dos quatro módulos: **Glicemia, Insulina, Atividade Física e Refeição**, em um único relatório, foi integrado ao aplicativo o **Módulo de Histórico**. Como pode ser visto na Figura 4.20, existem duas maneiras de gerar o histórico. A primeira lista todos os dados informados em ordem cronológica, do registro mais recente até o mais antigo. Na segunda maneira o usuário seleciona quais módulos deseja visualizar juntos, e a aplicação gera um relatório apenas com esses dados. A partir desses relatórios o usuário pode exportar os dados para um arquivo PDF.

Glicemia - Variação glicêmica	
0	65
Medida	58 mg/dL
Obs:	qui, 21/11/13 18:08
Medida	58 mg/dL
Obs:	qua, 20/11/13 18:25
Medida	58 mg/dL
Obs:	qua, 20/11/13 17:22
Medida	57 mg/dL
Obs:	sáb, 16/11/13 13:02
Medida	61 mg/dL
Obs:	qui, 14/11/13 12:22
Medida	38 mg/dL
Obs: pós-treino	seg, 11/11/13 08:11
Medida	44 mg/dL
Obs:	sáb, 09/11/13 10:50
Voltar	Pesquisar

(a) Variação da Glicemia

Refeição - Variação (carboidrato)	
10	50
Carboidrato	21,5g
Tipo	Jantar
Obs.:	qui, 21/11/13 18:10
Carboidrato	11,5g
Tipo	Lanche
Obs.:	qua, 20/11/13 17:28
Carboidrato	48g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 20:28
Carboidrato	19g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 18:50
Carboidrato	39g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 15:58
Carboidrato	10g
Tipo	Lanche
Obs.:	seg, 18/11/13 07:01
Carboidrato	17g
Voltar	Pesquisar

(b) Variação da Refeição

Figura 4.18: Relatório da Variação da Glicemia e da Variação da Refeição.

Glicemia - Data-hora		Insulina - Data-hora		Refeição - Data-hora	
HORA - De 6h:0min até 12h:59min DATA - De 1/nov/2013 até 31/dez/2013		HORA - De 6h:0min até 12h:59min DATA - De 1/nov/2013 até 31/dez/2013		HORA - De 6h:0min até 12h:59min DATA - De 1/nov/2013 até 31/dez/2013	
Hora	Data	Hora	Data	Hora	Data
Medida	225 mg/dL	Quantidade	7.0 UI	Carboidrato	54g
Obs:	seg, 18/11/13 12:17	Tipo	Ultra-rápida	Tipo	Almoço
Medida	132 mg/dL	Obs.:	seg, 18/11/13 12:24	Obs.:	seg, 18/11/13 12:22
Obs:	seg, 18/11/13 08:06	Quantidade	5.0 UI	Carboidrato	54g
Medida	125 mg/dL	Tipo	Ultra-rápida	Tipo	Almoço
Obs:	dom, 17/11/13 12:26	Obs.:	dom, 17/11/13 12:27	Obs.:	seg, 18/11/13 12:22
Medida	267 mg/dL	Quantidade	7.0 UI	Carboidrato	4g
Obs:	dom, 17/11/13 08:43	Tipo	Ultra-rápida	Tipo	Lanche
Medida	119 mg/dL	Obs.:	dom, 17/11/13 08:45	Obs.:	seg, 18/11/13 08:10
Obs:	sáb, 16/11/13 10:22	Quantidade	3.0 UI	Carboidrato	10g
Medida	73 mg/dL	Tipo	Ultra-rápida	Tipo	Lanche
Obs:	sáb, 16/11/13 08:11	Obs.:	sáb, 16/11/13 10:23	Obs.:	seg, 18/11/13 07:01
Medida	167 mg/dL	Quantidade	4.0 UI	Carboidrato	56g
Obs:	sex, 15/11/13 11:52	Tipo	Ultra-rápida	Tipo	Almoço
Medida	338 mg/dL	Obs.:	sáb, 16/11/13 08:13	Obs.:	dom, 17/11/13 12:26
Obs:	sex, 15/11/13 08:59	Quantidade	5.0 UI	Carboidrato	32g
Medida	375 mg/dL	Tipo	Ultra-rápida	Tipo	Café
Obs:	sex, 15/11/13 07:10	Obs.:	sex, 15/11/13 09:00	Obs.:	dom, 17/11/13 08:43
Voltar	Pesquisar	Voltar	Pesquisar	Voltar	Pesquisar

(a) Insulina

(b) Atividade Física

(c) Refeição

Figura 4.19: Telas dos Relatórios de Data-Hora da Glicemia, da Insulina e da Refeição.

HISTÓRICO		HISTÓRICO AVANÇADO	
REFEIÇÃO	21,5g (CHO)	<input checked="" type="checkbox"/> Glicemia	<input type="checkbox"/> Refeição
Tipo: Jantar		<input checked="" type="checkbox"/> Ativ.física	<input type="checkbox"/> Insulina
Peso: 215g		GLICEMIA	80 mg/dL
Observação:	21/11/13 18:10	Observação:	21/11/13 18:10
GLICEMIA	80 mg/dL	GLICEMIA	58 mg/dL
Observação:	21/11/13 18:10	Observação:	21/11/13 18:08
INSULINA	5.0 UI	quarta-feira, 20/11/13	
Tipo: Ultra-rápida		GLICEMIA	58 mg/dL
Observação:	21/11/13 18:08	Observação:	20/11/13 18:25
GLICEMIA	58 mg/dL	GLICEMIA	80 mg/dL
Observação:	21/11/13 18:08	Observação:	20/11/13 17:29
quarta-feira, 20/11/13		GLICEMIA	58 mg/dL
GLICEMIA	58 mg/dL	Observação:	20/11/13 17:22
Observação:	20/11/13 18:25	segunda-feira, 18/11/13	
GLICEMIA	80 mg/dL	GLICEMIA	77 mg/dL
Observação:	20/11/13 17:29	Observação: pós. corrida	18/11/13 20:03
REFEIÇÃO	11,5g (CHO)	ATIV. FÍSICA	corrida
Tipo: Lanche		Duração: 94 min	
Peso: 40,5g		Tipo: Aeróbico	
Observação:	20/11/13 17:28	Intensidade: Leve	18/11/13 18:16
GLICEMIA	58 mg/dL	GLICEMIA	107 mg/dL
Observação:	20/11/13 17:22	Observação:	18/11/13 15:58
INSULINA	5.0 UI	ATIV. FÍSICA	hike - 14km
Tipo: Ultra-rápida		terça-feira, 19/11/13	
Observação:	20/11/13 17:22	Voltar	Gerar

(a) Histórico

(b) Histórico Avançado

Figura 4.20: Telas do Módulo do Histórico.

