

Mining Diabetes diaries for management improvement

Tiago Alexandre Costa Paiva

1. Introdução

A diabetes, também conhecida por *diabetes mellitus*, é uma doença crónica e bastante comum, conhecida por fazer com que os seus portadores tenham níveis de glicose (açúcar) no sangue mais elevados que o normal. Isto deve-se ao facto de o pâncreas não funcionar da forma devida ou nem sequer funcionar, de todo. Antes de nos aprofundarmos sobre a diabetes, eis alguns factos preocupantes:

Segundo a International Diabetes Federation (IDF) , em 2014 cerca de 387 milhões de pessoas tinham diabetes. Em 2035 este número aumentará para 592 milhões. [1] e de acordo com a Organização Mundial da Saúde, em 2030, a diabetes será a sétima causa de morte no planeta. [2]

Como se pode perceber, esta doença afeta muita gente e por isso cada vez mais se torna importante conseguir adiar ou até mesmo prevenir o seu aparecimento. No entanto, nem sempre isso é possível e, uma vez tendo a doença, esta é crónica. De seguida, explicaremos, de forma resumida, o porquê de a diabetes acontecer em algumas pessoas.

A diabetes ocorre quando uma pessoa tem valores demasiado elevados de glicose no sangue. A glicose vem dos carboidratos e é o único monossacarídeo que produz ATP. Sem entrar em muitos detalhes médicos, a glicose produz energia que vai ser usada pelas células. Há diferentes razões para que os níveis de glicose no sangue sejam mais elevados que o desejável: a produção de insulina pode não ser suficiente ou, mesmo que seja, as células não respondem à insulina como deveriam. É portanto natural que os níveis de glicose tendam a aumentar depois das refeições. Embora a diabetes esteja relacionada com a insuficiência de insulina no corpo, há diferentes tipos de diabetes. Os principais tipos são:

- Diabetes Mellitus Tipo 1: A diabetes tipo 1, também conhecida como diabetes insulino-dependente ou diabetes juvenil, caracteriza-se pela produção deficiente de insulina pelo pâncreas e requer que o paciente tome doses de insulina diariamente. Normalmente aparece em jovens e é impossível de prevenir. Estima-se que apenas 5% dos diabéticos tenha este tipo de diabetes. Entre os sintomas incluem-se sede insaciável, fome constante ou perda de peso.

- Diabetes Mellitus Tipo 2: A diabetes tipo 2, ou diabetes não-insulino-dependente, ocorre porque as células não usam a insulina de forma adequada, ou seja, neste tipo de diabetes o problema não está necessariamente no pâncreas mas sim na forma como as células utilizam a insulina. Cerca de 90% dos diabéticos tem este tipo de diabetes que, normalmente, é associado a um estilo de vida pouco saudável. Por isso mesmo, este tipo de diabetes é frequentemente resultado de excesso de peso ou falta de exercício físico. Normalmente os doentes de DM2 não necessitam de tomar insulina e a medicação é feita através de comprimidos. Geralmente este tipo de diabetes surge em pessoas mais velhas, mas tem-se vindo a manifestar também em jovens.

- Diabetes gestacional: Este tipo de diabetes pode aparecer durante a gravidez. Caracteriza-se por ter valores de glicose superiores aos normais mas, ainda assim, abaixo dos valores diagnosticados na diabetes. Normalmente este tipo de diabetes é descoberto nas consultas e não devido a sintomas. Há também o risco de mulheres que sofram de diabetes gestacional, poderem vir a sofrer de diabetes tipo 2 no futuro.

- Diabetes LADA: "Latent Autoimmune Diabetes in Adults", traduzido para "diabetes auto-imune latente em adultos". Este tipo de diabetes é considerado uma variação do diabetes tipo 1 embora com uma evolução mais lenta, embora, muitas vezes, seja mal diagnosticado como diabetes tipo 2.

Uma vez que a diabetes é uma doença crónica, ou seja, não tem cura, é extremamente importante que os doentes recebam um tratamento adequado. No caso dos portadores de diabetes tipo 1 e de uma pequena percentagem de diabéticos tipo 2, parte deste tratamento passa pela administração de insulina. No entanto, para todos os tipos de diabéticos, uma parte fundamental do seu tratamento, e importante para levar uma vida normal, passa pelo registo regular e constante dos níveis de glicose no sangue. Isto porque a falta de eficácia do pâncreas leva a um aumento natural dos níveis de glicose no sangue e, por outro lado, a toma de insulina, muitas vezes em quantidades não adequadas, pode ter o efeito contrário e provocar níveis demasiado baixos de açúcar no sangue. Estes dois estados são conhecidos, respetivamente, por hiperglicemia e hipoglicemia.

