

13 - 1 | 2025

A Importância de soluções Open-Source baseadas em computação na nuvem na monitorização da glicose

The importance of cloud-based open-source solutions on glucose monitoring

Carla Tomé

Versão eletrónica

URL: <https://revistas.rcaap.pt/uiips/> ISSN: 2182-9608

Data de publicação: 21-07-2025 Páginas: 9

Editor

Revista UI_IPSantarém

Referência eletrónica

Tomé, C. (2025). A Importância de soluções Open-Source baseadas em computação na nuvem na monitorização da glicose. *Revista da UI_IPSantarém*. 13(1), e34802. <https://doi.org/10.25746/ruiips.v13.i1.34802>

A IMPORTÂNCIA DE SOLUÇÕES OPEN-SOURCE BASEADAS EM COMPUTAÇÃO NA NUVEM NA MONITORIZAÇÃO DA GLICOSE

The importance of cloud-based open-source solutions on glucose monitoring

Carla Tomé

Escola Superior de Gestão e Tecnologia, Instituto Politécnico de Santarém

230001618@esg.ipsantarem.pt

RESUMO

A tecnologia tem vindo a transformar o quotidiano das sociedades em vários setores; nomeadamente na saúde, a monitorização da glicose é fundamental para os pacientes que sofrem de Diabetes ou de outras patologias em que o normal funcionamento do pâncreas esteja afetado. O Xdrip e o Nightscout Project, são duas ferramentas tecnológicas que têm vindo a transformar o paradigma no mercado dos CGM (Continuous Glucose Monitoring) e dos FGM (Flash Glucose Monitoring) ambas, resultado de uma participação ativa da sociedade civil, na busca de implementação de tecnologias mais direcionadas para as necessidades concretas das pessoas, em vez de tecnologias mais focadas na vertente comercial do negócio. O foco na autodeterminação, as contribuições massivas de voluntários e as tecnologias gradualmente mais acessíveis, como a computação na nuvem, tornam possíveis estes desenvolvimentos. Através da revisão da literatura existente entendemos que ambas as ferramentas são significativamente relevantes para os seus utilizadores, com contributos reais para a melhoria da sua qualidade de vida, e que as mesmas têm alavancado os desenvolvimentos tecnológicos específicos deste setor, forçando a que os competidores comerciais no mercado procurem inovar os seus produtos.

Palavras-chave: Xdrip, Nightscout, CGM, FGM e open source

ABSTRACT

Technology is transforming the daily lives of societies in various sectors; in health in particular, glucose monitoring is essential for patients suffering from diabetes or other pathologies in which the normal functioning of the pancreas is affected. Xdrip and the Nightscout Project, two technological solutions that have been transforming the paradigm in the CGM and FGM market, are the result of the active participation of civil society in the quest to implement technologies that are more geared towards people's concrete needs, rather than technologies that are more focused on the commercial side of this business. The focus on self-determination, the massive contributions of volunteers and accessible technologies such as cloud computing make these developments possible. Through a review of the existing literature, we have come to realise that both tools are significantly relevant to their users, with real contributions to improving their quality of life, and how they have leveraged

technological developments specific to this sector, forcing commercial competitors in the market to seek innovation for their products.

Keywords: Xdrip, Nightscout, CGM, FGM, open source

Lista de acrónimos

CGM - Continuous Glucose Monitoring / Monitorização Continua de Glicose

DIY - Do It Yourself / Faça você mesmo

FGM - Flash glucose Monitoring / Monitorização Flash da Glicose

SNS – Serviço Nacional de Saúde

1 INTRODUÇÃO

A monitorização da glicose revela-se fundamental para quem sofre de diabetes ou outras patologias que alterem o funcionamento do pâncreas e a medição capilar era, até há bem pouco tempo a única forma de fazer uma vigilância ativa e eficaz, embora implicando que o indivíduo fosse sujeito a múltiplas punções ao longo do dia. As novas tecnologias têm vindo a mudar este paradigma e a facilitar a monitorização destas patologias, com recurso a sensores colocados no corpo que fazem essa medição de forma mais ou menos constante, reduzindo substancialmente o número de punções diárias dos pacientes. Ainda assim, existe sempre espaço para a inovação na procura de respostas mais dinâmicas e abrangentes. Este artigo propõe demonstrar como soluções em sistemas Open-Source não comerciais, com uma componente DIY (do it yourself), podem, não só ser efetivamente relevantes para a comunidade de utilizadores, mas também impulsionar e incitar à inovação por parte dos operadores de mercado existentes e regulados.