4.5.3 Módulo de *Backup* e de Restauração

O aplicativo conta com um **Módulo de *Backup* e de Restauração** dos dados armazenados. Caso o usuário desejar trocar de dispositivo, ou mesmo enviar seus dados para serem lidos em outro aparelho, ele pode fazer uso deste módulo.

Dessa forma, a aplicação permite que um profissional da saúde, que tenha o aplicativo instalado em algum dispositivo, possa restaurar os dados que seu paciente, que também possui o aplicativo, o envie. Assim, o profissional de saúde pode fazer uma análise utilizando todos os módulos de filtros, estatísticas e gráficos, citados anteriormente.

Para efetuar o *backup* dos dados, o usuário pode, a partir da tela inicial, clicar no botão de opções do seu dispositivo e selecionar a opção *back-up*, conforme ilustrado na Figura 4.21. Por outro lado, a restauração dos dados implica em substituir todos os registros armazenados pelos dados do arquivo de *backup*.

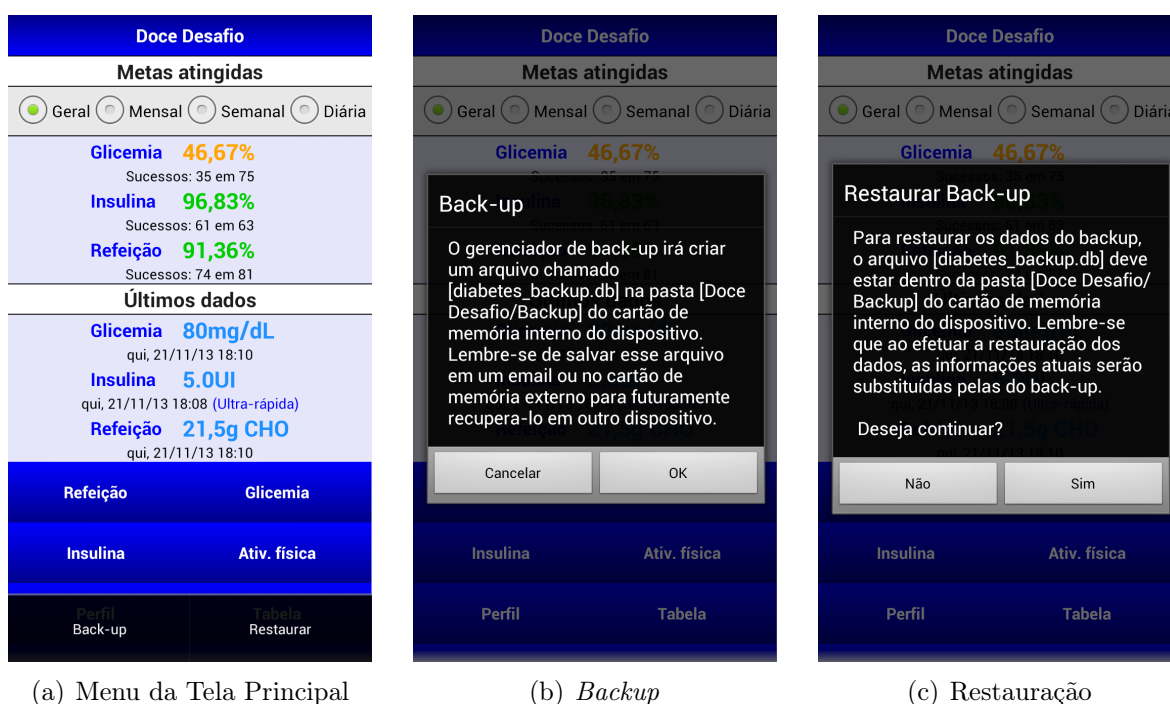


Figura 4.21: Telas dos Módulos de *Backup* e de Restauração dos Dados.

4.6 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado o aplicativo Doce Desafio, que buscou atender a todas as necessidades levantadas pelos diversos profissionais da saúde que atuam no tratamento do diabetes. O aplicativo apresenta uma interface simples e intuitiva, para que o usuário não deixe de fazer uso por não compreender seu funcionamento.

No entanto, possui ferramentas eficazes, como a visualização de gráficos a partir de relatórios gerados dinamicamente, criação de arquivos em PDF e filtros que permitem ao usuário, profissional ou paciente, realizar análises complexas do comportamento da doença.

O aplicativo Doce Desafio possui grandes vantagens em relação aos aplicativos estudados (veja a Figura 4.1), sendo as principais delas:

- Possuir a Tabela de Alimentos da Sociedade Brasileira de Diabetes [13];
- Tabela de alimentos Favoritos;
- Possibilitar a inclusão de novos alimentos no banco de dados;
- Baseando-se nos dados do **Módulo do Perfil** do usuário, sugerir as variáveis de sensibilidade à insulina e ao carboidrato;
- Sugerir a quantidade de insulina que deve ser administrada para alcançar uma determinada taxa de glicemia;
- Estabelecer metas, para que o usuário tenha uma visão ampla do seu comportamento em relação ao tratamento;
- Gerar gráficos a partir dos relatórios filtrados;
- Gerar PDF a partir dos relatórios filtrados;
- Quantidade mínima de passos para inserir um dado, neste caso, tornando a usabilidade mais simples;
- Tamanho otimizado dos dados, para dar suporte aos dispositivos com pouca capacidade de memória.

Assim sendo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da avaliação feita por grupos de usuários portadores de diabetes tipo 1.

Capítulo 5

Análise dos Resultados

Neste capítulo é descrito o estudo de caso realizado com o aplicativo Doce Desafio. Para isto, foram convidados seis diabéticos tipo 1, participantes do projeto Doce Desafio, que é um programa idealizado e coordenado pela Professora Dra. Jane Dullius, que desenvolve atividades no Centro Olímpico da UnB (Campus Darcy Ribeiro), Centro de Saúde nº3 em Ceilândia e Centro de Saúde do Itapoã [18]. Além desses participantes, foram convidadas também, por meio de contatos pessoais, outros portadores da doença, inclusive uma mãe, cujo o filho de um ano de idade foi diagnosticado com diabetes tipo 1. O único requisito exigido para a participação no grupo de avaliadores, além da doença, era o de possuir um dispositivo móvel que desse suporte ao sistema operacional Android.

