



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA
EM SAÚDE HUMANA E ANIMAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM BIOTECNOLOGIA
EM SAÚDE HUMANA E ANIMAL

ROSÂNGELA SIMÕES GONÇALVES

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO MÓVEL PARA MONITORIZAÇÃO DOS
NÍVEIS GLICÊMICOS OBTIDOS POR MEDIÇÕES CAPILAR E SENSOR
SUBCUTÂNEO

FORTALEZA – CEARÁ

2020

ROSÂNGELA SIMÕES GONÇALVES

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO MÓVEL PARA MONITORIZAÇÃO DOS
NÍVEIS GLICÊMICOS OBTIDOS POR MEDIÇÕES CAPILAR E SENSOR
SUBCUTÂNEO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia do Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Biotecnologia. Área de Concentração: Biotecnologia em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Benjamin Brandão Pitta.

Coorientador: Prof^a. Dra. Roseli de Souza Santos da Costa.

FORTALEZA – CEARÁ

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Gonçalves, Rosângela Simões .

Desenvolvimento de aplicativo móvel para monitorização dos níveis glicêmicos obtidos por medições capilar e sensor subcutâneo [recurso eletrônico] / Rosângela Simões Gonçalves. - 2020.
1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 58 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Fortaleza, 2020.

Área de concentração: Biotecnologia em Saúde.

Orientação: Prof. Dr. Guilherme Benjamin Brandão Pitta.

Coorientação: Prof.^a Dra. Roseli de Souza Santos da Costa.

1. Glicemia. 2. Diabetes Mellitus. 3. Aplicativo Móvel. I. Título.

ROSÂNGELA SIMÕES GONÇALVES

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO MÓVEL PARA A MONITORIZAÇÃO DOS
NÍVEIS GLICÊMICOS OBTIDOS POR MEDIÇÕES CAPILAR E SENSOR
SUBCUTÂNEO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia do Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para à obtenção do título de mestre em Biotecnologia.

Área de Concentração: Biotecnologia em Saúde.

Aprovada em: 28 de fevereiro de 2020.

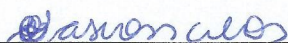
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Guilherme Benjamin Brandão Pitta
CESMAC – Presidente / Orientador



Prof. Dr. Jorge Carlos Santos da Costa
FIOCRUZ – Examinador Externo ao
Programa



Prof.ª Dr.ª Camila Calado de Vasconcelos
CESMAC – Examinador



Prof.ª Dr.ª Maria Alice Araújo Oliveira
UFAL – Examinador Externo ao Programa



Prof.ª Dr.ª Valesca Barreto Luz
CESMAC – Examinador

Aos meus pais: Carmelita Simões
Gonçalves e José Gonçalves Filho,
minha eterna gratidão e o meu maior
motivo para busca da vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por ter me dado saúde, fé e coragem para não desistir dos meus objetivos.

Aos meus pais por todo amor recebido e ao ensinamento que estudar sempre seria o meu alicerce de vida, portanto investiram tudo para que eu pudesse ter uma vida acadêmica de qualidade. Foram momentos com muitos obstáculos para eu chegar ao fim do mestrado, mas como filha de José Gonçalves Filho e Carmelita Simões Gonçalves, jamais poderia desistir, pois a força e a fé plantadas em mim floresceram em meu dia a dia.

Aos meus queridos filhos Daniel Simões e Caroline Simões e ao meu genro Arthur Pina por todo apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Guilherme Benjamin Brandão Pitta, que me incentivou desde o primeiro momento; é um grande incentivador da vida acadêmica!

À minha coorientadora, a Prof^a. Dra. Roseli de Souza Santos da Costa, por ter tanta paciência comigo e ter me ajudado durante a elaboração deste trabalho com sábios conselhos, firmeza, dedicação ímpar, para que eu não desistisse do objetivo que propus a viver, desde que iniciei a minha vida profissional. Minha eterna gratidão a essa amiga e irmã do coração!

Aos queridos professores do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal (PPGBiotec), por toda atenção recebida.

Aos amigos Hilton Ribeiro e Mayra Holanda, por suportarem e ouvirem os meus assuntos sobre o mestrado.

Aos amigos do Centro Universitário Cesmac, Universidade Estadual do Ceará e Universidade Federal de Alagoas, em especial a Ailton Mota, Francisco Medson, Victor Ribeiro, Maxwell Esdra e Aruska Kelly.

Ao Prof. M.e Cássio Pinheiro Oliveira, à Prof^a. Dra. Anne Dayse Soares da Silva e ao Manoel Miqueias Maia por tornar possível a realização do projeto de pesquisa.

“Não tenhais medo, com Jesus tudo é possível e com ele se chega a todos os corações e a todos os lugares”.

(Teresa de Lisieux)

RESUMO

A utilização de tecnologia digital para cuidados em saúde constitui, atualmente, um importante recurso para o controle glicêmico, auxilia e possibilita a monitorização da glicose. Um dos desafios para os pacientes com diabetes *mellitus* (DM) é controlar as concentrações glicêmicas e, observa-se melhora nos resultados clínicos quando utilizam aplicativos móveis para realizar o seu autocuidado. Duas técnicas primárias estão disponíveis para profissionais de saúde e pacientes realizarem dosagens glicêmicas e seu controle: automonitorização da glicose no sangue, obtida pela Glicemia Capilar (GC) e a mensuração da glicose intersticial pelo sistema de Monitorização Contínua de Glicose (CGM). A monitorização da glicemia por técnica capilar fornece apenas dados intermitentes do controle metabólico, impedindo uma visão completa do perfil glicêmico do paciente. Com a CGM, é possível avaliar com exatidão as variações glicêmicas ao longo do dia, com intervenção terapêutica mais eficaz. Diante destas premissas a presente pesquisa teve como objetivo promover o desenvolvimento de um aplicativo móvel, denominado UP GLICEMIA, para monitorização da glicose por CGM por meio do sensor subcutâneo e GC, que geram relatórios gráficos simultâneos. Os valores glicêmicos quando medidos e registrados no aplicativo, são informados ao usuário em forma de padrões de alertas para normoglicemia, tolerável, hiperglicemia e hipoglicemia, apresentados em cores verde, amarelo, vermelho e roxo, respectivamente. O referido aplicativo, também gera relatórios gráficos diários, semanais e mensais para as duas técnicas de medidas glicêmicas por meio de gráficos individuais e também associados, que poderão auxiliar na conduta terapêutica. Tratou-se de uma pesquisa aplicada, exploratória para desenvolvimento de aplicativo, com uma nova perspectiva para o controle glicêmico. Para o desenvolvimento do *software* utilizou-se a metodologia baseada no *Extreme Programming* (XP) e o *Application Programming Interfaces* (API) do Apache Cordova, as linguagens HTML, CSS e JavaScript para dispositivos portáteis da plataforma Android. Espera-se que a utilização do UP GLICEMIA para o paciente com DM tipo 1 e tipo 2 e pelo profissional de saúde possa auxiliar no melhor entendimento do monitoramento da glicose do usuário, demonstrando o perfil glicêmico por completo e possibilite o controle da glicemia.

Palavras-chave: Glicemia. Diabetes *Mellitus*. Aplicativo Móvel.

ABSTRACT

The use of digital technology for health care is currently an important resource for glycemic control, it helps and makes it possible to monitor glucose. One of the challenges for patients with diabetes mellitus (DM) is to control glycemic concentrations and, there is an improvement in clinical results when using mobile applications to perform their self-care. Two primary techniques are available for healthcare professionals and patients to perform glycemic measurements and their control: self-monitoring of blood glucose, obtained by Capillary Glucose (CG) and the measurement of interstitial glucose by the Continuous Glucose Monitoring (CGM) system. Blood glucose monitoring by capillary technique provides only intermittent data on metabolic control, preventing a complete view of the patient's glycemic profile. With CGM, it is possible to accurately assess glycemic variations throughout the day, with more effective therapeutic intervention. Given these premises, this research aimed to promote the development of a mobile application, called UP GLICEMIA, for glucose monitoring by CGM using the subcutaneous sensor and CG, which generate simultaneous graphic reports. The glycemic values, when measured and recorded in the application, are informed to the user in the form of alert patterns for normoglycemia, tolerable, hyperglycemia and hypoglycemia, presented in green, yellow, red and purple, respectively. This application also generates daily, weekly and monthly graphical reports for the two techniques of glycemic measurements by means of individual and associated graphs, which may assist in the therapeutic conduct. It was an applied, exploratory research for application development, with a new perspective for glycemic control. To develop the *software*, we used the methodology based on *Extreme Programming (XP)* and the *Application Programming Interfaces (API)* of Apache Cordova, HTML, CSS and JavaScript languages for portable devices on the Android platform. It is expected that the use of UP GLICEMIA for patients with type 1 and type 2 DM and by the health professional can help in a better understanding of the user's glucose monitoring, demonstrating the glycemic profile completely and enabling glycemic control.

Keywords: Blood Glucose. Diabetes *Mellitus*. Mobile app.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Evolução de aplicativos para diabetes.....	21
Figura 2 -	Número de diabetes no mundo e por região em 2017/2045.....	25
Figura 3 -	Prevalência do diabetes na região Nordeste do Brasil.....	26
Figura 4 -	Gráfico de monitoramento representativo da glicose.....	30
Figura 5 -	Fases do desenvolvimento da pesquisa.....	33
Figura 6 -	<i>Extreme Programming</i>	34
Figura 7 -	Estrutura de navegação do aplicativo UP GLICEMIA.....	36
Figura 8 -	Tela de Cadastro do usuário no UP GLICEMIA.....	39
Figura 9 -	Tela de informação sobre Diabetes Tipo 1 e 2.....	40
Figura 10 -	Tela de login.....	40
Figura 11 -	Tela de medidas glicêmicas e relatórios gráficos.....	41
Figura 12 -	Tela para escolher a técnica de medidas de glicose.....	41
Figura 13 -	Tela de informação do App e registro da medição capilar.....	42
Figura 14 -	Tela de registro de valor glicêmico e eventos diários.....	43
Figura 15 -	Telas de padrão de alerta para medidas capilar.....	44
Figura 16 -	Telas de padrão de alerta para medidas do sensor.....	44
Figura 17 -	Tela do gráfico diário capilar.....	45
Figura 18 -	Tela do gráfico diário do sensor.....	45
Figura 19 -	Tela do gráfico diário capilar e sensor.....	46
Figura 20 -	Tela do gráfico semanal capilar.....	46
Figura 21 -	Tela do gráfico semanal do sensor.....	47
Figura 22 -	Tela do gráfico semanal capilar e sensor.....	47
Figura 23 -	Tela do gráfico mensal capilar e sensor	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metas laboratoriais para o tratamento do diabetes tipo 2.....28

**Quadro 2 - Comparação das funcionalidades do aplicativo UP GLICEMIA
com aplicativos de diabetes disponibilizados no Google Play.....49**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conhecimentos necessários para desenvolver aplicativos para nove plataformas	19
Tabela 2 - Relação dos 10 países com maior número de pessoas com diabetes (20 a 79 anos) e respectivo intervalo de confiança de 95%, com projeções para 2045.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interfaces</i>
ADA	<i>American Diabetes Association</i>
BG	<i>Blood Glucose</i>
CGM	<i>Continuous Glucose Monitoring</i>
CG	<i>Capillary Glucose</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DM	<i>Diabetes Mellitus</i>
DM1	<i>Diabetes Mellitus Tipo 1</i>
DM2	<i>Diabetes Mellitus Tipo 2</i>
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
IDE	<i>Integrated Development Enviroment</i>
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
JVM	<i>Java virtual Machine</i>
INPI	<i>Instituto Nacional da Propriedade Industrial</i>
LILACS	<i>Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde</i>
GTT	<i>Glucose Tolerance Test</i>
PUBMED	<i>Public Library of Medicine</i>
SCIELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SBD	<i>Sociedade Brasileira de Diabetes</i>
SMBG	<i>Self-Monitoring of Blood Glucose</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
XP	<i>Extreme Programming</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Aplicativos móveis	17
2.1.1	Desenvolvimento de aplicativos	18
2.1.1.1	<i>Extreme Programming (XP)</i>	19
2.1.1.2	<i>Tipos de aplicativos que relacionam o diabetes mellitus e a saúde</i>	20
2.2	Diabetes <i>mellitus</i>	23
2.2.1	Classificação etiológica do diabetes	23
2.2.2	Diabetes <i>mellitus</i> tipo 1 (DM1)	23
2.2.3	Diabetes <i>mellitus</i> tipo 2 (DM2)	24
2.2.4	Sintomas característicos do diabetes <i>mellitus</i>	24
2.2.5	Epidemiologia do diabetes	25
2.2.6	Critérios diagnósticos para diabetes <i>mellitus</i>	27
2.2.7	Metas laboratoriais para o tratamento do diabetes tipo 2	28
2.3	Métodos para medição da glicemia	28
2.4	Implicações dos aplicativos na prática clínica: impacto social e econômico	30
3	OBJETIVOS	32
3.1	Objetivo geral	32
3.2	Objetivos específicos	32
4	METODOLOGIA	33
4.1	Tipo de estudo	33
4.2	Fases do desenvolvimento da pesquisa	33
4.2.1	Pesquisa bibliográfica	33
4.2.2	Levantamento de aplicações	34
4.2.3	Desenvolvimento	34
4.2.3.1	<i>Requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo</i>	34
4.2.3.2	<i>Prototipagem do aplicativo</i>	36
4.2.3.3	<i>Processo de engenharia</i>	36
4.2.3.3.1	<i>Ferramentas e linguagens utilizadas no aplicativo</i>	36
4.2.4	Registro de programa de computador	38

5	RESULTADOS	39
5.1	Desenvolvimento do aplicativo UP GLICEMIA	39
6	DISCUSSÃO.....	49
7	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	52
	ANEXOS.....	58
	ANEXO A – REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR.....	59

1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios para os pacientes com diabetes é ter o controle das suas concentrações glicêmicas. Tem-se observado melhora nos resultados clínicos de portadores de diabetes que utilizam aplicativos móveis para melhorar o autocuidado do Diabetes *Mellitus* (DM) (NUNDY *et al.*, 2013). Nesse contexto, o uso de aplicativos móveis que mantenham registros sobre a alimentação, histórico dos níveis de glicose no sangue, interação medicamentosa, atividade física bem como o modo como o paciente está se sentindo pode ser um forte aliado para o gerenciamento do DM (SBD, 2018).