Esperamos conseguir demonstrar como estes modelos são relevantes para a sociedade e que contribuem para a melhoria da qualidade de vida dos seus utilizadores.

Este artigo está dividido em cinco partes: Contexto, Método, Revisão da Literatura, Discussão de resultados e Conclusão.

2 CONTEXTO

2.1 Contexto – Diferença entre CGM e FGM

Importa distinguir os dois conceitos associados a estas tecnologias e entender as suas diferenças: 1) O sistema FGM (Flash Glucose Monitoring) é um sistema que funciona através da colocação de um sensor no corpo do paciente, que é lido com a passagem física de um leitor próprio, resultando na apresentação de uma leitura de glicose no monitor do equipamento; este processo implica a constante participação do utilizador.

2) O sistema CGM (Continuous Glucose Monitoring) é um sistema que igualmente implica a colocação de um sensor no corpo do utilizador, contudo a leitura do valor da glicémia é enviada continuamente (com intervalos que variam entre um e cinco minutos) para o leitor correspondente ou para um telemóvel usando a tecnologia Bluetooth, não requerendo a intervenção do utilizador no processo.

2.2 Contexto - Modelos de negócio atuais

A nível global, nomeadamente nos Estados Unidos, Canadá e alguns países europeus a oferta é variada, contudo a esta realidade não se pode chamar propriamente contexto mundial. Ainda assim, podemos facilmente encontrar vários fornecedores de tecnologias CGM (Tabela 1), bem como prestadores de serviços com aplicativos de software (apps) que podem transformar os FGM em CGM, usando sobretudo na base do seu funcionamento o hardware Freestyle Libre (Tabela 2).

Tabela 1

Principais fornecedores tecnologia CGM primária

CGM	Custo mensal
Dexcom 6	\$299 / mês
Medtronic Guardian Connect	\$180 / transmissor (1 ano) + \$60 / mês sensores
Eversense (subcutâneo a cada 3 meses)	\$1400 / valor inicial (inclui sensor, transmissor). Depois \$ 200 a \$ 300 para inserção e \$ 300 a \$ 400 para remoção e reinserção.
Freestyle Libre 3	\$140/ mês

Fonte: autores (2024)

Tabela 2

Principais fornecedores aplicativos capazes de converter FGM em CGM

Marcas (apps que transformam o Libre em CGM)	Custo mensal
Blucon + Freestyle Libre 2	\$75 inicial / \$7 / mês
Veri + Freestyle Libre 2	\$ 39 / mês
Levels + Freestyle Libre 2 / Dexcom	\$199 / anuidade
Nutrisence + Freestyle Libre 2	\$225/mês (para um plano anual)
January.ai + Freestyle Libre 2	\$288 no primeiro mês, \$28/mês depois
Ultrahuman + Freestyle Libre 2	\$160/mês

Fonte: autores (2024)

Em Portugal, existem 3 principais fornecedores de medidores de glicose (ver tabela 3), dois com tecnologia CGM e um com tecnologia FGM. A oferta é limitada, com custos mensais elevados e com condicionantes adicionais. Por exemplo, o Dexcom que apenas funciona com smartphones da marca iPhone, o que faz acrescer ao custo mensal à aquisição de um equipamento desses; o Medtronic que funciona através das Bombas de perfusão Medtronic, que quando não fornecidas pelo SNS, têm um custo elevadíssimo, na ordem dos milhares de euros. Assim resta, para a boa parte da população com estas necessidades, a utilização do Freestyle Libre, que por si só, não é um CGM.