Cabe ressaltar que os avaliadores que fazem parte do projeto Doce Desafio, por estarem em um programa que promove a educação em diabetes, possuem um elevado grau de conhecimento no tratamento da doença. Fato que contribuiu para que o aplicativo fosse testado seguindo critérios rígidos de avaliação. Assim, esses usuários foram de extrema relevância para a validação de cada módulo do aplicativo, pois apresentaram uma visão analítica dos seus próprios dados inseridos no programa. Dessa forma foi possível, desenvolver relatórios, filtros e gráficos que demonstrassem os aspectos mais significativos acerca do quadro médico do paciente.

Além da avaliação feita pelos diabéticos tipo 1, para validar os módulos voltados para análise médica, foram convidados profissionais das áreas de saúde, de nutrição e de educação física. Assim, na Seção 5.1, estão os testes realizados com os diabéticos e as avaliações dos profissionais que atuam no tratamento da doença. Na Seção 5.2, os dados estatísticos dos resultados obtidos por meio de um formulário respondido por todos os envolvidos nos testes são apresentados e analisados.

5.1 Testes

Para facilitar os testes e as validações do aplicativo, foi aplicada a metodologia de desenvolvimento XP (*Extreme Programming*) [15], que consiste basicamente no acompanhamento constante e na realização de pequenos ajustes durante toda a implementação do programa.

Dessa forma, a cada módulo desenvolvido, um grupo de usuários recebiam as atualizações, e em um intervalo de poucos dias, faziam críticas e sugestões, que eram descartadas, corrigidas ou incorporadas ao projeto.

Assim sendo, os módulos foram desenvolvidos e testados na seguinte ordem:

- Módulo da Tabela de Alimentos;
- Módulo do Perfil;
- Módulo da Glicemia;
- Módulo dos Relatórios da Glicemia;
- Módulo da Insulina;
- Módulo dos Relatórios da Insulina;
- Módulo da Atividade Física;
- Módulo dos Relatórios da Atividade Física;
- Módulo da Refeição;
- Módulo dos Relatórios da Refeição;
- Módulo das Metas;
- Módulo de *Backup* e de Restauração.

Após a implementação do **Módulo de Backup e de Restauração**, foi possível testar o aplicativo com dados reais de diabéticos participantes do grupo de testes. Dessa forma, todos os relatórios e gráficos foram validados pelos profissionais de saúde envolvidos.

5.2 Resultados

Para a avaliação do aplicativo Doce Desafio foi elaborado um formulário, mostrado no Apêndice A, para validar alguns aspectos que pudessem avaliar a eficiência do aplicativo desenvolvido neste trabalho. Os itens foram mensurados com a nota 1 (Não atende) até a nota 6 (Atende completamente), sendo eles:

- Aparência do aplicativo;
- Facilidade de uso;
- Tempo de resposta;
- Objetivo das telas;
- Quantidade de cliques até alcançar o objetivo;
- Conteúdo;
- Utilidade do aplicativo no tratamento da DM1;
- Sugestão dos fatores de sensibilidade;
- Sugestão da insulina administrada;
- Tabela de alimentos disponibilizada pela Sociedade Brasileira de Diabetes;

- Funcionalidade favorita;
- Nota geral do aplicativo Doce Desafio.

Em relação ao quesito **Aparência do Aplicativo**, como pode ser observado na Figura 5.1, 83% dos usuários avaliaram com a nota máxima, e os outros 17% atribuíram a nota 5. Entretanto, nos comentários gerais foi sugerido que a interface do programa melhore um pouco mais.

A aparência do aplicativo é apropriada para o objetivo que se destina?

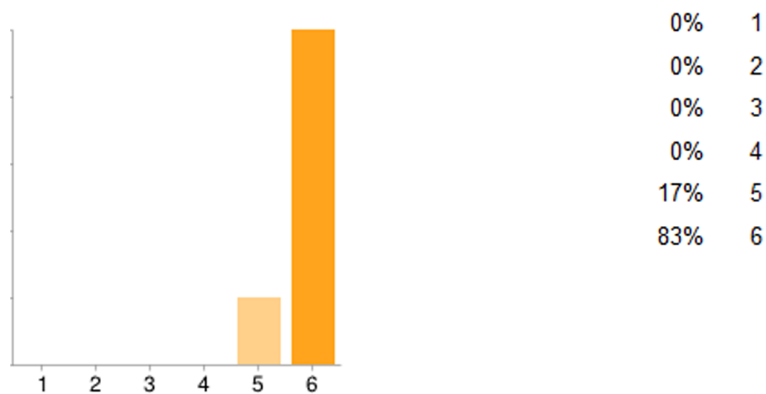


Figura 5.1: Aparência do Aplicativo.

Na avaliação do item **Facilidade de Uso**, observou-se que 50% dos usuários atribuíram a nota máxima e os outros 50% deram a nota 5, como mostrado na Figura 5.2. Isso mostra que o programa conseguiu atender ao requisito não funcional de facilidade de uso, mesmo que a maioria dos participantes não tenha muita facilidade com os aplicativos do celular.

Contudo, de acordo com a Figura 5.3, em relação a avaliação do item **Tempo de Resposta**, todos os usuários atribuíram nota máxima ao aplicativo. Isso mostra que o programa foi desenvolvido com eficiência. Além disso, o banco de dados escolhido demonstrou-se adequado às necessidades do aplicativo Doce Desafio.

Em relação ao quesito **Objetivo das Telas**, alguns usuários sugeriram que fossem introduzidos textos explicativos em cada tela. Entretanto, como pode ser visto na Figura 5.4, 58% das pessoas que testaram o aplicativo atribuíram nota máxima, e os outros 42% deram nota 5.

Assim como esperado, o item **Quantidades de Cliques até Alcançar o Objetivo**, foi avaliado com nota máxima por todos os usuários, o que pode ser observado na Figura 5.5. Esse objetivo foi atingido na íntegra pois sempre foi um dos pontos em destaque no projeto do aplicativo.

Em relação ao quesito **Conteúdo**, como mostrado na Figura 5.6, a maioria dos usuários ficou satisfeita, entretanto, houve sugestões de adicionar informações de cunho educativo ao aplicativo.

Em seguida, na avaliação do item **Utilidade do Aplicativo no Tratamento da DM1**, 83% dos usuários atribuíram nota máxima, 8% deram nota 5 e os outros 8%

A navegação é simples de entender e de usar?