O desenvolvimento tecnológico vem acontecendo rapidamente e se estende a dispositivos móveis como celulares, smartphones e tablets. Nesse sentido, diversos *softwares* para todas as áreas da saúde estão sendo criados e/ou aperfeiçoados. A utilização de tecnologia digital para cuidados em saúde constitui um importante recurso para auxiliar, profissionais e indivíduos, sendo uma potencial ferramenta nas práticas médicas e de saúde pública, na medida em que colabora para a melhoria da gestão da informação, o acesso aos serviços, a qualidade do cuidado prestado e à contenção de custos (CURIONI *et al.*, 2013). Além de possibilitar uma oportunidade singular para a promoção de estilo de vida saudável, o tratamento e a prevenção de doenças crônicas (GUILLÉN *et al.*, 2009).

O uso de tecnologias informatizadas tem sua incorporação emergente e já é reconhecida na literatura como uma ferramenta que otimiza o processo de gerenciamento, cuidado, ensino e pesquisa, estando diretamente relacionada com a melhora da qualidade dos serviços de saúde prestados (GOYATÁ *et al.*, 2012; QUEIROZ *et al.*, 2012).

Dois técnicas primárias estão disponíveis para profissionais de saúde e pacientes realizarem excursões glicêmicas e seu controle: automonitorização da glicose no sangue, obtida pela Glicemia Capilar (GC) e a mensuração da glicose intersticial pelo sistema de Monitorização Contínua de Glicose (Continuous Glucose Monitoring-CGM) sendo ambas realizadas no domicílio do paciente (ALENCAR; MUNIZ; MEDEIROS, 2018).

A monitorização do DM por técnica capilar fornece apenas dados intermitentes do controle metabólico, impedindo uma visão completa do perfil glicêmico do paciente (FERRAZ; MAIA; ARAÚJO, 2004). Com a CGM, tem sido

possível avaliar com exatidão as variações glicêmicas ao longo do dia, com intervenção terapêutica mais eficaz e redução da hemoglobina glicada (A1c) (KAUFMAN, 2000; BOLAND; TAMBORLANE, 2000).

Diante da importância da utilização de aplicativos móveis para melhorar a monitorização da glicemia em indivíduos portadores de DM, surgiu o interesse de criação de uma ferramenta informatizada, que possibilitasse ao usuário fazer a monitorização dos níveis glicêmicos por medições realizadas por GC e por CGM (não intermitente), sendo esses verificados, respectivamente, pelo glicosímetro e o sensor subcutâneo.

O interesse em desenvolver o aplicativo UP GLICEMIA, para a monitorização das duas técnicas deveu-se ao fato da inovação tecnológica do sensor subcutâneo poder identificar picos glicêmicos nas variações intermediárias da glicose em relação às medidas de GC, que não capturam os picos glicêmicos nas flutuações e na mesma frequência favorecendo, dessa forma, o controle glicêmico dos portadores de DM tipo 1 e tipo 2 que realizam o automonitoramento.

Assim, o presente estudo teve como foco o desenvolvimento de um aplicativo móvel, denominado UP GLICEMIA, para monitorização da glicose por CGM por meio do sensor subcutâneo e GC, gerando relatórios gráficos simultâneos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aplicativos móveis

Os aplicativos, além de ferramenta de trabalho, também entraram no campo da medicina (VELSEN; BEAUJEAN, 2013). Devido ao aumento do número de usuários de tablets e smartphones, há uma maior possibilidade de utilização dessas novas tecnologias e aplicativos na prática clínica (RAMSBERGER, MESSAMER, 2014).

Na atualidade, o desenvolvimento de aplicativos com finalidade terapêutica é uma realidade que deve ser explorada em toda a sua amplitude tanto pelos pacientes quanto pela equipe multiprofissional de saúde (HEFFERNAN *et al.*, 2016). Cada vez mais pessoas no mundo estão usando telefones celulares, seja para uso pessoal ou para desempenhar tarefas do cotidiano (LECHETA, 2013).

Mais de 900.000 aplicativos estão disponíveis na Apple App Store (sistema operacional: iOS, desenvolvedor: Apple) e mais de 700.000 aplicativos na Google Play Store (Sistema operacional: Android, desenvolvedor: Google) (INGRAHAM, 2013).

Em todas as áreas da saúde, a importância do uso de tecnologias informatizadas para auxiliar o autocuidado, gerenciamento, ensino e pesquisa já é uma realidade amplamente discutida, estando diretamente relacionada com a melhora da qualidade dos serviços de saúde prestados (GOYATÁ *et al.*, 2012; QUEIROZ *et al.*, 2011).

Dentre as aplicações da tecnologia móvel em muitas esferas da saúde, destacam-se o monitoramento remoto, o suporte ao diagnóstico e a assistência na tomada de decisão (CATALAN *et al.*, 2011; MENEZES-JUNIOR *et al.*, 2011). O uso de tecnologia digital para os tratamentos em saúde é um importante recurso para auxiliar profissionais e indivíduos.

Curioni, Brito e Boccolini (2013) ressaltam que essa ferramenta, nas práticas médicas e de saúde pública, tem o potencial de melhorar a gestão da informação, o acesso a serviços de saúde, a qualidade do cuidado prestado, a continuidade dos serviços e a contenção de custos.

Guillén *et al.* (2009) evidenciam que o uso dos aplicativos possibilita a oportunidade de melhoria da qualidade de vida, o tratamento e a prevenção de doenças crônicas e valoriza iniciativas de saúde pública, aumentando a capacidade

do conhecimento das necessidades individuais de saúde.

Nesse contexto, os aplicativos estão apoiando o gerenciamento de doenças como no DM, promovendo a conscientização e a promoção da saúde (MARTÍNEZ-PÉREZ *et al.*, 2013; ENG; LEE, 2013; CAFAZZO *et al.*, 2012).

2.1.1 Desenvolvimento de aplicativos

No mercado, diversos *softwares* para a saúde estão sendo criados e/ou aperfeiçoados. O crescente desenvolvimento de aplicativos disponíveis atualmente no Play Store, para DM, que funcionam em dispositivos móveis (smartphones e tablets), oferecem auxílio no controle dos níveis de glicose, no cálculo de doses de insulina, na contagem de carboidratos de cada refeição bem como alertar horários de verificação da glicemia (BALDO *et al.*, 2015).

O desenvolvimento de aplicativos móveis está condicionado a dois paradigmas: nativo e híbrido (SILVA; SANTOS, 2014). O desenvolvimento nativo necessita domínio da plataforma, usam ferramentas, linguagens, pacote de desenvolvimento e API (*Application Programming Interface*), que são blocos de construção ou processos abertos projetados para permitir que o *software* interaja e se integre a um *software*, sistema, programa ou aplicativo existente, específica para uma dada arquitetura. A própria máquina virtual do aparelho interpreta a aplicação (SILVA; PIRES; CARVALHO-NETO, 2015).

Na plataforma Android utilizam-se ferramentas como o Android Studio (IDE) para desenvolver para a plataforma Android e Android SDK (Kit de desenvolvimento de *Software* para Android que permite aos desenvolvedores criarem aplicativos para a plataforma Android de forma nativa).

O Android SDK inclui projetos de exemplo com código-fonte, ferramentas, emuladores e bibliotecas necessárias para criar os aplicativos Android, linguagens de programação Java (linguagem de programação e plataforma computacional orientada a objetos, que possibilitam a criação de programas para diferentes plataformas) ou Kotlin (linguagem de programação multiplataforma que compila para a máquina virtual Java e que também pode ser traduzida para JavaScript [linguagem de programação interpretada estruturada, de script em alto nível com tipagem dinâmica fraca e multi-paradigma (protótipos, orientado a objeto, imperativo e funcional) e compilada para código nativo] e a *Java Virtual Machine* (JVM) (interpretador de código) (LECHETA,

2017; LECHETA, 2013).

Já o desenvolvimento híbrido (ou *Cross plataforma*) é a utilização de *frameworks* (conjunto de técnicas, ferramentas ou conceitos pré-definidos usados para resolver um problema de um projeto ou domínio específico), linguagens de marcação e folhas de estilo em cascata associados a uma linguagem de programação – como Java Script, TypeScript (Phonegap [framework para desenvolvimento de aplicativos móveis em código aberto], Ionic [completo framework de código aberto para o desenvolvimento de aplicativos móveis híbridos], Meteor [plataforma completa para criar aplicativos da *Web* e móveis em JavaScript puro que permite prototipagem rápida e produz código de plataforma cruzada], etc.) e/ou C#(Xamarin) [plataforma de aplicativos de código aberto da Microsoft para criar aplicativos iOS e Android modernos e de alto desempenho com C# e .NET [linguagem de programação, multiparadigma, de tipagem forte, desenvolvida pela Microsoft como parte da plataforma .NET.] – para que a aplicação funcione em qualquer Sistema Operacional necessitando apenas pequenas adaptações em sua estrutura. Este processo faz com que não haja necessidade de conhecimentos específicos de desenvolvimento para as variações de plataformas (SILVA; SANTOS, 2014).

A Tabela 1 descreve os conhecimentos necessários para desenvolver aplicativos para nove plataformas.

Tabela 1 – Conhecimentos necessários para desenvolver aplicativos para nove plataformas.

PLATAFORMA	CONHECIMENTO
Apple iOS	C, Objective C, Swift
Google Android	Java, Kotlin (Harmony flavored, Dalvik
RIM BlackBerry	Java (J2ME flavored)
Symbian	C, C++, Python, HTML, CSS, Java Script
Windows Mobile	.NET
Windows 7 Phone	.NET
HP Palm webOS	HTML, CSS, Java Script
MeeGo	C, C++, HTML, CSS, Java Script
Samsung bada	C+

Fonte: Adaptado de Silva e Santos (2014).

2.1.1.1 Extreme Programming (XP)

Extreme Programming (XP) é uma metodologia ágil que sempre procura garantir ao cliente versatilidade e satisfação com o produto final. É um processo de

desenvolvimento de *software* que adota quatro valores que servem como critérios que norteiam as pessoas envolvidas na criação de *software*. São eles: comunicação, simplicidade, *feedback* e coragem (BESSA; ARTHAUD, 2018).

- Comunicação: XP foca em construir um entendimento pessoa a pessoa do problema, com o uso mínimo de documentação formal e com o uso máximo de interação “cara a cara” entre as pessoas envolvidas no projeto. As práticas de XP como programação em pares, testes e comunicação com o cliente têm o objetivo de estimular a comunicação entre gerentes, programadores e clientes.

- Simplicidade: XP sugere que cada membro da equipe adote a solução mais fácil que possa funcionar. O objetivo é fazer aquilo que é mais simples hoje e criar um ambiente em que o custo de mudanças no futuro seja baixo. O objetivo dessa abordagem adotada por XP é evitar a construção antecipada de funcionalidades, como é feita em muitas metodologias tradicionais, que acabam muitas vezes nem sendo usadas.