Tanto a hiper como a hipoglicemia são estados que podem fazer parte do dia-a-dia dos diabéticos, são ambos de evitar e potencialmente perigosos. A hiperglicemia pode trazer complicações a longo prazo, como doenças cardíacas e renais. Podem fazer parte dos sintomas da hiperglicemia sede intensa, cansaço, dores de cabeça ou visão turva, entre outros.

Por sua vez, a hipoglicemia apresenta alguns sintomas tais como tremores, fome, nervosismo ou calor, mas não só. Embora menos preocupante a longo prazo do que a hiperglicemia, a hipoglicemia é mais perigosa a curto prazo. Isto porque o cérebro necessita de açúcar para poder funcionar de forma correta e, quando não o tem, pode levar a que o doente perca a consciência. Isto é perigoso porque, a partir do momento em que o doente desmaia, não consegue contrariar a hipoglicemia, que normalmente se combate por imediatamente ingerir açúcar.

Como se pode perceber, a medição do nível de glicose no sangue e também o seu registo são fatores imperiais para que um diabético possa levar uma rotina normal. Em plena era da tecnologia, essa medição é feita através de pequenos dispositivos que, numa questão de segundos, conseguem dar uma medição precisa dos níveis de açúcar no sangue. O registo é também importante para comparar valores, de forma a que os médicos consigam acompanhar o historial do doente, por exemplo. Também para o registo há soluções tecnológicas e num período em que os smartphones estão cada vez mais em voga, são a ferramenta mais natural para se efetuarem estes registos. É importante para um médico poder observar os valores de glicose dos seus pacientes, valores estes que têm de ser registados pelos próprios pacientes. Um

registo em papel torna-se rapidamente confuso e até passível de se perder enquanto que um registo informático traz mais segurança e organização. No caso dos smartphones, este registo torna-se ainda mais fácil visto que oferece grande portabilidade, ou seja, o paciente pode registar os valores que pretender a qualquer altura e em qualquer sítio. É portanto uma vantagem da aliança da tecnologia à saúde. Não é a única, no entanto.

Data Mining é uma área da ciência de computadores que permite, através da análise de grandes quantidades de dados, descobrir padrões e regras que uma análise mais simples pode não detetar. A área de *Data Mining* usa diversos métodos de outras áreas tais como matemática, inteligência artificial e *machine learning*, para tratar, explorar e obter conclusões acerca dos dados. *Data mining* pode ter diversos fins, entre os quais deteção de anomalias, associação e classificação.

Como se pode perceber pelo nome, deteção de anomalias tem como o objetivo a identificação de valores anormais, que podem apenas ser erros mas podem também ter interesse para uma determinada área.

A associação procura relações entre variáveis e pode quantificar essas relações. Um exemplo deste tipo poderia ser a relação entre o emprego de alguém e o seu carro.

Finalmente, a classificação tem como objetivo estudar conjuntos de dados para depois, ao observar novos dados, conseguir classificá-lo corretamente.

Nos últimos anos a área de *Data Mining* tem-se tornado bastante popular e consequentemente usada em diversas áreas, tais como economia, educação e saúde.

É precisamente nesta última área que *Data Mining* se pode tornar especialmente útil. Tal como já discutido anteriormente, a diabetes pode provocar oscilações nos valores de glicose no sangue, que podem não ser perceptíveis pelos doentes ou, mesmo que sejam, podem não ser tidas como importantes. No entanto, ao aplicar técnicas de *data mining* sobre os dados registados pelos doentes, pode ser possível descobrir que afinal essas oscilações podem ter origem em comportamentos rotineiros, ou seja, fazem parte de um padrão. E um dos objetivos do *data mining* é precisamente descobrir padrões.

Torna-se portanto óbvio que esta área pode ser útil para os portadores de diabetes ao permitir descobrir rotinas que fazem subir ou descer os níveis de açúcar e que de outra forma poderiam passar despercebidas. A vantagem de descobrir estes padrões é que, consequentemente, vão-se descobrir soluções para os mesmos e portanto, melhorar a qualidade de vida dos doentes. De forma a perceber melhor de que forma a análise de dados pode melhorar o controlo da diabetes, tomemos como exemplo o seguinte caso: um determinado paciente tem como rotina fazer exercício às segundas-feiras. Às terças-feiras tem sempre níveis de glicose mais baixos. No entanto, como nos outros dias tem valores normais, pode não ligar nada ao valor mais baixo e acaba até por esquecer que todas as terças-feiras tem valores mais baixos. Contudo, este valor mais baixo pode ser justificado: no dia anterior praticou exercício e não se alimentou devidamente, tendo hipoglicemia na manhã de terça-feira.

Tendo uma ferramenta que seja capaz de analisar dados, descobrir padrões e gerar regras, o doente não só fica mais consciente de erros que pode cometer no controlo da diabetes como também como os combater. E portanto, a tecnologia é uma poderosa ajuda para a saúde.