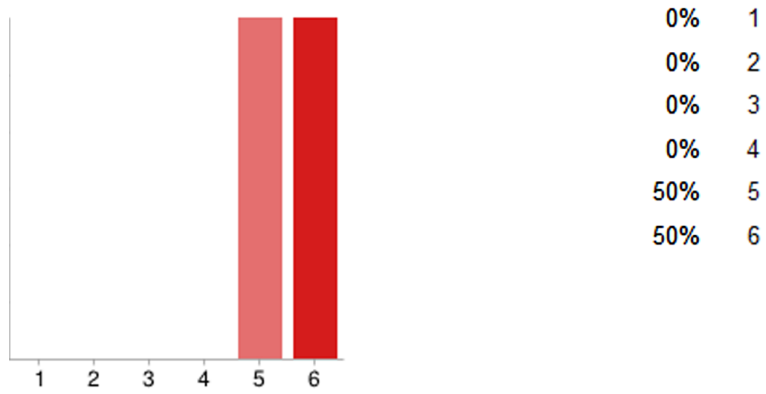


Figura 5.2: Navegação no Aplicativo.

O tempo de resposta à cada comando é satisfatório?

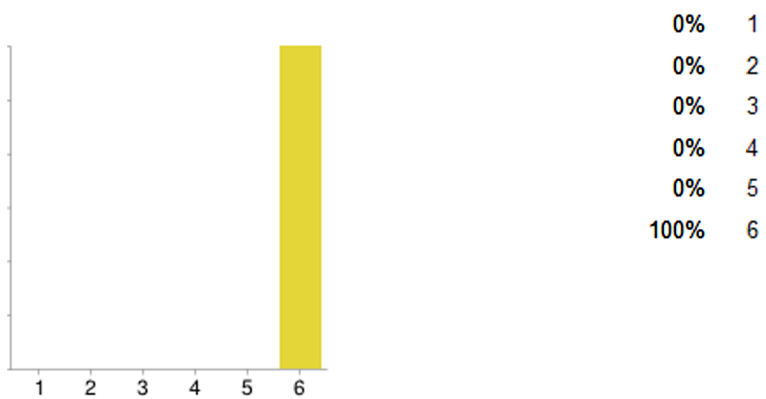


Figura 5.3: Tempo de Resposta do Aplicativo.

O objetivo do aplicativo e de cada tela são imediatamente claros?

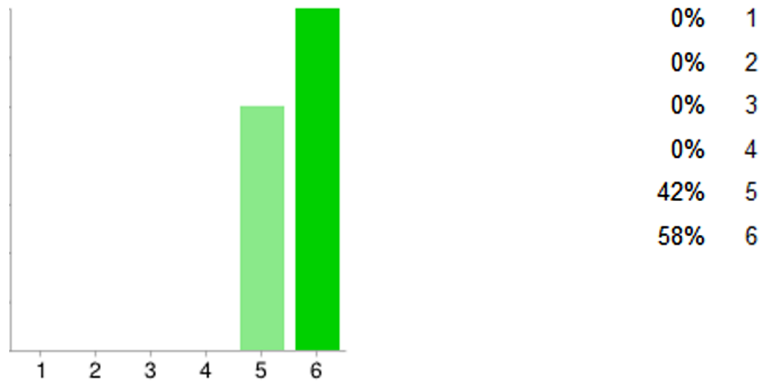


Figura 5.4: Objetividade das Telas do Aplicativo.

É possível chegar à informação desejada com poucos cliques?

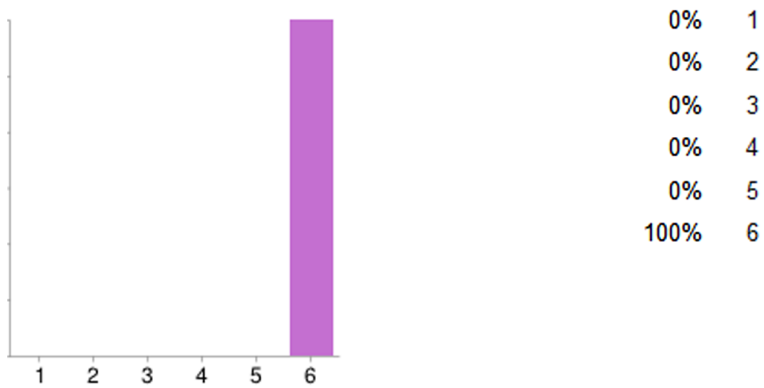


Figura 5.5: Quantidade de Cliques para Navegação.

O conteúdo atendeu às suas necessidades e expectativas?

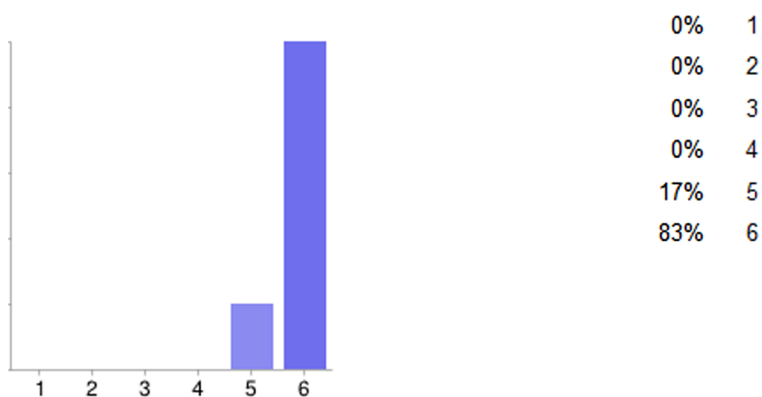


Figura 5.6: Expectativas quanto ao Conteúdo do Aplicativo.

atribuíram a nota 4, como pode ser observado na Figura 5.7. Já no quesito **Sugestão dos Valores de Sensibilidade**, os dados se mostram mais distribuídos, como mostrado na Figura 5.8. Embora a nota máxima tenha prevalecido, 22% dos usuários atribuíram nota 4, o que pode ser explicado pelo fato de o aplicativo alcançar essas variáveis de sensibilidade apenas considerando algumas características do paciente. Ou seja, os valores ainda podem variar de acordo com outros fatores não considerados pelo aplicativo Doce Desafio, ou mesmo pela variação durante determinadas horas do dia.

O aplicativo é útil no tratamento de DM1?