- *Feedback*: Os programadores obtêm *feedback* sobre a lógica dos programas escrevendo e executando casos de teste. Os clientes obtêm *feedback* por meio dos testes funcionais criados para todas as histórias (casos de uso simplificados). O *feedback* é importante, pois possibilita que as pessoas aprendam cada vez mais sobre o sistema e assim corrijam os erros e melhorem o sistema.

- Coragem: Necessária para que realmente se aplique XP como deve ser aplicado. Exemplos de atitude que exigem coragem são: alterar código já escrito e que está funcionando; descartar código e reescrever tudo de novo; e permitir código compartilhado por todos. Estes exemplos de atitudes podem ser necessários para trazer melhorias ao projeto e não devem ser evitadas simplesmente devido ao medo de tentá-las.

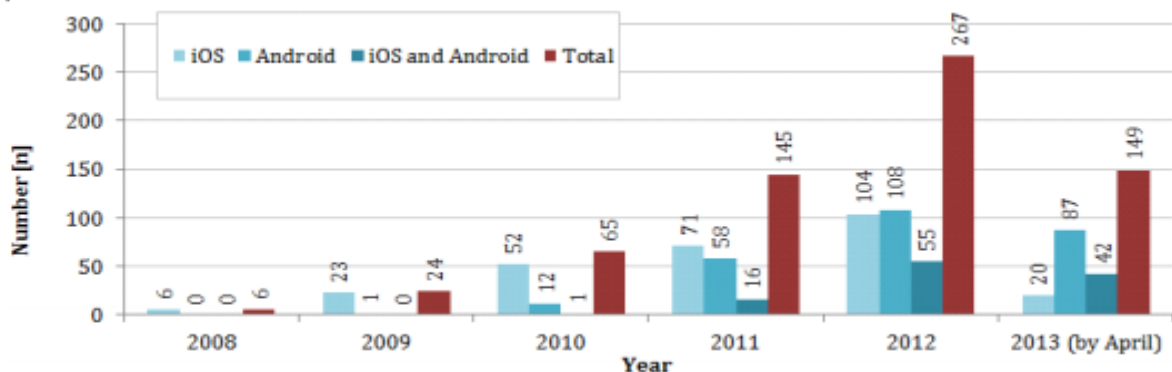
2.1.1.2 Tipos de aplicativos que relacionam o diabetes mellitus e a saúde

Existem evidências, ainda que preliminares, que há melhor controle glicêmico associado ao uso de aplicativos móveis em saúde. De acordo com Arrais e Crotti (2015) as perspectivas são claramente animadoras, pela convergência de fatores atualmente observada, ou seja, aumento da demanda pelos serviços sendo acompanhada pela oferta de soluções cada vez mais integradas e com interface homem-máquina progressivamente mais intuitivas e dinâmicas e progressivamente

mais acessíveis, mesmo em populações com menor renda.

Até 2013 já havia mais de 31.000 apps destinados a cuidados com a saúde, apenas considerando as plataformas Android (sistema operado pela empresa Google Inc.) e iOS (sistema operado pela Apple Inc.) (ARNHOLD, QUADE, KIRCH, 2014). Destes aplicativos, uma parcela considerável e crescente (Figura 1) tem sido desenvolvida para ajudar pacientes no tratamento do diabetes mellitus tipo 1 ou 2 (MARTÍNEZ-PÉREZ, DE LA TORRE-DÍEZ, LÓPEZ-CORONADO, 2013, CHOMUTARE *et al.*, 2011).

Figura 1 – Evolução de aplicativos para diabetes (Android/iOS).



Fonte: MADLEN ARNHOLD *et al.* (2014).

Entre os aplicativos que relacionam o DM e a saúde pode-se citar: o *OnTrack Diabetes*, desenvolvido pela Medivo (2015); o *Diabetes M* de Rossen e Varbanov (2015) e o *Diabetes Plus* oferecido pela SquareMed Software GmbH (2015), o *Gliconline* desenvolvido pela Quasar Telemedicina (2014) bem como o *My Sugar* e o *FreeStyler Libre Link*, desenvolvido pela Abbott.

- *OnTrack Diabetes*: se propõe a auxiliar profissionais e pacientes no gerenciamento e controle do diabetes por meio do acompanhamento de estatísticas como glicemia, hemoglobina glicada, exercícios, medicamentos e alimentos. Além disso, possibilita a geração de gráficos e relatórios detalhados com base nos dados inseridos para o compartilhamento com a equipe médica (MEDIVO, 2015).

- *Diabetes M* e o *Diabetes Plus*: visam auxiliar os indivíduos no acompanhamento e na análise e manutenção do controle glicêmico (BALDO *et al.*, 2015). Esse aplicativo permite o lançamento dos alimentos consumidos no dia, realizando posteriormente o cálculo da contagem dos carboidratos e demonstrando a quantidade exata de insulina a ser administrada pelo paciente. A ideia é manter, com isso, a glicemia dentro dos limites convenientes recomendados para diabetes tipo 1, tipo 2 ou gestacional.
- *Gliconline*: reconhecido internacionalmente como a melhor ferramenta para administrar o tratamento do diabetes, é um aplicativo que visa auxiliar o controle do diabético do tipo 1 e 2, e também ajudar médicos e nutricionistas, que podem acompanhar à distância a evolução do paciente, por meio de um prontuário virtual, ajustando a terapia quando necessário (QUASAR TELEMEDICINA, 2014). Esse aplicativo permite o cálculo e o registro das calorias e nutrientes dos alimentos informados, lembra o paciente dos medicamentos e doses a serem tomadas no horário ideal bem como calcula a dose de insulina para correção da glicemia (QUASAR TELEMEDICINA, 2014).
- *MySugr*: trata-se de um diário de bordo composto de um sistema de motivação, para o usuário, fazendo com que ganhe pontos para cada entrada, ajudando a atingir metas pessoais de alimentação. Dentre suas funções ele é capaz de guardar informações que são inseridas pelos usuários como os níveis de glicemia, ingestão de carboidratos, unidades de insulinas, entre outras. O aplicativo possui uma interface intuitiva tornando fácil o aprendizado do usuário quanto ao uso do aplicativo. Este aplicativo encontra-se disponível para iOS e Android (MYSUGR GMBH, 2018).
- *FreeStyle Libre Link*: para indivíduos portadores de Diabetes *Mellitus* que usa o sensor, realizar a varredura do sensor a cada 8 horas. Precisa ter acesso a um monitoramento de glicose, portanto o aplicativo não obtém tal sistema (ABBOTT, 2016).

2.2 Diabetes *mellitus*

O termo Diabetes *Mellitus* (DM) é definido como uma síndrome de etiologia múltipla e pode ser ocasionado pela falta de insulina e/ou incapacidade da insulina exercer adequadamente suas funções (SBD, 2016).

A hiperglicemia ou o aumento do nível de açúcar no sangue é um efeito comum da DM não controlada e, ao longo do tempo, causa sérios danos a muitos dos sistemas do corpo, especialmente os nervos e os vasos sanguíneos (WHO, 2017).

2.2.1 Classificação etiológica do diabetes

O diabetes compreende diversos distúrbios caracterizados por hiperglicemia. De acordo com a atual classificação, existem dois tipos principais: Diabetes tipo 1 (DM1) e Diabetes tipo 2 (DM2). Historicamente, a diferenciação entre os dois tipos tem sido baseada na idade de início, no grau de perda da função de células β , grau de resistência à insulina, presença de autoanticorpos associados ao diabetes e necessidade de tratamento com insulina para sobrevivência (LESLIE *et al.*, 2016).

2.2.2 Diabetes *mellitus* tipo 1 (DM1)

O DM1 é uma doença autoimune, poligênica, decorrente de destruição das células β pancreáticas, ocasionando deficiência completa na produção de insulina, com a prevalência de 10% dos casos (INSEL *et al.*, 2015; CHIANG *et al.*, 2014).

De acordo com a *International Diabetes Federation* (IDF, 2015), estima-se que mais de 30 mil brasileiros sejam portadores de DM1 e que o Brasil ocupe o terceiro lugar em prevalência de DM1 no mundo.

Apesar de o DM1 ocorrer com frequência na infância, o início também pode ocorrer em adultos. O DM1 é menos comum na população em geral em relação ao DM2, a sua incidência aumenta em cerca de 3% ao ano, em crianças. Quando a insulina não está disponível, o risco é grande e a expectativa de vida de uma criança com DM1 é muito curta (SBD, 2017). Homens e mulheres são igualmente afetados pela Diabetes *Mellitus* (MAAHS *et al.*, 2010).

Observa-se que as pessoas com DM1 apresentam índice de massa

corporal menor, uso de insulina nos 12 meses após o diagnóstico bem como aumento do risco de cetoacidose diabética (THOMAS *et al.*, 2018).

2.2.3 Diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2)

O DM2 é uma doença crônica, apresentando como principal fenômeno fisiopatológico a resistência à ação da insulina, diminuindo a captação de glicose em tecidos insulino dependentes (FERREIRA *et al.*, 2011; GELONEZE; LAMOUNIER; COELHO, 2006).

A etiologia específica do DM2 ainda não está claramente estabelecida como no DM1. O DM2 é responsável por 90% a 95% do diabetes, com proporções mais altas nos países de rendas baixa e média. É um problema de saúde global comum e sério.

Contrariamente ao DM1, que tem origem majoritariamente genética, a DM2 é geralmente associada com rápidas mudanças culturais, econômicas e sociais, envelhecimento da população, crescentes e não planejadas urbanização, mudanças na dieta, como aumento no consumo de alimentos altamente processados e bebidas açucaradas, obesidade, atividade física reduzida, e padrões de comportamento, desnutrição fetal e aumento da exposição fetal à hiperglicemia durante a gravidez. O DM2 é o mais comum em adultos, mas um número crescente de crianças e adolescentes também são afetados (SBD, 2018; WHO, 2016; ORTIZ; ZANETTI, 2001).

O DM em estágios iniciais pode ser oligossintomática ou até assintomática, o que retarda seu diagnóstico, aumentando o risco para complicações agudas, entre elas a hipoglicemia, a cetoacidose diabética e o coma hiperosmolar; e crônicas, como as alterações micro e macrovasculares (QUEIROZ *et al.*, 2011).

2.2.4 Sintomas característicos do diabetes *mellitus*

O DM pode apresentar sintomas característicos como perda de peso, visão embaçada, sede e poliúria. Manifestações clínicas mais graves como cetoacidose ou um estado hiperosmolar não cetótico que pode levar à desidratação, coma e, na ausência de tratamento efetivo, morte. Além disso, infecções genitais por leveduras

ocorrem com frequência. Estima-se que uma porcentagem significativa de casos de diabetes (30-80%, dependendo do país) não são diagnosticados (ZIMMET; ALBERTI; SHAW, 2001).

2.2.5 Epidemiologia do diabetes

O aumento da prevalência do diabetes está associado a diversos fatores, como: maior frequência de estilo de vida sedentário, transição nutricional, rápida urbanização, transição epidemiológica, maior frequência de excesso de peso, crescimento e envelhecimento populacional e, também, à maior sobrevivência dos indivíduos com diabetes (SBD, 2017).

A IDF, em 2017, estimou que 8,8% a população mundial entre 20 e 79 anos de idade (426 milhões de pessoas) vivia com diabetes, ressaltando que se as tendências atuais persistirem, o número de pessoas com diabetes foi projetado para ser superior a 629 milhões em 2045 (SBD, 2020). (Figura 2).

Figura 2 – Número de diabetes no mundo e por região em 2017/2045.



Fonte: <https://www.diabetes.org.br/profissionais/images/2018/poster-atlas-idf-2017.pdf>.

Em 2012, cerca de 3,7 milhões de pessoas já havia morrido por causa do diabetes e níveis glicêmicos altos causaram quase 4 milhões de mortes a cada ano, constituindo um problema de saúde pública em potencial. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), estima-se que, até 2040, um adulto em dez possuirá a doença (WHO, 2016; IDF, 2017). A IDF estimou que os gastos anuais em saúde com diabetes entre adultos foram de US \$ 850 bilhões em 2017 (IDF, 2017).