Tabela 3

Principais fornecedores de medidores de glicose em Portugal (FGM e CGM)

Sensores & aplicativos	Custo mensal
Dexcom 6 - CGM	Sob orçamento – mas conseguimos apurar o valor de 250€ / mês (3 sensores – 10 dias) Funciona apenas com iPhone Apple
MEDTRONIC- Sensor Guardian 4 – CGM	Sob orçamento – mas conseguimos apurar o valor de 250€ / mês (4 sensores – 7 dias) Funciona com Bombas de perfusão de insulina Medtronic

Freestyle Libre 2 – FGM	119,98€ / mês * (2 sensores – 14 dias) (*com receita médica – 16,90€ / mês) Funciona com telemóveis Android / IOS e leitor próprio
-------------------------	--

Fonte: autores (2024)

2.3 Xdrip app

Xdrip é uma aplicação em Open Source, totalmente gratuita, desenvolvida por Stephen Black, diabético Tipo 1, impulsionado pelo fato de ser portador da doença:

“I was diagnosed with Type 1 four months ago. At that time, I knew nothing about diabetes. I was in disbelief when I discovered that if I wanted to see my glucose levels in real time, I would need to carry around an extra, bulky device in my pocket. If I wanted to see that data anywhere else, I would need to plug it into a computer and upload it. If a loved one wanted to check in to see if I was doing alright, they would need to call me and hope I answered. This seemed anachronistic in the wireless age.”

- Stephen Black (January 2015)

Stephen começou então a desenvolver uma forma de enviar sem fios, através de tecnologia Bluetooth, os valores da glicose diretamente para o seu telefone, em tempo real.

Esta aplicação funciona como um hub de dados, com conectividade a vários tipos de sensores, canetas de insulina, medidores de glicose e múltiplos dispositivos, desde smartphones, smartwatches e até pulseiras. Com um leque de funcionalidades alargado, entre as quais se destacam algoritmos de cálculo que podem prever futuros valores de açúcar no sangue (Flou, 2019).

Apesar de não ser uma aplicação disponível diretamente nas stores oficiais para Android ou IOS, requerendo instalação por side-loading, o Xdrip é atualmente uma aplicação amplamente utilizada por diabéticos (entre outros) em todo o mundo.

2.4 Nightscout Foundation

O Projeto Nightscout, designado muitas vezes como o “CGM na Nuvem” foi criado em 2013, quando os pais de um menino de 4 anos, diagnosticado com Diabetes Tipo 1, notaram uma grande falha nos sistemas CGM existentes; os dados eram inacessíveis aos pais, por exemplo, quando a criança estava na escola. John Costik, engenheiro de software, desenvolveu então um software para transferir os dados do CGM para uma infraestrutura de computação em nuvem para ficarem assim acessíveis. Desde aí, vários contribuidores voluntários entraram no projeto, desenvolvendo-o constantemente. Em 2014, surge a Nightscout Foundation #WeAreNotWaiting, como forma de encorajar e suportar projetos com tecnologia Open-Source destinados a indivíduos com Diabetes para controlo de glicémeras (Wikipédia).

Assim, o Nightscout é basicamente um software gratuito em sistema Open-Source na Nuvem, com elementos de DIY (do-it-yourself), que permite em tempo real, a monitorização dos dados glicémicos através de website, smartphones e smartwatches (Beckman et al., 2016), e permite também a partilha dos dados, nomeadamente com os progenitores e/ou cuidadores.

O sistema é abrangente e permite a sua utilização com vários sistemas de monitorização de glicose, nomeadamente, Abbott Freestyle Libre (que sendo um FGM, necessita de outro dispositivo para transmissão dos dados ou de uma segunda aplicação como o Xdrip), e Medtronic (MiniMed 640G, VEO, séries 7XX e 5XX e Guardian Connect), Dexcom (G4 Platinum, G5) e Roche (Eversense XL), entre outros, que necessitam de hardware adicional.

Sendo um projeto sem intervenção direta dos fabricantes de hardware comercial, o mesmo figura com alguns avisos ao utilizador e sendo um DIY, o sistema Nightscout requer algumas capacidades em IT bem como algum empenho e dedicação à sua instalação/configuração. (Kublin & Stępień, 2020).

O projeto Nightscout está presente nos dias de hoje a nível mundial, e é tido como uma referência no controle de glicemias.