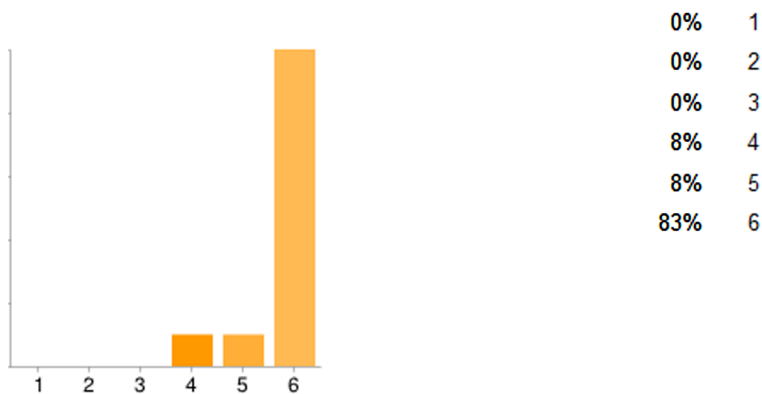


Figura 5.7: Utilidade do Aplicativo.

Da mesma forma, em relação à avaliação do item **Sugestão da Insulina Administrada**, mostrado na Figura 5.9, houve a dispersão dos dados, onde 61% dos usuários atribuíram nota máxima; 13% nota 5; 13% nota 4; e 13% nota 3. Pode-se explicar tal distribuição pelo fato de que a sugestão de insulina, feita pelo aplicativo, leva em consideração os fatores de sensibilidade, que como dito anteriormente, podem variar ao longo do dia,

Os valores apresentados como fator de sensibilidade se aproximam do real? (Opcional)

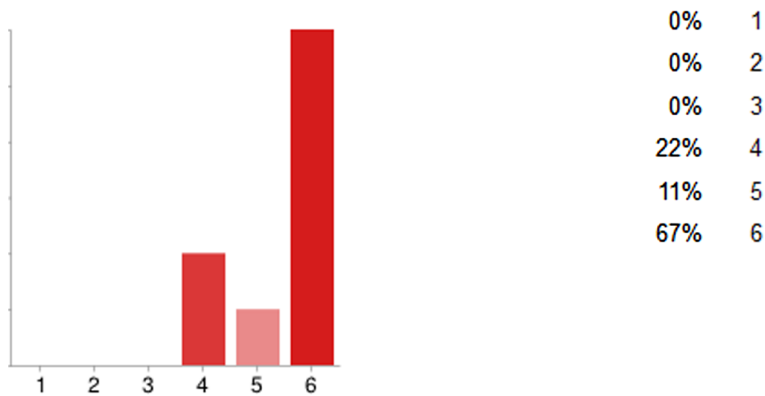


Figura 5.8: Valores Sugeridos pelo Aplicativo.

como apresentado na Seção 2.5.1. Além disso, essa variação ocorre de maneira diferente em cada diabético, podendo assim assumir taxas de variação totalmente irregular.

A sugestão de insulina é adequada à sua necessidade real? (Opcional)

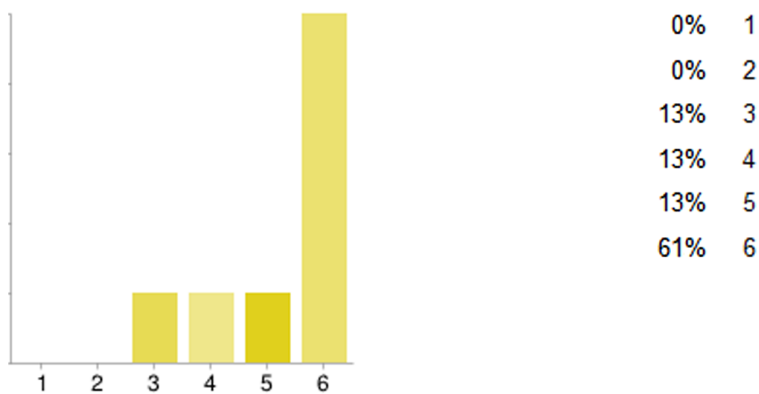


Figura 5.9: Dose de Insulina Sugerida pelo Aplicativo.

Em relação ao item **Tabela de Alimentos**, a maioria dos usuários, ou seja 67%, atribuiu nota máxima; 25% deram nota 5 e os outros 8% nota 3, como pode ser observado na Figura 5.10. Embora que alguns usuários não tenham considerado a Tabela de Alimentos do banco de dados do aplicativo, completa, é importante ressaltar que existe a possibilidade de o próprio usuário adicionar novos itens na tabela, como apresentado no Capítulo 4.

Ademais, o aplicativo Doce Desafio permite que o usuário crie uma tabela de alimentos, nomeada de favoritos, contendo apenas os itens mais consumidos. As grandes vantagens disso são a redução da tabela e a agilidade na buscar por um item.

Como previsto, em relação ao quesito **Funcionalidade Favorita**, mostrado na Figura 5.11, 50% dos usuários escolheram a opção Relatórios Personalizados, os outros 50%

A tabela de alimentos disponível é completa e útil?

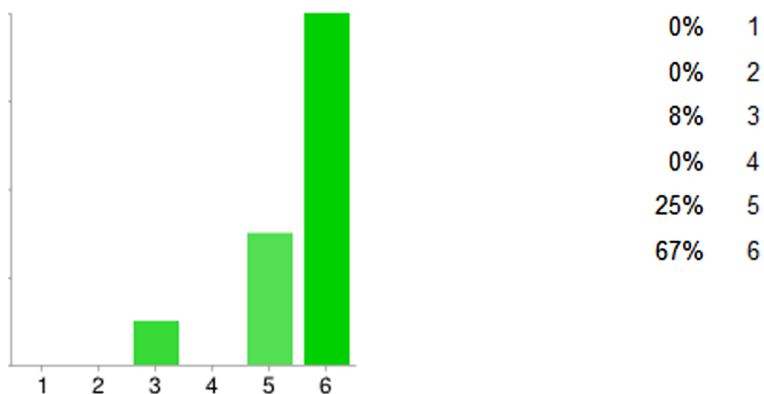


Figura 5.10: Utilidade da Tabela de Alimentos.

ficaram distribuídos entre *Backup* e Restauração dos Dados; Contagem de Carboidrato; Gráficos; e Metas.

Qual funcionalidade mais lhe agradou?