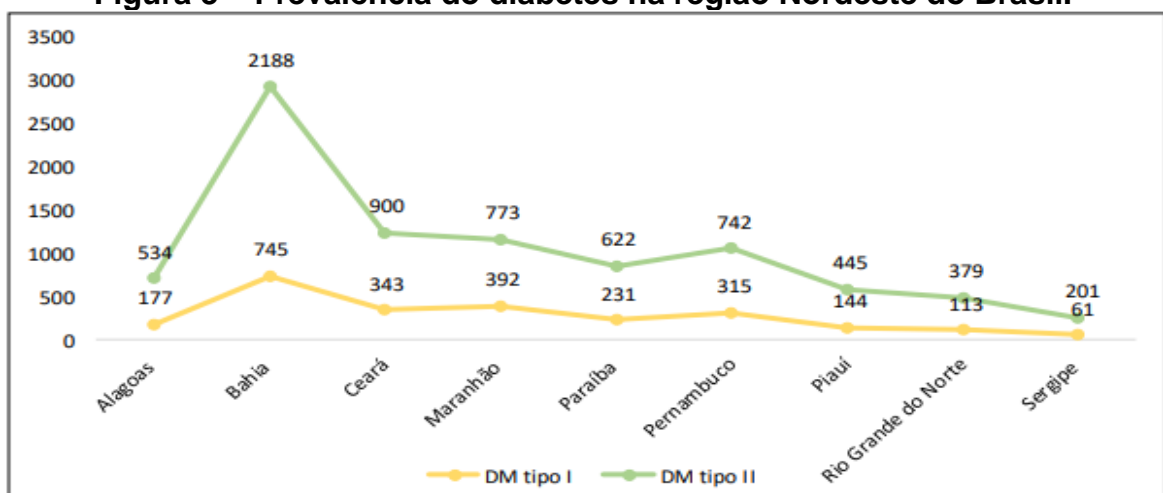
A OMS estima que glicemia elevada é o terceiro fator, em importância, da causa de mortalidade prematura, superada apenas por pressão arterial aumentada e uso de tabaco (SBD, 2020).

No Brasil, no final da década de 1980, estimou-se em 7,6% a prevalência de diabetes na população adulta (MALERBI, FRANCO, 1992). O estudo de Schmidt e colaboradores (2014), realizado em seis capitais brasileiras, com servidores de universidades públicas na faixa etária de 35 a 74 anos, incluindo teste oral de tolerância à glicose, encontrou prevalência de 20% de diabetes em que, aproximadamente, metade dos casos não tinha diagnóstico prévio.

A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), realizada em 2013 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Ministério da Saúde, estimou que 6,2% da população brasileira com 18 anos de idade ou mais referiu diagnóstico médico de diabetes, sendo de 7,0% nas mulheres e de 5,4% nos homens, com maior taxa de diabetes (9,6%) nos indivíduos sem instrução ou com ensino fundamental incompleto (IBGE, 2014).

No ano de 2012, na região Nordeste do Brasil, foram registrados 9.305 casos de diabetes *mellitus* tipo 1 e tipo 2, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Prevalência do diabetes na região Nordeste do Brasil.



Fonte: MS – Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos, 2018.

Os 10 países com maior número de indivíduos com diabetes no ano de 2017 e as projeções para o ano de 2045 estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação dos 10 países com maior número de pessoas com diabetes (20 a 79 anos) e respectivo intervalo de confiança de 95%, com projeções para 2045.

Posição	País	2017 Número de pessoas com diabetes	Posição	País	2045 Número de pessoas com diabetes
1	China	114,4 milhões (104,1 a 146,3)	1	Índia	134,3 milhões (103,4 a 165,2)
2	Índia	72,7 milhões (55,5 a 90,2)	2	China	119,8 milhões (86,3 a 149,7)
3	Estados Unidos da América	30,2 milhões (28,8 a 31,8)	3	Estados Unidos da América	35,6 milhões (33,9 a 37,9)
4	Brasil	12,5 milhões (11,4 a 13,5)	4	México	31,8 milhões (11,0 a 22,6)
5	México	12,0 milhões (6,0 a 14,3)	5	Brasil	20,3 milhões (18,6 a 22,1)
6	Indonésia	10,3 milhões (8,9 a 11,1)	6	Egito	16,7 milhões (9,0 a 19,1)
7	Federação Russa	8,5 milhões (6,7 a 11,0)	7	Indonésia	16,7 milhões (14,6 a 18,2)
8	Egito	8,2 milhões (4,4 a 9,4)	8	Paquistão	16,1 milhões (11,5 a 23,2)
9	Alemanha	7,5 milhões (6,1 a 8,3)	9	Bangladesh	13,7 milhões (11,3 a 18,6)
10	Paquistão	7,5 milhões (5,3 a 10,9)	10	Turquia	11,2 milhões (10,1 a 13,3)

Fonte: *International Diabetes Federation (IDF, 2017)*.

Como pode ser visto na Tabela 2, em 2017, o Brasil ocupava o 4º lugar entre os 10 países com maior número de indivíduos com diabetes e com projeção para 2045 de ocupar o 5º lugar com maior número de pessoas com diabetes.

2.2.6 Critérios diagnósticos para diabetes *mellitus*

Atualmente, são recomendados quatro testes de diagnóstico para diabetes, incluindo: medição de glicemia plasmática em jejum; glicose plasmática pós-carga de 2 horas após um teste oral de tolerância à glicose de 75g (OGTT); HbA1c e glicemia aleatória na presença de sinais e sintomas de diabetes (SBD, 2019).

- Pessoas em jejum valores de glicose plasmática $\geq 7,0$ mmol/L (126 mg/dL);

- Glicemia plasmática pós-carga 2h \geq 11,1 mmol/L (200 mg/dL);
- HbA1c \geq 6,5% (48 mmol/mol);
- Glicemia aleatória \geq 11,1 mmol/L (200 mg/dL) na presença de sinais e sintomas são considerados diabéticos.

Se valores elevados forem detectados em pessoas assintomáticas, recomenda-se repetir o teste, de preferência com o mesmo teste, logo que possível no dia seguinte para confirmar o diagnóstico (WHO, 2011).

2.2.7 Metas laboratoriais para o tratamento do diabetes tipo 2

A Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) revisou as metas laboratoriais do controle glicêmico, assumindo uma posição mais flexível e individualizando o grau de controle desejável, de acordo com as características dos pacientes. O Quadro 1 mostra os parâmetros tradicionais para a avaliação do controle glicêmico (glicemia de jejum e glicemia pós-prandial).

Quadro 1 – Metas laboratoriais para o tratamento do diabetes tipo 2.

Parâmetros	Metas laboratoriais	
	Metas Terapêuticas	Níveis Toleráveis
Glicemia de jejum	< 100 mg/dL	< 130 mg/dL
Glicemia pré - prandial	< 100 mg/dL	< 130 mg/dL
Glicemia pós- prandial	< 160 mg/dL	< 180 mg/dL

Fonte: Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 01/2019).

2.3 Métodos para medição da glicemia

Devido à necessidade que existe de efetuar as medições de glicemia regularmente foram criados vários dispositivos portáteis de automedicação que possibilitam medições de acordo com a frequência necessária. A maioria dos aparelhos utilizados mede a concentração de glicose por meio de reações químicas, envolvendo uma tira reagente e uma amostra de sangue extraída por perfuração da pele sendo, por isso, denominados de métodos invasivos. Essa perfuração, geralmente é feita por punção na ponta dos dedos, embora outros locais como na orelha e na panturrilha sejam também empregados (FERRAZ; MAIA; ARAÚJO, 2004).

Estes, em geral, apresentam bons resultados. Contudo, têm a

desvantagem de serem desconfortáveis e necessitarem de uma nova tira para cada medição. Com o intuito de motivar a monitorização da glicemia, têm sido realizados esforços significativos em outras técnicas menos invasivas.

As tecnologias de ponta, hoje, utilizam raio laser ou luzes ultravioletas. Porém, possuem custos extremamente elevados. No meio termo, há as técnicas minimamente invasivas como, por exemplo, as constituídas por um sensor que realizam a monitorização contínua da glicose. Nestas últimas, propõe-se que a desconfortável picada no dedo seja substituída por um sensor colocado na camada subcutânea da pele, na região posterior do braço (SBD, 2017).

Cada sensor pode permanecer no braço por até 14 dias consecutivos, sem que seja necessário trocá-lo, guardando até 96 medidas a cada 24 horas. Mas, em especial, tal sensor possui um fio de apenas 5 milímetros (mm) de comprimento, o que melhora muito o desconforto do paciente, aumentando sua autonomia e empoderamento (SBD, 2017).

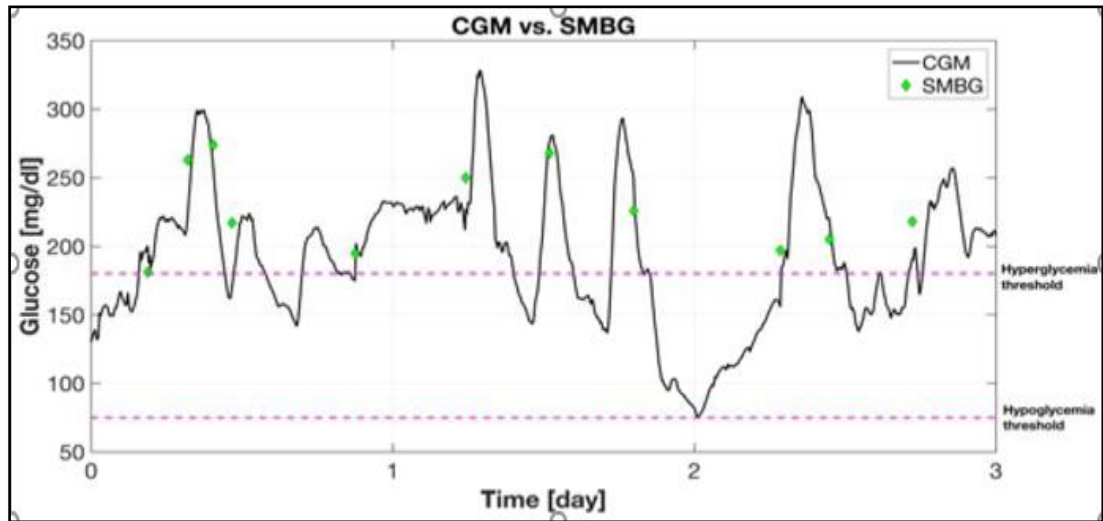
A maior parte das pessoas com DM não controla corretamente o seu nível de glicose no sangue, isto pode ocorrer devido à falta de conhecimento e recursos para utilização das técnicas de autocuidado (PIMAZONI-NETTO, 2015).

De acordo com a SBD (2019), a pessoa diabética é a protagonista do gerenciamento do diabetes. Uma ferramenta muito importante que pode auxiliar é a utilização de aplicativos.

O monitoramento da glicose no sangue (BG) foi revolucionado pelo desenvolvimento do Monitoramento Contínuo de Glicose (CGM), que ocorre pelos sensores subcutâneos, que são dispositivos minimamente invasivos que medem a concentração de glicose por vários dias/semanas consecutivos, atenuando a necessidade do automonitoramento da glicose no sangue (SMBG) e aumentando significativamente as informações sobre as flutuações do BG (CAPPON *et al.*, 2017).

A Figura 4 demonstra os gráficos de monitorização para as técnicas CGM e SMBG, evidenciando a importância do monitoramento contínuo da glicose que identificou os picos glicêmicos nas variações intermediárias (não intermitentes) em relação ao SMBG que realizou a leitura em horários programados (intermitentes).

Figura 4 – Gráficos de monitoramento representativo da glicose.



Fonte: CAPPON *et al.* (2017).

2.4 Implicações dos aplicativos na prática clínica: impacto social e econômico

O desenvolvimento de tecnologias e a escalada dos custos em saúde têm fomentado uma nova área de fronteira: a saúde eletrônica (*eHealth*). Esta pode ser definida como a utilização de informações e de tecnologias de comunicação para oferta e melhoria de serviços de saúde (EYSENBACH, 2001).

A disseminação da internet via dispositivos móveis levou ao surgimento de uma subdivisão da saúde eletrônica, denominada e difundida como Saúde Móvel (*mHealth*) (WHO, 2011). Entre as potenciais aplicações desse tipo de tecnologia, destacam-se o acompanhamento da adesão ao tratamento; lembretes de compromissos; ações de promoção da saúde; monitoramento de pacientes; disseminação de informações e desenvolvimento de sistemas de apoio à tomada de decisão (ROCHA *et al.*, 2016).