A sua relevância em termos tecnológicos é tão impactante que tem impulsionado as marcas, a desenvolverem novas funcionalidades, como por exemplo, softwares compatíveis com a partilha dos dados. Esta funcionalidade foi desenvolvida pela Nightscout em 2013, pela Dexcom em 2016, e pelo Freestyle Libre apenas em 2020, sendo que Ng et al., (2020) destacam precisamente esse avanço tecnológico.

3 MÉTODO

Através de uma pesquisa na plataforma Web of Science, recorrendo às Keywords “Xdrip” or “Nightscout” no campo “Abstract”, apenas se obteve oito resultados (três e cinco respetivamente), colocando as Keywords no campo “All Fields”, obteve-se treze resultados (quatro e nove respetivamente).

Dado o baixo número de resultados, optou-se por analisar todos e comentar os mais relevantes em termos de qualidade do seu conteúdo para a problemática em questão.

4 ESTADO DA ARTE

Para a análise do estado da arte e após uma leitura preliminar dos artigos, optámos por efetuar uma divisão pelos seguintes temas:

1. Benefícios na gestão da monitorização das glicemias
2. Avanços tecnológicos superiores aos sistemas comerciais
3. Estudo de caso

4.1. Benefícios na gestão da monitorização das glicemias

Rivard et al., (2021) referem a importância dos sistemas abertos DIY e os dilemas na gestão dos serviços e dos prestadores de cuidados de saúde; o seu estudo permite gerar percepções no que respeita à qualidade e segurança da utilização destas soluções, nomeadamente do Nightscout Project, reconhecendo que o seu uso é marginal, mas tem despertado o interesse académico pela sua capacidade de inovação e pelo seu potencial na melhoria da gestão das glicemias. Ressalvando também, que ao providenciar um acesso real aos dados glicémicos, por exemplo em crianças com diabetes, permite aos pais assegurar a vigilância e ao mesmo tempo facilitar a gestão por parte dos cuidadores, reduzindo o impacto que a doença tem na vida dos mesmos e das crianças, “normalizando” o seu quotidiano.

Duke & Fredlock, (2020) mencionam precisamente esse aspoto: no seu artigo refletem a perspetiva dos pais e cuidadores, evidenciando que embora a diabetes tipo 1 não seja uma doença terminal é uma doença crónica que requer todos os recursos, conhecimentos e atenção disponíveis, tornando-se nas palavras dos autores, imperativo que os pacientes ou familiares tenham acesso a todas as ferramentas que possam melhorar a sua qualidade de vida. Referem também que com esta tecnologia, as famílias ganham flexibilidade, autonomia e capacidades, ajustando o sistema a várias situações, adaptando as ferramentas da aplicação conforme as suas necessidades, interligando inclusivamente as bombas de insulina num sistema em Loop fechado, obtendo um conjunto de informações alargadas, que por exemplo, não existem em nenhum outro sistema comercial.

Lee et al., (2017), elaboraram um estudo, especificamente direcionado a crianças e adolescentes, onde concluíram que 97% dos inquiridos utilizava CGM e que o Nightscout era mais predominante nas crianças entre os 6 e os 12 anos, do que nos restantes grupos etários. Lee et al., (2017) referem também que tanto para pacientes, cuidadores, profissionais de saúde e até para a indústria privada está a preparar-se uma transformação digital e uma transferência para a tecnologia móvel em cuidados de saúde; o Projeto Nightscout fornece um exemplo instrutivo do mundo real no desenvolvimento da tecnologia móvel para a saúde. Além disso, a história do Nightscout e o seu impacto potencial nos resultados, sugerem que as tecnologias DIY participativas, criadas por

pacientes e cuidadores, representam uma oportunidade poderosa para criar inovações nos cuidados de saúde.

Noutro estudo, Kebede & Pischke, (2019) identificam o Xdrip como sendo uma das apps para monitorização da glicose mais populares entre os utilizadores, e que a sua utilização é positivamente associada a uma melhor gestão da glicémia e desenvolvimento de estilos de vida mais saudáveis. Os autores mencionam a importância de uma possível prescrição adequada por parte dos profissionais de saúde e sugerem pesquisas futuras sobre este tema.