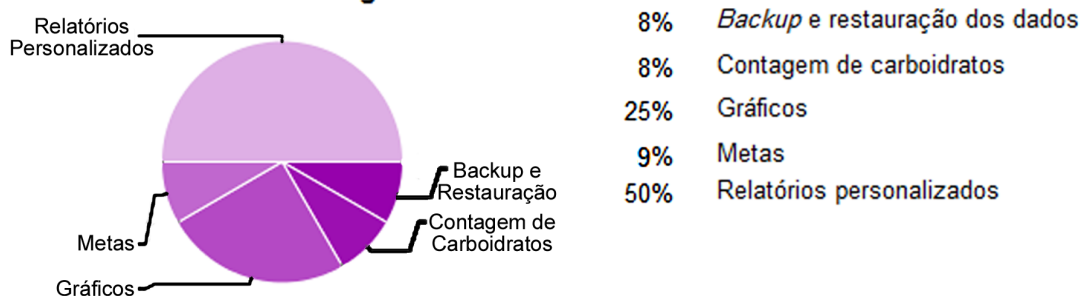


Figura 5.11: Funcionalidade Favoritas.

Finalmente, no item **Nota Geral do Aplicativo Doce Desafio**, foram mensuradas notas de 0 à 10. Assim, como pode ser visto na Figura 5.12, 91% dos usuários que avaliaram o aplicativo atribuíram nota 9 ou 10, e apenas 8% dos usuários classificaram o programa com a nota 8.

Dessa forma, chega-se a conclusão de que o aplicativo foi útil para a maioria dos usuários que fizeram parte do grupo de testes, ou seja, para os diabéticos com um maior conhecimento e cuidado em relação a doença; para os diabéticos que acabaram de ser diagnosticados; e para a equipe de acompanhamento, composta por endocrinologistas, nutricionistas e profissionais da educação física.

Por fim, comparando o aplicativo Doce Desafio aos programas similares, analisados no Capítulo 4, pode-se observar as vantagens da proposta deste trabalho. Como pode

Dê uma nota geral para o aplicativo:

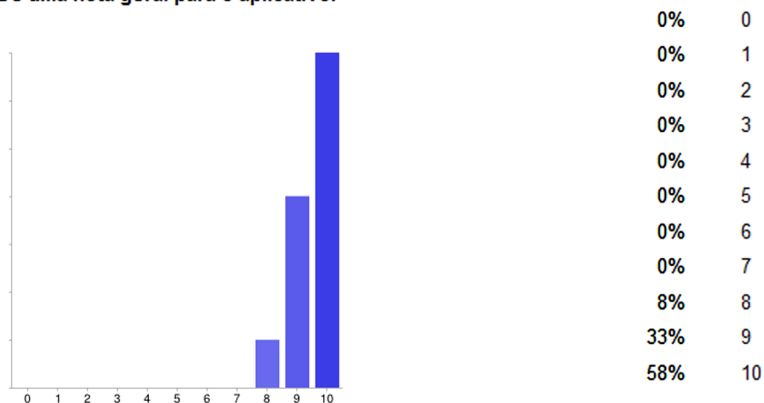


Figura 5.12: Nota Geral do Aplicativo.

ser visto na Figura 5.13, em relação a característica de possuir uma tabela de alimentos disponível no banco de dados, nota-se que apenas um dos programas atende. Além disso, esse mesmo programa é o único a dar suporte as quatro variáveis mais relevantes no tratamento do diabetes tipo 1, que são: a medida da glicemia; a quantidade de insulina administrada; a alimentação e as atividades físicas realizadas.

Da mesma forma, ao se analisar a ferramenta de geração de gráficos, observa-se que apenas um dos programas oferece suporte aos quatro módulos citados anteriormente simultaneamente, e todos os outros apenas geram gráficos do relatório das medidas de glicemia. Além do mais, apenas três dos aplicativos analisados possuem a ferramenta da sugestão da insulina e apenas um dos programas oferece filtros para a geração de relatórios personalizados de todos os módulos. Em seguida, observa-se que nenhum dos aplicativos possui a opção de gerar arquivos no formato PDF dos relatórios.

Em resumo, nota-se que o aplicativo desenvolvido neste trabalho é inédito, pois dentre todos os aplicativos pesquisados, ele é o único capaz de atender aos requisitos apresentados na Figura 5.13.

5.3 Considerações Finais

De acordo com os teste analisados neste capítulo, chega-se à conclusão de que o aplicativo Doce Desafio foi efetivo no monitoramento e no auxílio no tratamento do diabetes tipo 1. Sua aparência simples possibilitou a objetividade das telas e a minimização dos cliques na navegação.

Além disso, o conteúdo apresentado pelo aplicativo atendeu às expectativas dos usuários, mostrando-se bastante útil no monitoramento da doença. Todos os cálculos realizados pelo aplicativo (fatores de sensibilidade ou sugestão de insulina) foram testados pelos usuários, mostrando-se bem eficazes.

Para os profissionais de saúde, o aplicativo Doce Desafio demonstrou facilitar a análise dos dados dos pacientes, uma vez que possui módulos que geram gráficos e relatórios relevantes para se chegar a conclusões da efetividade do tratamento.











NOME	VALOR	IDIOMA										
			LEMBRETES	MÓDULO GLICEMIA	MÓDULO REFEIÇÃO	TABELA DE ALIMENTOS	MÓDULO INSULINA	MÓDULO ATIV. FÍSICA	GRÁFICOS	SUGESTÃO DE INSULINA	FILTROS PARA OS RELATÓRIOS	GERAÇÃO DE PDF
 ONTRACK DIABETES	GRATUITO	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	TODOS OS MÓDULOS	NÃO	APENAS GLICEMIA	NÃO
 GLUCOSE BUDDY: DIABETES LOG	GRATUITO	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO
 GLUCOOL DIABETES PREMIUM	R\$ 16,72	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	SIM	NÃO	NÃO
 TRACK3 DIABETES PLANNER	R\$ 14,40	INGLÊS	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO
 SIDIARY DIABETES MANAGEMENT	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	SIM	NÃO	NÃO
 DIABETES CONTROL	GRATUITO	PORTUGUÊS	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	APENAS GLICEMIA	NÃO	SIM	NÃO
 DBEES.COM DIABETES MANAGEMENT	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO
 SOCIAL DIABETES	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	SIM	SIM	SIM	NÃO FUNCIONA	SIM	SIM	APENAS GLICEMIA	SIM	NÃO	NÃO
 DIABETES	GRATUITO	VÁRIOS INCLUSIVE PT	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	APENAS GLICEMIA	NÃO	NÃO	NÃO
 DOCE DESAFIO	GRATUITO	PORTUGUÊS	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	TODOS OS MÓDULOS	SIM	TODOS OS MÓDULOS	SIM

Figura 5.13: Doce Desafio - Tabela Comparativa de Aplicativos.