Os dispositivos móveis estão presentes em diferentes aspectos de nossas vidas e oferecem soluções rápidas e adaptáveis baseadas em tecnologia para muitas tarefas anteriormente administrativas, repetitivas ou demoradas. Os aplicativos móveis na categoria “Saúde” são prolíficos e abrangentes, incluindo aplicativos populares. Há uma enorme variabilidade no objetivo, função e qualidade dos aplicativos relacionados à saúde. Eles podem ser usados para informar, instruir, gravar, exibir, orientar, lembrar ou alertar e comunicar. No entanto, a maioria dos

aplicativos é usada para fornecer informações e conteúdo de saúde, sem grande funcionalidade interativa (IMS – *Institute for Healthcare Informatics*, 2013).

A tecnologia em saúde, por meio do desenvolvimento de *softwares* de aplicação, auxilia tanto os profissionais de saúde como os pacientes, contribuindo com a eficiência em suas atividades diárias com a praticidade da utilização em dispositivos móveis (BOUDREAUX *et al.*, 2014).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver um aplicativo móvel para monitorização dos níveis glicêmicos obtidos por medições capilar e sensor subcutâneo.

3.2 Objetivos específicos

- Descrever as fases de desenvolvimento do aplicativo: prototipagem (requisitos funcionais e não funcionais) e processo de engenharia do dispositivo móvel.
- Gerar um módulo de registro gráfico para a monitorização dos níveis glicêmicos para as técnicas: capilar (GC) e monitoramento contínuo da glicose (CGM), de forma individualizada e/ou simultânea.
- Registrar o aplicativo no INPI.

4 METODOLOGIA

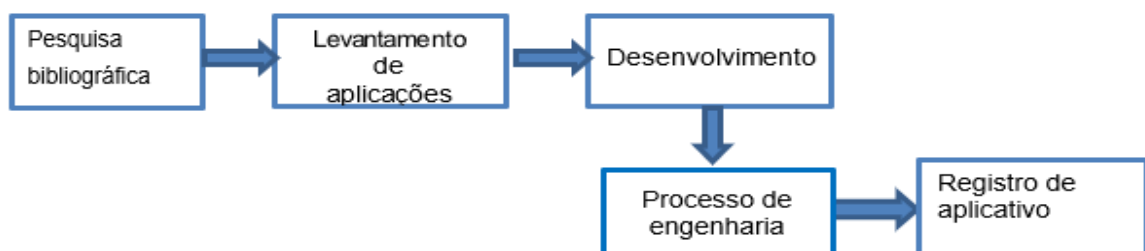
4.1 Tipo de estudo

Tratou-se de uma pesquisa aplicada, exploratória para desenvolvimento de um aplicativo, com uma nova perspectiva para o controle glicêmico, com o intuito de auxiliar os pacientes com DM Tipo 1 e Tipo 2 e o profissional de saúde em sua conduta terapêutica. A metodologia de desenvolvimento do *software* foi baseada no *Extreme Programming*. O aplicativo UP Glicemia apresenta-se em conformidade com as Diretrizes propostas pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2017/2018) e posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 01/2019).

4.2 Fases do desenvolvimento da pesquisa

As fases do desenvolvimento da pesquisa (Figura 5) para a criação do aplicativo foram: a pesquisa bibliográfica, levantamento de aplicações, por meio de busca manual nas lojas *App Store* e *Play Store*, requisitos, mapa conceitual do dispositivo para prototipagem e desenvolvimento de *software*, com intuito do aplicativo monitorizar os níveis glicêmicos por medidas das técnicas: capilar e do sensor subcutâneo.

Figura 5 – Fases do desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Adaptado de MAIA *et al.* (2018).

4.2.1 Pesquisa bibliográfica

O levantamento teórico por indexadores Pubmed, Scielo, Lilacs foi necessário para o desenvolvimento da pesquisa, auxiliando também na formalização dos requisitos. Para o desenvolvimento do referencial teórico da pesquisa foram

analisadas publicações a partir de 1992 até 2020.

4.2.2 Levantamento de aplicações

O levantamento de aplicações foi realizado por busca manual nas lojas *App Store* e *Play Store* para dispositivos móveis com usabilidade no indivíduo diabético. A seleção obedeceu à lógica relacionada as palavras-chave: diabetes, glicemia, glicose, aplicativo móvel.

4.2.3 Desenvolvimento

O dispositivo móvel desenvolvido, denominado UP GLICEMIA, aplicou uma metodologia que apresenta agilidade no desenvolvimento de *software* baseada em *Extreme Programming*, o fluxo é apresentado na Figura 4 (PRESSMAN, 2011, p. 87).

É um desenvolvimento de *software* que apresenta rapidez, produtividade, qualidade, atendendo à necessidade do cliente de forma simples (BESSA, 2018).

Figura 6 – Extreme Programming.



Fonte: adaptado de Pressman (2011, p. 87).

4.2.3.1 Requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo

Ao desenvolver a prototipagem do aplicativo móvel, foi realizado previamente o levantamento e estudo dos requisitos necessários para a elaboração do aplicativo, por meio de pesquisas bibliográficas e busca em sites referentes ao conteúdo.

A seguir, são descritos os requisitos funcionais e não funcionais para o desenvolvimento do aplicativo UP GLICEMIA.

- Requisitos funcionais para o desenvolvimento do aplicativo UP GLICEMIA:

- a) Cadastro do usuário: O cadastro do usuário deve ocorrer com nome, sexo, data de nascimento, e-mail, senha, tipo de Diabetes Tipo 1 ou Tipo 2 ou não sei informar.
- b) Perfil glicêmico: O usuário informa o evento diário, que é o registro do horário da medida glicêmica.
- c) Registro da medição capilar: O usuário do aplicativo ao medir a glicose deverá alimentar a ferramenta. A leitura é realizada em tempo real, por ser uma técnica intermitente.
- d) Registro da medição do sensor subcutâneo: O usuário do aplicativo ao medir a glicose deverá alimentar a ferramenta. A leitura da medição é realizada de forma contínua, por ser uma técnica não intermitente, portanto o resultado do valor da glicose verificado pelo sensor é o valor da média das últimas 8 horas.

- Requisitos para obtenção dos resultados do referido aplicativo por padrão de alerta em cores e relatórios gráficos:

- a) Padrão de alerta por cores são apresentadas: Verde – Normoglicemia; Amarelo – Tolerável; Vermelho – Hiperglicemia; Hipoglicemia – Roxo.
- b) Relatórios gráficos: Geram relatórios gráficos dos níveis glicêmicos medidos pelas técnicas: capilar (GC), sensor subcutâneo (CGM) individualizados e simultâneos, por período diário, semanal e mensal.

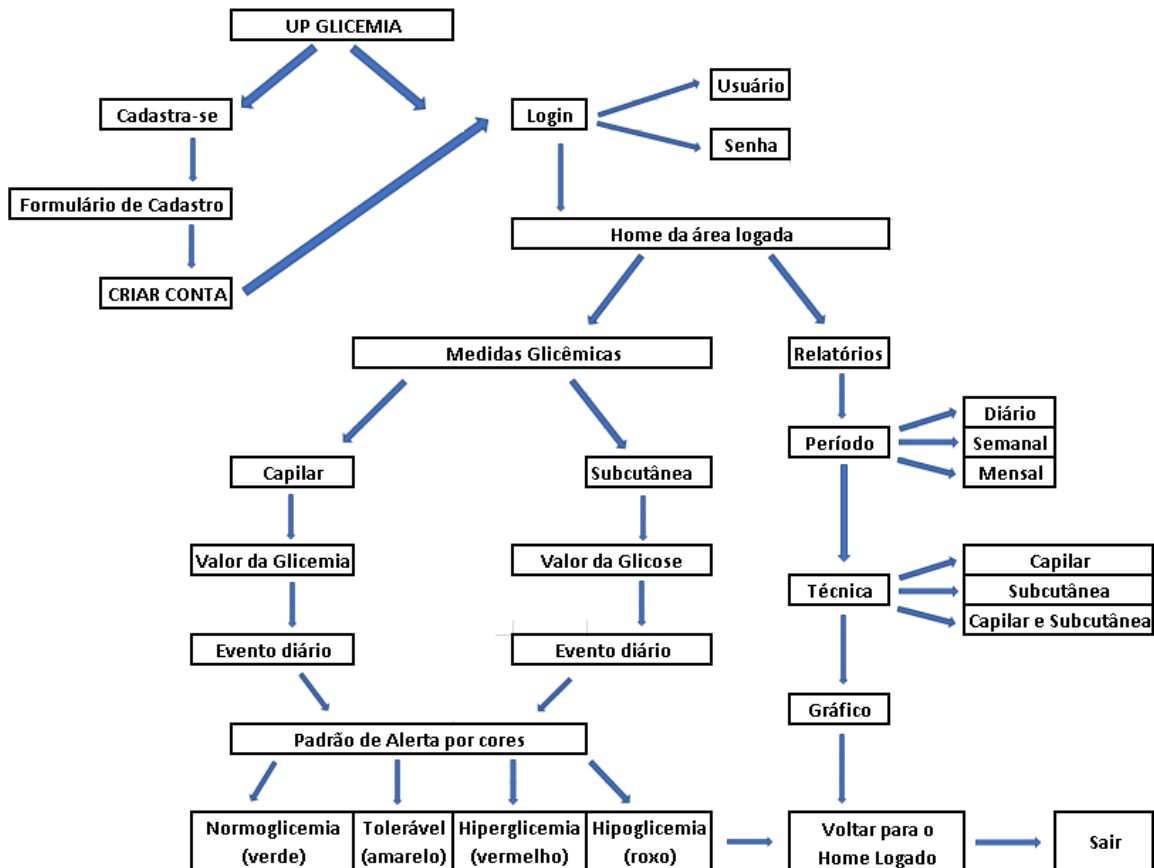
- Requisito não funcional do aplicativo UP GLICEMIA:

É a interface do aplicativo, que se apresenta de forma ágil e fácil, para o manuseio do usuário, permitindo identificar as opções disponíveis do aplicativo.

4.2.3.2 Prototipagem do aplicativo

A estrutura de navegação na Figura 7 corresponde às telas desenvolvidas do aplicativo UP GLICEMIA.

Figura 7 – Estrutura de navegação do aplicativo UP GLICEMIA.



Fonte: A autora (2019).

4.2.3.3 Processo de engenharia

O aplicativo desenvolvido possui o sistema operacional híbrido, e pode ser publicado nas plataformas Android, iOS, Windows mobile, sendo a plataforma Android, a que foi a utilizada para o referido aplicativo.

4.2.3.3.1 Ferramentas e linguagens utilizadas no aplicativo

Devido aos benefícios do paradigma híbrido para o desenvolvimento de aplicações móveis, foram utilizadas as seguintes ferramentas para o desenvolvimento

do aplicativo UP GLICEMIA:

- a) Kit de desenvolvimento de *software Open Source* Ionic Framework 3.20.0: É uma ferramenta utilizada no desenvolvimento do aplicativo, necessário para as tarefas de construção de *software* de alta qualidade (PRESSMAN, 2011).
- b) Node.JS 8.9.4: É o suporte de desenvolvimento do aplicativo.
- c) Depuração e encapsulamento de HTML, CSS e JavaScript com o Cordova 8.0.0: O desenvolvimento do aplicativo utilizou o Apache Cordova que é o conjunto de API de dispositivo que desenvolve um aplicativo sem o uso de qualquer código nativo (Java, Objective-C etc.). Usa linguagens e tecnologias de desenvolvimento *web* (HTML, CSS, JavaScript) que são interpretadas pela grande maioria das plataformas. A utilização do Cordova faz com que seja possível desenvolver aplicativos para as plataformas iOS, Android, BlackBerry, Windows Phone, Palm WebOS, Bada e Symbian (BALDO *et al.*, 2015).
O UP GLICEMIA foi desenvolvido para plataforma Android.
- d) *Integrated Development Environment* (IDE) Microsoft Visual Studio Code 1.30.1 para a versão x64 do Windows 10 Pro;
- e) Kit de desenvolvimento de *software* Android SDK 26.0.2. para a depuração do aplicativo no formato.apk;
- f) Linguagem de hipertexto HTML;
- g) Linguagem de programação TypeScript;
- h) Folhas de estilo em cascata do tipo CSS;
- i) Banco de dados não-relacional Firebase Database do tipo real time database;
- j) Gerador de certificado digital KeyTool;
- k) Gerador de assinatura criptográfica JarSigner.

O aplicativo irá apresentar um comportamento muito proveitoso na economia de memória para os usuários, pois, além de reduzir a quantidade de telas com a utilização de parâmetros, os dados serão salvos na nuvem.

4.2.4 Registro de programa de computador

O pedido de registro de programa de computador no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) para o aplicativo UP GLICEMIA foi realizado sob o número do processo: 512020000132-7, conforme Anexo A.