4.2. Avanços tecnológicos superiores aos sistemas comerciais

Flou, (2019) faz um estudo específico sobre a utilização de sistemas CGM, independentemente de serem ou não pagos, e descobriu através de um inquérito, que o Xdrip é a aplicação mais usada, como escolha de 38% dos inquiridos, e que 95% destes a utilizam frequentemente ao longo do dia. Funcionalidades da app, como por exemplo o registo da informação de hidratos de carbono ingeridos ou insulina administrada são apontadas, mas, ainda assim, indiscutivelmente, os alarmes são indicados como a funcionalidade mais importante.

Ng et al., (2020b) desenvolveu um estudo alargado sobre a evolução dos sistemas de monitorização de glicose, nomeadamente sobre a evolução tecnológica no Nightscout, e considera que o fato de o mesmo ser enriquecido pelos contributos da comunidade o torna mais propício à busca de respostas e consequentemente aos avanços tecnológicos. Conclui que a sua pesquisa pode ser aplicada a compreender outras inovações tecnológicas, e que o desenvolvimento das soluções DIY impulsionadas pelo próprio paciente/cuidador, por falta de respostas na vertente comercial de negócio, se pode traduzir numa nova abordagem à inovação médica. Conclui também que no caso concreto do Nightscout, os seus utilizadores tiveram acesso muito mais cedo a determinadas funcionalidades do que se tivessem esperado pelas soluções comerciais.

Niezen et al., (2016) estudaram e analisaram um conjunto de tecnologias em código aberto, nomeadamente o Xdrip, referindo que a abordagem de código aberto oferece uma combinação única de vantagens, incluindo redução de custos e inovação mais rápida. Concluem que ainda existem muitos desafios para que os sistemas de código aberto na saúde possam ser regulamentados, uma vez que os processos são longos e dispendiosos, sendo o crowdfunding uma das formas de reunir fundos para essa finalidade.

4.3. Estudo de caso

Braune et al., (2020) reportam a utilização off-label da app Xdrip em combinação com um sensor Dexcom, nos cuidados intensivos neonatais; O termo off-label, em contexto hospitalar, aplica-se maioritariamente à prescrição de medicamentos e implica o uso de terapêuticas para as quais não existe aprovação pelas respetivas entidades reguladoras; apesar da utilização off-label de alguns medicamentos e para casos específicos ser já uma prática desmistificada, a utilização de dispositivos médicos ainda tem poucos exemplos, sendo o recurso à tecnologia CGM uma exceção.

O Hiperinsulinismo, é uma doença rara e é a causa mais frequente de hipoglicemia persistente em recém-nascidos e lactentes, caracteriza-se pela produção anormal de insulina, a monitorização da glicémia tem uma importância fundamental na prevenção de danos cerebrais graves e/ ou até morte.

No caso reportado pelos autores, a monitorização com recurso ao sensor Dexcom e com recurso à aplicação do Xdrip, permitiu antever e reverter situações de hipoglicemias, Braune et al., (2020) verificam que a informação em tempo real permitiu compreender melhor os padrões glicémicos e antecipar hipoglicemias graves, enquanto a carga de procedimentos evasivos no paciente foi reduzida.

Assim, concluem que a sua utilização generalizada, sobretudo em pacientes neonatais e lactentes é benéfica na medida em que melhora a monitorização, permitindo uma melhor gestão da doença, e reduz as intervenções mais invasivas, aumentando substancialmente a qualidade de vida.

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Todos os autores confluem na importância do Nightscout ou do Xdrip para a melhoria da monitorização das glicémas, auto controlo e empoderamento dos pacientes; mencionam também os casos específicos em que os pacientes são crianças, o impacto que estas tecnologias têm na vida das mesmas e dos seus progenitores e/ou cuidadores, que ganham uma espécie de aliado, permitindo-lhes viver uma vida mais normal e regulada.

Também é referido e concluído pelos autores que o desenvolvimento destes sistemas DIY, ultrapassa em termos de avanços tecnológicos a própria oferta comercial, alavancado pelos insights de quem, efetivamente usa a tecnologia, e dela necessita no seu dia a dia, o que se traduz em inovações realmente necessárias e eficazes, ou seja, toda e qualquer melhoria nos sistemas apresentados é feita priorizando uma necessidade de saúde e não uma necessidade financeira.