Capítulo 6

Conclusões e Perspectivas Futuras

Neste trabalho foi proposto o aplicativo Doce Desafio, um programa voltado para diabéticos tipo 1 e profissionais de saúde que atuam no tratamento da doença. Com base nos testes realizados, conclui-se que é possível, por meio da aplicação, fazer um monitoramento mais eficaz pelo paciente. Ainda, com as ferramentas de geração de relatórios, gráficos e estatísticas, o acompanhamento médico pode ser realizado de maneira mais detalhada, fazendo com que as variáveis que influenciam na doença sejam ajustadas com maior facilidade e exatidão.

A inclusão da Tabela de Alimentos, disponibilizada pela Sociedade Brasileira de Diabetes [13], ao banco de dados do software, permite que o usuário seja informado da quantidade exata de carboidratos [5] em cada refeição realizada e, dessa forma, o aplicativo pode sugerir a quantidade de insulina que deve ser administrada para alcançar uma determinada meta glicêmica.

Em relação à eficácia, o Doce Desafio demonstrou atender às principais necessidades de todos os envolvidos no tratamento do diabetes tipo 1, uma vez que os mesmos acompanharam todo o seu desenvolvimento. Com relação ao desempenho computacional, o aplicativo apresentou um tempo de resposta mínimo na execução de todas as tarefas propostas, desde a geração de arquivos PDF até a criação de gráficos, mesmo quando executado em aparelhos com baixo poder de processamento.

Como trabalhos futuros, propõem-se a otimização da interface do aplicativo, por meio de imagens relacionadas à proposta do projeto, e componentes gráficos avançados que possam enriquecê-lo visualmente. Propõem-se também, a implementação de um módulo que possibilite a sincronização dos dados inseridos no aplicativo a um servidor *web*, de modo que a equipe médica possa acompanhar *on-line* o paciente. Outrossim, o Doce Desafio é suportado apenas por dispositivos que possuem o sistema operacional Android. Portanto, propõem-se também, a adaptação do aplicativo para outras plataformas, como o *IOS* [26], que é o sistema operacional nativo dos dispositivos *Apple*.

Assim, embora nada impeça que alguns módulos do aplicativo sejam utilizados, de forma independente, por pessoas que possuem diabetes tipo 2, ele foi desenvolvido levando em consideração apenas as características e as necessidades do tipo 1 da doença. Entretanto, propõem-se a implementação de novos módulos que possam atender diabéticos tipo 2 de forma completa, uma vez que 90% dos diabéticos pertencem a este grupo [13].

Além do exposto, propõem-se a disponibilização do aplicativo Doce Desafio de forma gratuita, por meio da loja de aplicativos do Android, *Play Store* [34]. E, por sugestão de

alguns usuários, que participaram do grupo de testes, será criado um manual do aplicativo podendo ser acessado *online*.

Cabe ressaltar ainda que, o aplicativo Doce Desafio alcançou reconhecimento internacional, com a aprovação de um resumo enviado para a sétima Conferência Internacional de Tecnologias Avançadas no Tratamento do Diabetes (ATTD 2014) [33]. Esse evento ocorrerá em Vienna, Áustria, em fevereiro de 2014, e concentrará as maiores pesquisas e trabalhos que visam a evolução no tratamento da doença. Além do mais, esse evento é o mais importante do seguimento de tecnologias no tratamento do diabetes e contará com a participação desta equipe e do aplicativo Doce Desafio.

Referências

- [1] Adndroid.com. Dashboards. <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>, 2013. Online; acessado 21-novembro-2013. xi, 43, 44
- [2] Android.com. Discover android. <http://www.android.com/about/>, 2013. Online; acessado 01-julho-2013. xi, 26, 33
- [3] American Diabetes Association. *Aspectos práticos da insulina: Um manual para prescritores*. RTM Ltda, 2003. xiii, 17, 19, 20
- [4] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2008. *Diabetes Care* 2008, 31(1):12–54, 2008. xi, 9, 10, 11, 12
- [5] American Diabetes Association. *Standards of medical care in Diabetes 2013*. American Diabetes Association, 2013. 15, 78
- [6] American Diabetes Association. Tudo sobre diabetes. <http://www.diabetes.org>, 2013. Online; acessado 10-novembro-2013. 11
- [7] Elvira C. Fatores nutricionais e alimentares de risco para doenças metabólicas. *Sociedade Brasileira de Diabetes*, 20(1):17–17, jan. 2013. 7
- [8] Nathan D. Translating the a1c assay into estimated average glucose values. *Diabetes Care*, 31(3):1–6, 2008. 9
- [9] Instituto da Criança com Diabetes. Sobre a doença. <http://www.icdrs.org.br>, 2013. Online; acessado 02-junho-2013. 5, 6
- [10] Ministério da Saúde. Doenças e tratamentos. <http://www.brasil.gov.br/sobre/saude/doencas-e-tratamentos>, 2013. Online; acessado 02-junho-2013. 8, 9
- [11] Sociedade Brasileira de Diabetes. *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2009*. Sociedade Brasileira de Diabetes, 3º edition, 2009. 15, 19, 20
- [12] Sociedade Brasileira de Diabetes. *Revisão sobre análogos de insulina: Indicações e recomendações para disponibilização pelos serviços públicos de saúde*. Sociedade Brasileira de Diabetes, 2011. xi, 6, 18
- [13] Sociedade Brasileira de Diabetes. Tudo sobre diabetes. <http://www.diabetes.org.br/para-o-publico/tudo-sobre-diabetes>, 2013. Online; acessado 12-maio-2013. xiii, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 49, 54, 67, 78