5 RESULTADOS

5.1 Desenvolvimento do aplicativo UP GLICEMIA

Para o desenvolvimento do aplicativo foi realizada a estrutura de navegação (prototipagem), que constou com os requisitos funcionais para cadastro, login, home da área logada (medições e relatórios) e não funcionais que é a interface do aplicativo. Diante do exposto, aplicou-se a metodologia de desenvolvimento de *software*, o *Extreme Programming*, para fundamentar a construção do protótipo para oferecer melhor qualidade de usabilidade e conteúdo para o usuário. O aplicativo UP GLICEMIA é híbrido, podendo ser desenvolvido para qualquer sistema operacional e foram utilizados em seu desenvolvimento ferramentas e linguagens como o *Application Programming Interfaces* (API), do Apache Cordova e as linguagens HTML, CSS e JavaScript para dispositivos portáteis da plataforma Android.

Por considerar a importância da proteção deste aplicativo já foi realizado, em 22/01/2020, o devido registro no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) sob o número 512020000132-7.

A seguir, serão apresentadas as telas do aplicativo móvel proposto:

Na tela da Figura 8 encontra-se o cadastro do aplicativo UP GLICEMIA contendo as informações que incluem: nome, sexo, tipo de diabetes, data de nascimento, e-mail, senha e confirmar senha e a política de privacidade.

Figura 8 – Tela de Cadastro do usuário no UP GLICEMIA.

UP
GLICEMIA

Crie sua conta grátis.

Rosângela

Sexo Feminino, ...

Diabetes Tipo 1 ?

Nascimento 20/10/1964

rosangelasimoes.hu@hotmail.com

.....

.....

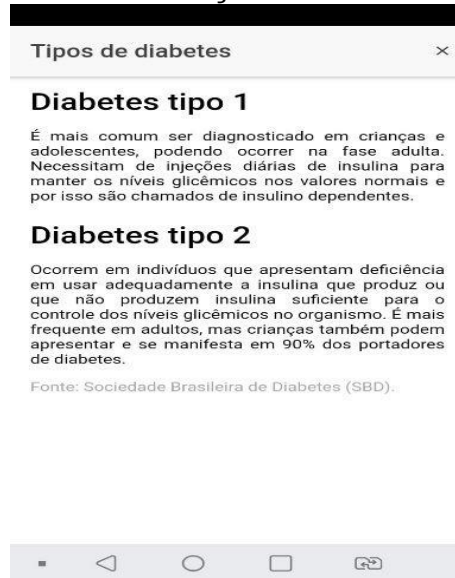
Antes de criar sua conta, conheça nossa

Home About

Fonte: A autora (2020).

Na tela da Figura 9 há a informação ao usuário sobre a definição de Diabetes Tipo 1 e Diabetes Tipo 2, para caso não saiba o tipo de diabetes. Portanto, a referida tela apresenta-se em *backend* no aplicativo.

Figura 9 – Tela de Informação sobre Diabetes Tipo 1 e 2.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 10 representa o login do aplicativo, contendo e-mail e senha, após o cadastro do usuário.

Figura 10 – Tela de login.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 11 representa o início da funcionalidade do aplicativo quanto aos valores glicêmicos e relatórios gráficos (diário, semanal e mensal). O botão verde localizado na parte superior da tela faz o retorno ao login e perfil do usuário.

Figura 11 – Tela de medidas glicêmicas e relatórios gráficos.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 12 contém a escolha da técnica para medições de glicose a ser utilizada pelo usuário. Na mesma tela, há o informativo quanto às metas de controle glicêmico. Os valores glicêmicos apresentados são os recomendados pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2019).

Figura 12 – Tela para escolher a técnica de medidas de glicose.



Fonte: A autora (2020).

Na tela da Figura 13, o botão *about*, localizado na barra inferior do aplicativo, transporta o usuário à tela *backend* que consta informações sobre o aplicativo UP GLICEMIA; em seguida, ao clicar retorna à tela de registro de medição capilar, escolhendo as opções para o evento diário, sendo o horário automaticamente. Ao finalizar o registro, o usuário deverá teclar o botão avançar para dar continuidade ao uso do aplicativo.

Figura 13 – Tela de informação do App e registro da medição capilar.

The image shows two overlapping mobile app screens. The background screen is the 'About' page, titled 'Sobre', which contains important information about the app and a contact button. The foreground screen is the 'Medição Capilar (CG)' registration page, which prompts the user to enter their blood glucose level and select a time of day for the measurement.

Sobre

Importante:

UP Glicemia é um aplicativo para o portador de Diabetes Mellitus Tipo 1 e 2, não grávidas, acima de 18 anos, que tem por objetivo monitorar os níveis glicêmicos por meio dos registros das glicemias obtidas pela medida capilar realizado pelo equipamento glicosímetro e/ou monitorização contínua da glicose subcutânea (sensor).

Os valores de referências considerados neste App estão em concordância a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2017/2018) e do Posicionamento Oficial SBD 01/2019.

Os autores não se responsabilizam pelo uso indevido das informações contidas no aplicativo.

Converse com o seu profissional de saúde sobre os equipamentos utilizáveis em suas medidas glicêmicas e receba orientações. Siga as orientações de seu profissional de saúde.

[ENTRAR EM CONTATO](#)

Medição Capilar (CG)

Preencha os dados a seguir

Glicemia Ex: 108 mg/dL

Indique o horário

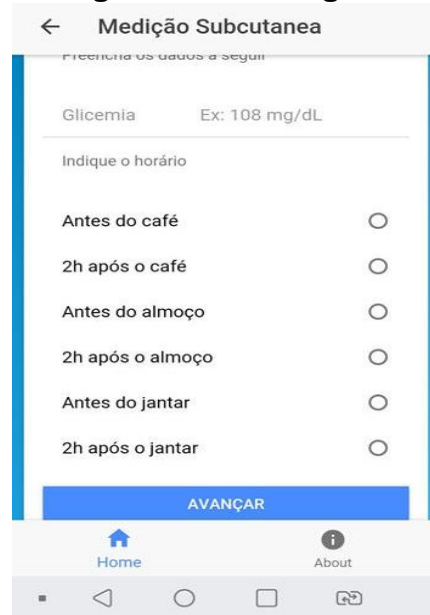
- Antes do café
- 2h após o café
- Antes do almoço
- 2h após o almoço
- Antes do jantar
- 2h após o jantar

Home About Home About

Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 14 representa o momento em que o usuário realizou a medição pela técnica de monitorização contínua da glicose pelo sensor subcutâneo. Após registrar o valor glicêmico medido e eventos diários, o usuário deverá teclar no botão avançar para dar continuidade ao uso do aplicativo.

Figura 14 – Tela de registro de valor glicêmico e eventos diários.

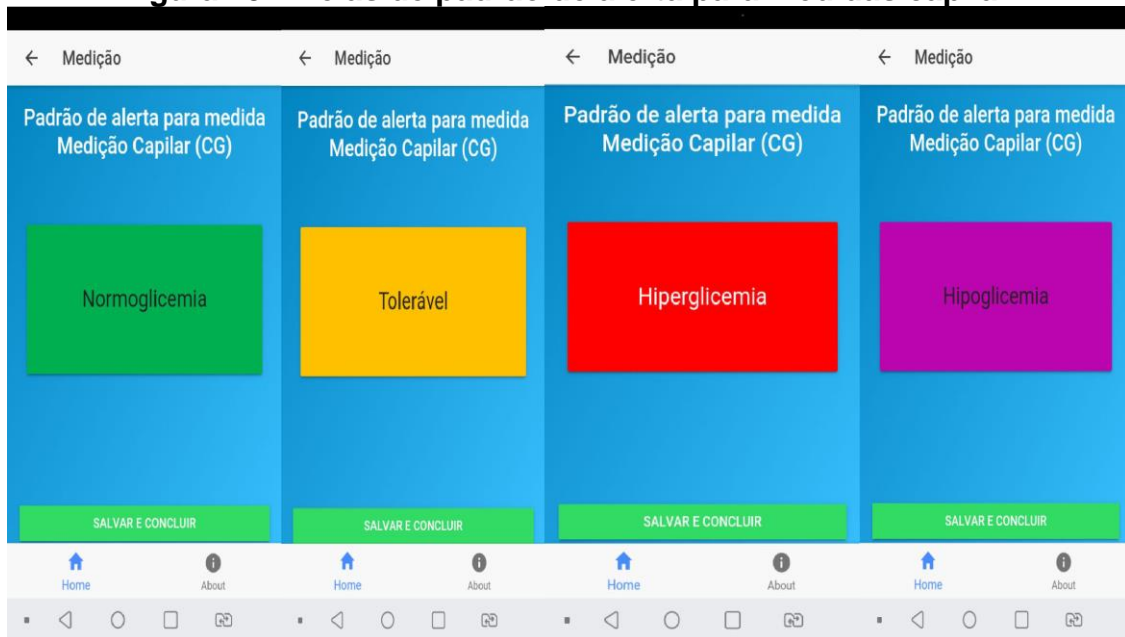


Fonte: A autora (2020).

As telas apresentadas nas Figuras 15 e 16 representam a leitura para os valores glicêmicos quando medidos e registrados para as medições por duas técnicas: capilar e monitorização contínua da glicose, pelo sensor subcutâneo. As cores verde, amarelo, vermelho e roxo apresentam como sinal de alerta para demonstrar a situação da glicose no momento medido, quanto a normoglicemia, tolerável, hiperglicemia e hipoglicemia, respectivamente.

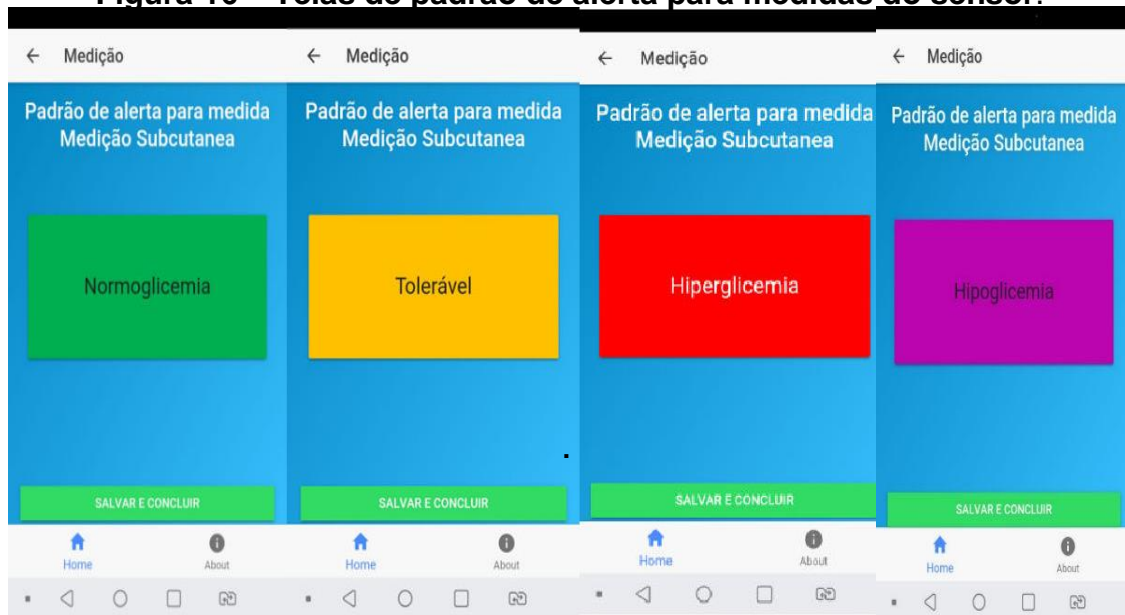
O usuário, após verificar a informação da situação de seu valor glicêmico pelo padrão de alerta, deverá retornar para a tela de medidas glicêmicas e relatórios gráficos e optar por gerar os relatórios gráficos: diário, semanal e mensal, conforme a técnica a ser escolhida.

Figura 15 – Telas de padrão de alerta para medidas capilar.



Fonte: A autora (2020).

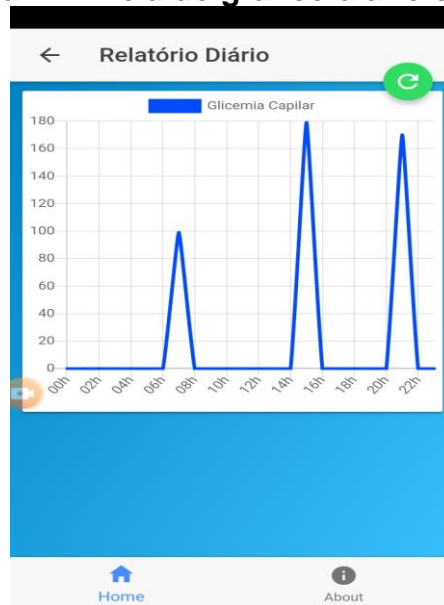
Figura 16 – Telas de padrão de alerta para medidas do sensor.