1.1 Projeto

Esta dissertação integra-se no projeto Smart Diabetes Self-Management Care que conta com uma aplicação Android chamada "My Diabetes". De momento, a aplicação permite ao utilizador registar refeições, que podem ser acompanhadas com fotos, registar medições de glicose, definir objetivos, registar doenças e exercícios, entre outras funcionalidades. Contudo, permite apenas registar e visualizar os dados inseridos.

No âmbito desta dissertação, propõe-se desenvolver um sistema capaz de analisar dados introduzidos pelos doentes que consiga detetar padrões e anormalidades nesses dados, avisando o utilizador. Para o conseguir, pretende-se ampliar as funcionalidades da aplicação "My Diabetes", para que esta consiga gerar regras com base nos dados introduzidos pelos utilizadores.

Para conseguir isto, tornou-se necessário obter dados de pacientes com diabetes insulino-dependente. Deste modo, em parceria com o Hospital de São João do Porto, foi levada a cabo uma sensibilização dos doentes para utilizarem a aplicação de forma voluntária, sendo que, em última análise, estes serão os maiores beneficiados.

A análise será feita aos dados que os utilizadores inserirem na aplicação. Dados tão diversos como peso, altura, colesterol, exercício ou doenças serão importantes para fazer uma análise profunda. A análise servirá para dotar a aplicação de "inteligência", ou seja, a aplicação "aprende" o que são valores normais e o que podem ser situações anormais e, mais importante, o que leva a que existam essas situações anormais. Uma vez feita a aprendizagem, sempre que situações semelhantes ocorram, a aplicação mostrará um aviso.

Para a aprendizagem serão utilizadas, tal como já mencionado, diferentes técnicas de data mining que gerarão regras. Essas regras serão então traduzidas para Prolog.

A linguagem escolhida foi Prolog por se tratar de uma linguagem de programação lógica fortemente associada a inteligência artificial e *machine learning*. Além disso, e ao contrário de muitas outras linguagens de programação, o Prolog é declarativo. Isto significa que um programa em Prolog é expresso em termos de relações, que são definidas por factos e regras.

1.1.1 Objetivos

O objetivo da dissertação é integrar um sistema capaz de gerar regras e avisos a partir dos dados inseridos. De um modo sumário, os objetivos são:

- Obter dados através da participação de pessoas portadores de diabetes
- Analisar esses dados para conseguir detetar padrões ou anomalias
- Criar regras a partir da análise dos dados
- Integrar o sistema desenvolvido na aplicação para que esta de forma autónoma consiga gerar avisos

[FALTA DIZER A ESTRUTURA DO DOCUMENTO]

2. Estado da Arte

Neste capítulo pretende-se analisar com algum nível de detalhe duas vertentes: as aplicações Android para registo de diabetes e estudos que tenham utilizado técnicas de data mining sobre dados de doentes de diabéticos. Começando pelas aplicações, foram escolhidas as cinco aplicações mais populares (ou seja, com mais downloads) presentes na play store. Estas aplicações foram instaladas e testadas afim de perceber as ferramentas que cada uma oferece ao utilizador.

2.1 Diário da Diabetes mySugr

Esta aplicação permite ao utilizador adicionar registos. Em cada registo é possível especificar alguns parâmetros como o nível de glicemia, carboidratos, insulina (refeição e correção), tipo de refeição, tipo de alimento, insulina de ação lenta e atividade. Cada registo pode ser acompanhado por uma foto, para o caso de ser uma refeição, e pode ser também escolhido um tipo para cada registo, como “almoço”, “jantar”, “hipoglicemia”, etc. Para cada registo é possível também escolher um outro tipo que dá mais informação sobre o registo como “Stressado”, “Doente”, “Álcool”, mas não só. De notar também que é possível especificar o tipo de alimento caso o registo seja uma refeição. Entre os tipos de alimentos existem, entre outros, “Legumes”, “Carne”, “Pexe”, “ovos”, etc.

Esta aplicação permite também a sincronização com um glicómetro “iHealthBG5”. É ainda possível definir metas como limite para hipo e hiperglicemia, e metas de peso ou exercício. Uma característica interessante da aplicação é ter um sistema de pontos e de desafios. Os desafios são diversos, como por exemplo “Caminhada para a cura” que incentiva o utilizador a registar pelo menos 30 minutos de exercícios em 24 horas. Desafios completos desbloqueiam novos desafios.

Por cada registo efetuado ganha-se uma quantidade de pontos, que é maior quantos mais parâmetros forem preenchidos em cada registo. A aplicação tem um pequeno boneco animado que vai sendo desbloqueado com pontos. Estes dois sistemas são interessantes porque podem ser um incentivo extra para o uso regular da aplicação. Por fim, a aplicação possibilita a exportação dos registos efetuados para o formato xls, pdf ou csv mas esta característica está disponível apenas na versão paga.