- [14] Grupo Interdisciplinar de Padronização da Hemoglobina Glicada – A1C. Posicionamento oficial – 2004 – a importância da hemoglobina glicada (a1c) para a avaliação do controle glicêmico em pacientes com diabetes mellitus: Aspectos clínicos e laboratoriais. http://www.diabetes.org.br/attachments/posicionamento/posicionamentos_sbd_3_jan09.pdf, abr. 2004. xiii, 9, 10
- [15] Desenvolvimentoagil.com. Extreme programming. <http://desenvolvimentoagil.com.br/xp/>, 2013. Online; acessado 10-novembro-2013. 68
- [16] Sanofi Diabetes. Prevenção e causas. <http://www.starbem.com.br/Diabetes/PrevencaoCausas>, 2013. Online; acessado 02-junho-2013. xiii, 1, 5, 6
- [17] Olhar Digital. Primeiro celular com android completa cinco anos. relembre a história. <http://olhardigital.uol.com.br/noticia/37760/37760>, 2013. Online; acessado 27-novembro-2013. 25, 26, 28, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42
- [18] Docedesafio.org. Doce desafio. <http://www.docedesafio.org.br/>, address = www.diabetes.org, year = 2013. Online; acessado 10-novembro-2013. 68
- [19] Jane Dullius. *Diabetes Mellitus*. Universidade de Brasilia, 2007. 14, 15, 17, 21, 23
- [20] Thiago Elias. Task killers no android. <http://www.thiagoelias.org/blog/tag/gerenciamento-de-memoria-no-android/>, 2011. Online; acessado 27-novembro-2013. 31
- [21] Mujeres en blanco y negro. Bombas de insulina para la tranquilidad de diabeticos. <http://mujeresenblancoynegro.blogspot.com.br>, maio. 2012. xi, 14
- [22] International Diabetes Federation. Types of diabetes. <http://www.idf.org/types-diabetes>, 2013. Online; acessado 12-maio-2013. xiii, 1, 5, 7, 8
- [23] Garulab. Android – parte 1. <http://garulab.wordpress.com/2011/05/23/android-parte-1/>, 2011. Online; acessado 27-novembro-2013. 26
- [24] Rafael Caveari Gomes, Jean Alves R. Fernandes, and Vinícius Corrêa Ferreira. Sistema operacional android. *Universidade Federal Fluminense*, page 31, 2012. xi, 27, 29, 30, 32, 33
- [25] Boletim informativo Novo Nordisk. Diabetes e alimentação – dieta saudável. <http://endocrinosauade.com/2011/05/diabetes-dieta-saudavel/>, maio 2011. Online; acessado 02-junho-2013. xi, 16
- [26] IOS. Ios. <http://www.apple.com/br/ios/>, 2013. Online; acessado 10-novembro-2013. 78
- [27] Ricardo R. L. *Google android*. Novatec, 3º edition, 2013. 1, 2, 31
- [28] Simão A. Lottenberg. *Liga de Controle do Diabetes Mellitus*. Atheneu, 2010. 21, 22
- [29] Walter M. Bomba de insulina e medidor de glicose juntos para sempre. agora no brasil. <http://www.walterminicucci.com.br>, 2012. Online; acessado 02-junho-2013. 13, 14

- [30] Walter M. Dieta para diabéticos. <http://www.walterminicucci.com.br/dieta-para-diabeticos>, 2012. Online; acessado 02-junho-2013. 16, 17
- [31] Cavalcanti N. Você e os seus triglicerídeo. *Sociedade Brasileira de Diabetes*, 20(1):22–22, mar. 2013. 7
- [32] The next web. Gmail for android gets direct notification replies, archives in jelly bean, faster searching in ics and up. <http://thenextweb.com/google>, 2013. Online; acessado 01-julho-2013. xi, 43
- [33] International Conference on Advanced Technologies and Treatments for Diabetes. Attd 2014. <http://www2.kenes.com/ATTD/Pages/Home.aspx>, 2013. Online; acessado 05-dezembro-2013. 79
- [34] Google Play. Google play. <https://play.google.com/>, 2013. Online; acessado 05-dezembro-2013. 78
- [35] Sqlite.org. About sqlite. <http://www.sqlite.org/about.html>, 2013. Online; acessado 21-novembro-2013. 47
- [36] Maria T. Dispositivo para diabetes oferece um futuro sem dor nos testes de glicose no sangue. http://www.medtronicureka.com/pt/inspiration-articles/Inspiration/teste_de_glicose_no_sangue, fev. 2013. xi, 9, 11, 13
- [37] Techtudo. Cinco anos de android. <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/09/cinco-anos-de-android-relembre-historia-e-todas-versoes-do-sistema.html>, 2013. Online; acessado 01-julho-2013. xi, 2, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42
- [38] Teleco. Estatísticas de celular no mundo. <http://www.teleco.com.br/pais/celular.asp>, 2013. Online; acessado 01-julho-2013. xi, 24
- [39] Wikipedia. Anexo:histórico de versões do android cinco anos. relembre a história. http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Historico_de_versoes_do_Android, 2013. Online; acessado 27-novembro-2013. 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42
- [40] Wikipedia.org. cetose. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cetose>, 2013. 21

Apêndice A

Formulário de Avaliação

Aplicativo

Formulário de Avaliação do aplicativo

***Obrigatório**

Quem é você? (Opcional)
Aqui você pode se identificar, relatar a sua relação com a doença etc.

Qual sua categoria? *

DM1

DM2

Profissional de saúde

Professor

Outro:

A aparência do aplicativo é apropriada para o objetivo que se destina? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

A navegação é simples de entender e de usar? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

O tempo de resposta à cada comando é satisfatório? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

Figura A.1: Formulário de avaliação do Doce Desafio - Parte 1/3.

O objetivo do aplicativo e de cada tela são imediatamente claros? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

É possível chegar à informação desejada com poucos cliques? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

O conteúdo atendeu às suas necessidades e expectativas? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

O aplicativo é útil no tratamento de DM1? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

Os valores apresentados como fator de sensibilidade se aproximam do real? (Opcional)
(Para quem está em insulino terapia)

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

A sugestão de insulina é adequada à sua necessidade real? (Opcional)
(Para quem está em insulino terapia)

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

A tabela de alimentos disponível é completa e útil? *

1 2 3 4 5 6

Não atende Atende totalmente

Figura A.2: Formulário de avaliação do Doce Desafio - Parte 2/3.

Qual funcionalidade mais lhe agradou? *

<input type="radio"/> Backup e restauração dos dados	<input type="radio"/> Registro de Atividade Física
<input type="radio"/> Contagem de carboidratos	<input type="radio"/> Registro de Glicemia
<input type="radio"/> Desvio padrão	<input type="radio"/> Registro de Insulina
<input type="radio"/> Estimativa do fator de sensibilidade	<input type="radio"/> Registro de Refeição
<input type="radio"/> Gerar PDF	<input type="radio"/> Relatórios personalizados
<input type="radio"/> Gráficos	<input type="radio"/> Sugestão de insulina
<input type="radio"/> Lembretes	<input type="radio"/> Tabela de alimentos
<input type="radio"/> Metas	

Dê uma nota geral para o aplicativo: *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito ruim Ótimo

Deseja fazer alguma sugestão?

Nunca envie senhas em formulários do Google.

100% concluído.

Figura A.3: Formulário de avaliação do Doce Desafio - Parte 3/3.