Fonte: A autora (2020).

O usuário quando clica em cima do gráfico, o aplicativo informa o horário e valor glicêmico medido, facilitando a leitura do usuário. A tela da Figura 17 representa o relatório diário capilar.

Figura 17 – Tela do gráfico diário capilar.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 18 representa o relatório gráfico diário para as medições dos valores glicêmicos pela técnica de monitorização contínua da glicose, realizada pelo sensor subcutâneo.

Figura 18 – Tela do gráfico diário do sensor.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 19 representa o relatório gráfico para os registros das duas técnicas: monitorização contínua da glicose e capilar, que são realizadas pelo sensor e o glicosímetro, respectivamente. O gráfico diário é gerado de forma simultânea para as duas técnicas, demonstrando o completo perfil glicêmico e diagnosticando pelo CGM os picos glicêmicos, em todas as variações intermediárias. Ao clicar no botão azul ou laranja, os gráficos poderão ser alternados, e apresentados individualmente.

Figura 19 – Tela do gráfico diário capilar e sensor.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 20 apresenta os gráficos para o registro semanal capilar das medições glicêmicas de acordo com os eventos diários.

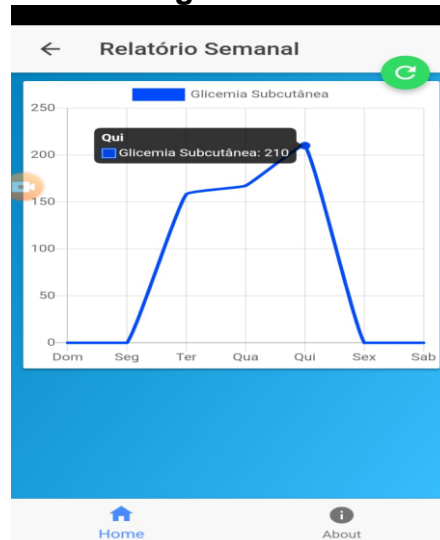
Figura 20 – Tela do gráfico semanal capilar.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 21 apresenta o gráfico para o registro semanal das medições dos valores glicêmicos pelo sensor subcutâneo de acordo com os eventos diários registrados.

Figura 21 – Tela do gráfico semanal do sensor.



Fonte: A autora (2020).

A tela da Figura 22 apresenta o gráfico para o registro semanal das medidas glicêmicas pelas técnicas: capilar e monitorização contínua da glicose, realizadas pelo glicosímetro e sensor subcutâneo de acordo com os eventos diários. O gráfico poderá ser alternado ao ser clicado no botão azul ou laranja.

Figura 22 – Tela do gráfico semanal capilar e sensor.



Fonte: A autora (2020).

Na tela da Figura 23 o usuário obtém o resultado do relatório gráfico mensal para as medições glicêmicas: capilar e sensor subcutâneo simultaneamente. Ao clicar o botão azul ou laranja os gráficos poderão ser apresentados individualmente.

Figura 23 – Tela do gráfico mensal capilar e sensor.



Fonte: A autora (2020).

6 DISCUSSÃO

Os aplicativos móveis visam atender o acesso das pessoas à informação e ao conhecimento, sem restrição de tempo e espaço (BARRA *et al.*, 2017).

O UP GLICEMIA foi desenvolvido diante do conhecimento que a GC fornece apenas dados dos níveis glicêmicos em tempo real do controle metabólico, impedindo a visão das flutuações glicêmicas que ocorrem no portador de DM (FERRAZ; MAIA; ARAÚJO, 2004) e o CGM possibilita avaliar, continuamente, as variações intermediárias glicêmicas ao longo do dia (KAUFMAN, 2000; BOLAND; TAMBORLANE, 2000). O aplicativo UP GLICEMIA demonstra as variações intermediárias dos níveis glicêmicos.

A inovação tecnológica do UP GLICEMIA que o diferencia dos demais aplicativos disponibilizados no Google Play deve-se ao fato de o mesmo ter sido desenvolvido para registrar o valor glicêmico medido para cada uma das técnicas, apresentar sinal de alerta em cores com as nomenclaturas (normoglicemia, glicemia tolerável, hiperglicemia e hipoglicemia), gerar relatório gráfico simultâneo para medida capilar e monitorização contínua da glicose, bem como, informar metas do controle glicêmico, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Comparação das funcionalidades do aplicativo UP GLICEMIA com aplicativos de diabetes disponibilizados no Google Play.

FUNCIONALIDADE	APLICATIVOS MOBILE						
	FreeStyle Libre Link	Diabetes: M	Gliconline	OnTrack	MySugr	Diabetes Plus	UP GLICEMIA
Cadastro de dados pessoais	X	X	X	X	-	-	X
Senha para acessar o app	-	-	X	X	-	-	X
Cadastro de dados glicêmicos	X	X	X	X	X	X	X
Sinal de alerta em cores, com nomenclaturas: normoglicemia, tolerável, hiperglicemia e hipoglicemia.	-	-	-	-	-	-	X
Relatório gráfico para medições glicêmicas	X	X	X	X	-	X	X
Relatório gráfico simultâneo para medida capilar e monitorização contínua da glicose	-	-	-	-	-	-	X
Leitura dos gráficos de forma ágil e explicativa	X	-	-	-	-	-	X
Informativo: metas do controle glicêmico	-	-	-	-	-	-	X
App para o Diabetes tipo 1 e tipo 2	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: A autora (2019).

Tibes, Dias, Zem-Mascarenhas (2014); Oliveira, Costa (2012) e Catalan et al. (2011) destacam que elaborar um aplicativo de maneira coerente e adequada é primordial, além de reconhecer as necessidades do usuário final, para que assim o desenvolvimento seja de acordo com as demandas específicas, testadas na pesquisa e implementadas na prática.

A utilização da tecnologia para monitorar, promover cuidados e maior adesão aos tratamentos de saúde facilita a maior integração entre equipe multiprofissional e usuário/paciente. Guillén *et al.* (2009) destacam que o uso dessa tecnologia possibilita uma oportunidade singular para a promoção de estilo de vida saudável, o tratamento e a prevenção de doenças crônicas e valoriza sua iniciativa que atingem simultaneamente um grande público além de aumentar a capacidade de personalização das necessidades individuais de saúde.

De acordo com HSU *et al.* (2016), cuidar de doenças crônicas como o DM requer um modelo diferente, no qual os pacientes podem ser fortalecidos por meio do autocuidado e, por intermédio de uso de aplicativos móveis que mantêm registros sobre a alimentação, histórico dos níveis de glicose no sangue, interação medicamentosa, atividade física e o modo como o paciente está se sentindo, isso pode ser realizado (SBD, 2018).

Diante do exposto, o UP GLICEMIA vem a ser uma ferramenta a mais para o paciente com DM tipo 1 e 2 pois é de fácil manuseio, compreensão e agilidade, além de auxiliá-lo a identificar comportamentos de riscos, permitir um autocuidado apoiado e ser um instrumento que contribuirá com a prevenção de sua saúde.

Como trabalhos futuros, sugere-se a validação e avaliação do aplicativo, quanto a sua apresentação do conteúdo, funcionalidade e usabilidade com os especialistas e usuários bem como a comparação dos custos na utilização da tecnologia móvel no acompanhamento e forma tradicional de consultas.

7 CONCLUSÃO

O estudo desenvolveu um aplicativo móvel denominado UP GLICEMIA para a monitorização dos níveis glicêmicos intermitentes por glicemia capilar e contínuos por sensor subcutâneo, de fácil manuseio, acessibilidade e compreensão para o indivíduo com diabetes tipo 1 e 2. Esta ação gerou um módulo de registro gráfico para a monitorização desses níveis, que se apresenta de forma individualizada e/ou simultânea. A construção do aplicativo UP GLICEMIA abre novos caminhos para o monitoramento do DM.

Espera-se que a utilização do UP GLICEMIA possa trazer um estímulo ao cuidado com a saúde do paciente com diabetes tipo 1 e tipo 2, por estimular a sua coparticipação no seu tratamento, possibilitando melhor entendimento do monitoramento da glicose, devido a favorecer o controle dos níveis glicêmicos bem como a prevenção de possíveis emergências, promovendo a melhoria da qualidade de vida. Por meio da utilização desse aplicativo, tanto o usuário quanto o profissional de saúde poderão ser beneficiados, possibilitando monitorizar o perfil glicêmico por completo.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT. FreeStyler Libre. 2016. Disponível em: <https://www.freestylelibre.com.br/index.html?gclid=EAlalQobChMI8YPr1MeQ5wIVBQ2RCh22fwBBEAYASAAEgJbxfD_BwE> Acesso em: 22 out. 2019.
- ALENCAR, I.G.M.; MUNIZ, G.G.; MEDEIROS, C.M. Monitorização glicêmica de adolescentes brasileiros com diabetes tipo 1. **Revista de enfermagem UFPE**, v. 12, n. 7, p. 2012-2020, 2018.
- ARRAIS, R.F.; CROTTI, P.L.R. Revisão: aplicativos para dispositivos móveis (“Apps”) na automonitorização em pacientes diabéticos **Journal of Health Informatics**, v. 7, n. 4, p. 127-133, 2015.
- ARNHOLD, M.; QUADE, M.; KIRCH, W. Mobile applications for diabetics: a systematic review and expert-based usability evaluation considering the special requirements of diabetes patients age 50 years or older. **Journal of Medical Internet Research**, v. 16, n. 4, p. 104, 2014.
- BALDO, C.; ZANCHIM, M.C.; KIRSTEN, V.R.; MARCHI, A.C.B.D. Diabetes Food Control – Um aplicativo móvel para avaliação do consumo alimentar de pacientes diabéticos. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 9, n. 3, 2015.
- BARRA, D.C.C. *et al.* Métodos para desenvolvimento de aplicativos móveis em saúde: revisão integrativa de literatura. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 26, n. 4, p. 1-12, 2017.
- BESSA, T.; ARTHAUD, D.D.B. Metodologias ágeis para o desenvolvimento de softwares. **Ciência e Sustentabilidade – CeS**, v. 4, n. 2, p. 173-213, 2018.
- BOLAND, E. A.; TAMBORLANE, V.W. Continuous glucose monitoring in youth with type 2 diabetes: overcoming barriers to successful treatment. **Diabetes Technology Therapeutics**, v. 2, n. 1, p. 53-59, 2000.
- BOUDREAUX *et al.* Evaluating and selecting mobile health apps: strategies for healthcare providers and healthcare organizations. **Translational Behavioral Medicine**, v. 4, n. 4, p. 363-371, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Departamento de Informática do SUS. Hiperdia – Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos**, 2018.
- CAFAZZO, J.A. *et al.* Design of an mHealth app for the self-management of adolescent type 1 diabetes: a pilot study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 14, n. 3, p. 1-14, 2012.
- CAPPON, G. *et al.* Wearable Continuous Glucose Monitoring Sensors: A Revolution in Diabetes Treatment. **Electronics**, v. 6, n. 65, p. 1-16, 2017.

CATALAN, V.M. *et al.* Sistema NAS: nursingactivities score em tecnologia móvel. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 45, n. 6, p. 1419-1426, 2011.

CHIANG, J.L.; KIRKMAN, M.S.; LAFFEL, L.M.; PETERS, A.L. Type 1 Diabetes Sourcebook Authors. Type 1 diabetes through the life span: a position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 37, n. 7, p. 2034-2054, 2014.

CHOMUTARE, T. *et al.* Features of mobile diabetes applications: review of the literature and analysis of current applications compared against evidence-based guidelines. **Journal of Medical Internet Research**, v. 13, n. 3, p. 65-76, 2011.

CURIONI, C.C.; BRITO, F.D.S.B.; BOCCOLINI, C.S. O uso de tecnologias de informação e comunicação na área da Nutrição. **Jornal Brasileiro de TeleSaúde**, v. 2, n. 3, p. 103-111, 2013.

ENG, D.S.; LEE, J.M. The promise and peril of mobile health applications for diabetes and endocrinology. **Pediatrics Diabetes**, v. 14, n. 4, p. 231-238, 2013.

EYSENBACH, G. What is e-health? **Journal of Medical Internet Research**, v. 3, n. 2, p. 20-22, 2001.

FERRAZ, D.P.; MAIA, F.F.R.; ARAÚJO, L.R. Glicemia capilar em ponta do dedo versus lóbulo de orelha: estudo comparativo dos valores resultantes e preferências dos pacientes. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 48, p. 389-393, 2004.