[METER FIGURAS PARA CADA APP?]

2.2 Diabetes:M

Esta aplicação permite o registo de glicose, carboidratos, insulina de efeito rápido, insulina de efeito longo, peso, colesterol, pressão arterial, atividade física e HbA1c. À primeira vista nota-se logo o ecrã que se pode tornar confuso pela grande quantidade de botões que oferece. As funções disponibilizadas são bastante semelhantes à aplicação anterior. Uma função extra é a de alarme, que ajuda os utilizadores a não se esquecerem de medir a glicose no sangue. Em termos de visualização dos dados introduzidos, a aplicação possibilita alguns gráficos para se poder acompanhar os registos num determinado intervalo de tempo. É

possível verificar que podem-se usar unidades de medida para os diferentes parâmetros. Por exemplo, para a glicemia pode-se usar mg/dL ou mmol/L. Uma vantagem do ecrã principal é mostrar a quantidade de insulina ativa presente num dado momento. Ou seja, se um utilizador tomar 5 doses de insulina, a aplicação mostra, ao longo do tempo, um valor denominado “Insulina Ativa”, ou seja, a insulina que “sobra” desde a última toma.

Uma característica interessante é a de possibilitar configuração com aplicações externas. É possível sincronizar a aplicação com a Dropbox, Google Drive e Google Fit. A aplicação permite ainda fazer um backup dos dados.

É ainda possível exportar e importar dados nos formatos csv e xls. Finalmente, a aplicação oferece a possibilidade de importar dados de glicómetros de diferentes modelos tais como OneTouch, Dexcom ou Accu-Chek.

2.3 OnTrack Diabetes

Esta aplicação permite registar glicose, refeições, exercício, medicação, peso, pressão arterial, pulsação, HbA1c. À primeira vista, destaca-se pela sua simplicidade. Tem apenas três menus no ecrã principal, que permite ver relatórios, o histórico e ainda gráficos. O ecrã principal mostra também as médias dos níveis de glicose diários, semanais e mensais. De resto, explorando os menus é possível verificar que temos acesso a vários gráficos, como por exemplo: glicose, média diária da glicose, glicose por hora do dia, exercício, etc.

Ao consultar o menu “Histórico” os dados aparecem na forma de lista e por ordem de refeição, isto é, para um mesmo dia, os dados relativamente ao pequeno almoço aparecem antes do jantar. Este menu apresenta, portanto, todos os dados registados em cada dia. No menu “Relatórios”, podemos observar médias da glicose, que são diárias, semanais, mensais ou trimestrais. Existe uma outra opção chamada “glicose por categoria” que nos mostra os valores médios do nível de glicose registados em cada tipo de refeição. “Comida por categoria” mostra a média de carboidratos consumidos por cada tipo de refeição e finalmente “Log Book” que é uma outra ferramenta para visualização de gráficos. Permite visualizar os gráficos de qualquer um dos parâmetros registados pela aplicação e permite também partilhar esses gráficos através de e-mail.

É possível exportar os dados para csv, xml ou html. É também possível alterar os nomes das refeições e criar backup ou até mesmo apagar todos os dados num determinado intervalo de tempo.

2.4 Diabetes – Diário Glucose

De todas as aplicações analisadas, esta é a mais simples, também por ser a que menos funções oferece. Regista apenas o peso e a glicose. O registo é feito no ecrã principal. A aplicação é composta por outros três separadores que permitem visualizar os níveis de glicose em lista e em gráfico. É ainda possível exportar os dados registados para um ficheiro pdf ou partilhar por e-mail.

2.5 Glucose Buddy: Diabetes Log

Esta aplicação permite registar o tipo de diabetes, peso, altura, pressão arterial, glicose, HbA1c, exercício físico, refeições e a atividade do registo (refeição, antes de exercício, depois de exercício, etc.).

Pode-se observar os registos de glicose em forma de lista, utilizando o menu “Logs” ou em forma de gráfico usando o menu “Graphs”. No gráfico, pode-se visualizar apenas o parâmetro da glicose bem como a média de todos os valores registados por dia.

A aplicação oferece ainda um alarme que pode ser ativado para uma determinada hora ou então pode ser coordenado com um evento. Por exemplo, o utilizador pode definir um alarme para 30 minutos depois do almoço, sendo que quando fizer um registo com o tipo de refeição “almoço”, ativará o alarme para o tempo definido.

Contudo, o menu de efetuar registos pode tornar-se confuso uma vez que divide o ecrã em três partes.

É possível exportar os registos selecionando intervalos pré-estabelecidos pela aplicação e enviar para o e-mail.

[1] <https://www.idf.org/diabetesatlas/update-2014>

[2] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>