FERREIRA, L.T.; SAVIOLLI, I. H.; VALENTI, V.E.; ABREU, L.C. Diabetes melito: hiperglicemia crônica e suas complicações. **Arquivo Brasileiro de Ciências e Saúde**, v. 36, n. 3, p. 182-188, 2011.

GELONEZE, B.; LAMOUNIER, R.N.; COELHO, O.R. Hiperglicemia pós-prandial: tratamento do seu potencial aterogênico. **Arquivo brasileiro de cardiologia**, v. 87, n. 5, p. 660-670, 2006.

GOYATÁ, S.L.T. *et al.* Ensino do processo de enfermagem a graduandos com apoio de tecnologias da informática. **Acta paulista de enfermagem**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 243-248, 2012.

GUILLÉN, S. *et al.* New technologies for promoting a healthy diet and active living. **Nutrition Reviews**, v. 67, n. 1, p. 100-107, 2009.

HEFFERNAN, K.J. *et al.* Guidelines and recommendations for developing interactive eHealth apps for complex messaging in health promotion. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 4, n. 1, p. 14-25, 2016.

HSU, W.C. *et al.* Utilization of a Cloud-Based Diabetes Management Program for Insulin Initiation and Titration Enables Collaborative Decision Making Between Healthcare Providers and Patients. **Diabetes Technology Therapeutics**, v. 18, n. 2, p. 59-67, 2016.

IMS Institute for Healthcare Informatics. Patient Apps for Improved Healthcare: From Novelty to Mainstream, p. 1–60, 2013.

INGRAHAM, N. **Apple: 900,000 apps in the App Store, 375,000 iPad-optimized, 28 million copies of mountain lion sold.** 2013. Disponível em: *webcite* <http://www.theverge.com/2013/6/10/4412918/apple-stats-update-wwdc-2013>. Acesso em: 23 out. 2019.

INSEL, R.A. *et al.* Staging presymptomatic type 1 diabetes: a scientific statement of JDRF, **the Endocrine Society, and the American Diabetes Association.** *Diabetes Care*, v. 38, n. 10, p. 1964-1974, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Brasil, grandes regiões e unidades da federação.** Rio de Janeiro; 2014. 180 p.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas 7th ed.** Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2015. Disponível em: <http://www.diabetesatlas.org/resources/2015-atlas.html>. Acesso em: 15 out. 2019.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas. 8th edition.** ed. [s.n.], 2017. ISBN 9782930229874. Disponível em: <<https://www.idf.org/e-library/welcome.html>>. Acesso em: 14 set. 2019.

KAUFMAN, F.R. Role of continuous glucose monitoring in pediatric patients. **Diabetes Technology & Therapeutics**, v. 2, n. 1, p. 49-52, 2000.

LECHETA, R.R. Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com Android SDK. 5. ed. São Paulo: **Novatec**, 2013.

LECHETA, R.R. **Android Essencial com Kotlin.** 1. ed. São Paulo: Novatec, 2017.

LESLIE, R.D.; PALMER, J.; SCHLOOT, N.C.; LERNMARK, A. Diabetes at the crossroads: relevance of disease classification to pathophysiology and treatment. **Diabetologia**, v. 59, n. 1, p. 13-20, 2016.

MAAHS, D.M.; WEST, N.A.; LAWRENCE, J.M.; MAYER-DAVIS, E.J. Epidemiology of type 1 diabetes. **Endocrinology & Metabolism Clinics**, v. 39, p. 481-497, 2010.

MAIA, M.M.; RODRIGUES, M.B.; MORAIS, H.C.C.; OLIVEIRA, C.P. Informatização de diretriz para auxílio no diagnóstico por imagem de incidentalomas adrenais. **Revista Expressão Católica Saúde.** RECS, v. 3, n. 1, p. 47-57, 2018.

MADLEN ARNHOLD, Q.M. *et al.* Mobile Applications for Diabetics: A Systematic Review and Expert-Based Usability Evaluation Considering the Special Requirements of Diabetes Patients Age 50 Years or Older. **Journal of Medical Internet Research**, v. 16, n. 4, p. 104-122, 2014.

MALERBI, D.A.; FRANCO, L.J. Multicenter study of the prevalence of diabetes *mellitus* and impaired glucose tolerance in the urban Brazilian population aged 30-69 years. The Brazilian Cooperative Group on the Study of Diabetes Prevalence. **Diabetes Care**, v. 15, n. 11, p. 1509-1516, 1992.

MARTÍNEZ-PÉREZ, B.; DE LA TORRE-DÍEZ, I.; LÓPEZ-CORONADO, M. Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: review and analysis. **Journal of Medical Internet Research**, v. 15, n. 6, p. 120, 2013.

MEDIVO. **Ontrack Diabetes**. 2015. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gexperts.ontrack&hl=pt_BR>. Acesso em: 10 jun. 2019.

MENEZES-JÚNIOR, J.V. *et al.* InteliMed: uma experiência de desenvolvimento de sistema móvel de suporte ao diagnóstico médico. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 3, n. 1, p. 30-42, 2011.

MILECH, A. *et al.* **Diretrizes da sociedade brasileira de diabetes 2015-2016: DIRETRIZES SBD | 2015-2016**. 2016 ed. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2016. 348 p.

MYSUGR, G.M.B.H. mySugr: Diário da Diabetes. Google Play, 2018. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mysugr.android.companion&hl=en_US. Acesso em: 11 out. 2018.

NUNDY, S.; DICK, J.J.; PEEK, M.E. Developing a behavioral model for mobile phone-based diabetes interventions. **Patient Education and Counseling**, v. 90, n. 1, p. 125-132, 2013.

OLIVEIRA, T.R.; COSTA, F.M. Desenvolvimento de aplicativo móvel de referência sobre vacinação no Brasil. **Journal Health Information**, v. 4, n. 1, p. 23-27, 2012.

ORTIZ, M.C.A.; ZANETTI, M.L. Levantamento dos fatores de risco para diabetes mellitus tipo 2 em uma instituição de ensino superior. **Revista Latino americana de Enfermagem**, v. 9, n. 3, p. 58-63, 2001.

PEREIRA, D.A.; COSTA, N.M.S.C.; SOUSA, A.L.L.; JARDIM, P.C.B.V.; ZANINI, C.R.O. Efeito de intervenção educativa sobre o conhecimento da doença em pacientes com diabetes mellitus. **Revista Latino americana de Enfermagem**, v. 20, n. 3, p. 478-485, 2012.

PIMAZONI-NETTO, A. Educação em diabetes: um dever de todos. 2015. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.br/publico/artigos-sobre-diabetes/1155-educacao-em-diabetes-um-dever-de-todos>>. Acesso em: 11 set. 2019.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. Porto Alegre: Bookman, 2011. 7. ed. 87p.

QUASAR. **Telemedicina Gliconline**. 2014. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.quasar.gliconline&hl=pt_BR>. Acesso em:

10 jun. 2019.

QUEIROZ, P.C. *et al.* Prevalência das complicações micro e macrovasculares e de seus fatores de risco em pacientes com diabetes mellitus e síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Clínica Médica**, v. 9, n. 4, p. 254-258, 2011.

QUEIROZ, F.M. *et al.* Úlcera venosa e terapia compressiva para enfermeiros: desenvolvimento de curso online*. **Acta Paul Enferm**, v. 25, n. 3, p. 435-440, 2012.

RAMSBERGER, G.; MESSAMER, P. Best practices for incorporating non-aphasia-specific apps into therapy. **Seminars in Speech and Language**, v. 35, n. 1, p. 17-24, 2014.

ROCHA, T.A.H. *et al.* Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 1, p. 159-170. 2016.

ROSSEN; VARBANOV. **Diabetes M.** 2015 [Internet]. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mydiabetes&hl=pt_BR>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SCHMIDT, M.I. *et al.* High prevalence of diabetes and intermediate hyperglycemia. The Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **Diabetol Metab Syndr.** V. 123, p. 1-9, 2014.

SILVA, L.L.B.D.; PIRES, D.F.; CARVALHO-NETO, N.S. Desenvolvimento de Aplicações para Dispositivos Móveis: Tipos e Exemplo de Aplicação na plataforma iOS. **II Workshop de Iniciação Científica em Sistemas de Informação**, 2015. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wicsi/2015/004.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2019.

SILVA, M.M.D.; SANTOS, M.T.P. Os Paradigmas de Desenvolvimento de Aplicativos para Aparelhos Celulares. **Tecnologia Infraestruturas Software**, v. 3, n. 2, p. 162-170, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Posicionamento Oficial SBD nº01/2019**. Disponível em: https://www.diabetes.org.br/publico/images/pdf/sbd_dm2_2019_2.pdf Acesso em: 20 out. 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016)**. São Paulo, 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018** / Organização José Egídio Paulo de Oliveira, Renan Magalhães Montenegro Junior, Sérgio Vencio. São Paulo: Editora Clannad, 2017. 383p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diagnóstico e Tratamento**. 2018. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/publico/diabetes/diagnostico-e-tratamento>>. Acesso em: 24 out. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. São Paulo: Editora Clannad, 2020.

SQUAREMED SOFTWARE GMBH. DIABETES PLUS. 2015. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.squaremed.diabetesplus.typ1&hl=pt_BR. Acesso em: 23 out. 2019.

THOMAS, N.J. *et al.* Frequency and phenotype of type 1 diabetes in the first six decades of life: a cross-sectional, genetically stratified survival analysis from UK Biobank. **Lancet Diabetes and Endocrinology**, v. 6, p. 122-129, 2018.

TIBES, C.M. *et al.* Aplicativos móveis desenvolvidos para a área da saúde no Brasil: revisão integrativa da literatura. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 2, p. 479-486, 2014.

VELSEN, L.; BEAUJEAN, D.J. Why mobile health app overload drives us crazy, and how to restore the sanity. **BMC Medical Information Decision Making**, v. 13, n. 23, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Diabetes. Julho/2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>. Acesso em: 20 set. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global report on diabetes. 2016 Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204871/9789241565257_eng.pdf;jsessionid=4C745C00C4E7B93587CEB29868FFE131?sequence=1 Acesso em: 20 set. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Report of a World Health Organization consultation. Use of glycated haemoglobin (HbA1c) in the diagnosis of diabetes mellitus. **Diabetes Research and Clinical Practice**, 2011.



WORLD HEALTH ORGANIZATION. mHealth: new horizons for health through mobile technologies: based on the findings of the second global survey on ehealth. Geneva: World Health Organization, 2011. (Global observatory for eHealth series, 3).

ZANETTI, M.L.; MENDES, I.A.C.; RIBEIRO, K.P. O Desafio para o Controle Domiciliar em Crianças e Adolescentes Diabéticas Tipo 1. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, v. 9, n. 4, p. 32-36, 2001.

ZIMMET, P.; ALBERTI, K.G.; SHAW, J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. **Nature**, v. 414, n. 6865, p. 782-787, 2001.

ANEXOS

ANEXO A – REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR

 INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL	22/01/2020 870200010436 16:54  29409191913243584
Pedido de Registro de Programa de Computador - RPC	
Número do Processo: 512020000132-7	
Dados do Titular	
Titular 1 de 1	
Nome ou Razão Social: FUNDAÇÃO EDUCACIONAL JAYME DE ALTAVILA - FEJAL	
Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica	
CPF/CNPJ: 12207742000171	
Nacionalidade: Brasileira	
Qualificação Jurídica: Associação com intuito não econômico	
Endereço: RUA CONEGO MACHADO, Nº 918 - FAROL	
Cidade: Maceló	
Estado: AL	
CEP: 57051-160	
País: Brasil	
Telefone: 82 3215 5011	
Fax:	
Email: michella.grey@cesmac.edu.br	
Dados do Programa	
Data de Publicação: 20/12/2019	
Data de Criação: 01/12/2019	
- § 2º do art. 2º da Lei 9.609/98: "Fica assegurada a tutela dos direitos relativos a programa de computador pelo prazo de cinquenta anos contados a partir de 1º de janeiro do ano subsequente ao da sua publicação ou, na ausência desta, da sua criação"	
Título: UP GLICEMIA	
Algoritmo hash: SHA-512 - Secure Hash Algorithm	
Resumo digital hash: 80667534b87be564b95b6f9e9f945fc21f46311f5330ef2eac70ee025e 44bee65f484286ab317dafd0cf5fd2154b06067cdd35f52c07897786d ac1efeb4b016	
PETICIONAMENTO ELETRÔNICO	Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 22/01/2020 às 16:54, Petição 870200010436
Petição 870200010436, de 22/01/2020, pág. 1/7	