Ao terem por base uma solução em código aberto, ambas recebem diversos contributos e participações da sociedade civil, aumentando os conhecimentos intrínsecos à tecnologia, melhorando-a e inovando-a constantemente, impulsionando os concorrentes também à melhoria das tecnologias que comercializam.

6. CONCLUSÃO

Assim, concluímos que estes exemplos de tecnologias em open-source, suportadas pela capacidade de computação na nuvem, oferecem novos modelos de negócio, potencialmente disruptivos, que espelham o verdadeiro conceito da tecnologia criada pela sociedade, e para a sociedade; Conceito amplamente verificado em ambas as ferramentas (Xdrip e Nightscout), provado não só pela melhoria significativa na qualidade de vida dos pacientes, mas também pela necessidade e pressão de inovação que vêm provocar nas outras soluções no mercado que, ou não estão disponíveis em todos os países, ou têm custos de manutenção elevados e sobretudo, não se apresentam tão desenvolvidas nem tão completas como os novos sistemas analisados. Por ser um tema tão recente e tão específico, existe uma escassez de artigos científicos sobre esta matéria, e essa poderá ser considerada uma limitação ao trabalho apresentado. Ainda assim, esperamos ter contribuído com uma agregação dos resultados já existentes e esperando que o tema possa continuar a ser discutido abertamente.

7. REFERÊNCIAS

Beckman, D., Reehorst, C. M., Henriksen, A., Muzny, M., Årsand, E., & Hartvigsen, G. (2016). Better glucose regulation through enabling group-based motivational mechanisms in cloud-based solutions like Nightscout. *International Journal of Integrated Care*, 16(5), 4. <https://doi.org/10.5334/ijic.2548>

Braune, K., Wäldchen, M., Raile, K., Hahn, S., Ubben, T., Römer, S., Hoeber, D., Reibel, N. J., Launspach, M., Blankenstein, O., & Bührer, C. (2020). Open-source technology for real-time continuous glucose monitoring in the neonatal intensive care unit: Case study in a neonate with transient congenital hyperinsulinism. *Journal of Medical Internet Research*, 22(12). <https://doi.org/10.2196/21770>

Duke, M. D., & Fredlock, A. A. (2020). Do-It-Yourself (DIY) Systems in Diabetes: A Family and Provider Perspective. In *Journal of Diabetes Science and Technology* (Vol. 14, Issue 5, pp. 917–921). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/1932296820906204>

Flou, L. (2019). Examensarbete Exploring how users perceive and interact with continuous glucose monitoring software.

Kebede, M. M., & Pischke, C. R. (2019). Popular diabetes apps and the impact of diabetes app use on self-care behaviour: A survey among the digital community of persons with diabetes on social media. *Frontiers in Endocrinology*, 10(MAR). <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00135>

Kublin, O. P., & Stępień, M. (2020). The Nightscout system – description of the system and its evaluation in scientific publications. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 26(3), 140–148. <https://doi.org/10.5114/pedm.2020.95621>

Lee, J. M., Newman, M. W., Gebremariam, A., Choi, P., Lewis, D., Nordgren, W., Costik, J., Wedding, J., West, B., Gilby, N. B., Hannemann, C., Pasek, J., Garrity, A., & Hirschfeld, E. (2017). Real-World Use and Self-Reported Health Outcomes of a Patient-Designed Do-it-Yourself Mobile Technology System for Diabetes: Lessons for Mobile Health. *Diabetes Technology and Therapeutics*, 19(4), 209–219. <https://doi.org/10.1089/dia.2016.0312>

Ng, M., Borst, E., Garrity, A., Hirschfeld, E., & Lee, J. (2020a). Evolution of Do-It-Yourself Remote Monitoring Technology for Type 1 Diabetes. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 14(5), 854–859. <https://doi.org/10.1177/1932296819895537>

Niezen, G., Eslambolchilar, P., & Thimbleby, H. (2016). Open-source hardware for medical devices. *BMJ Innovations*, 2(2), 78–83. <https://doi.org/10.1136/bmjjinnov-2015-000080>

Rivard, L., Lehoux, P., & Alami, H. (2021). “it's not just hacking for the sake of it”: A qualitative study of health innovators' views on patient-driven open innovations, quality and safety. *BMJ Quality and Safety*, 30(9), 731–738. <https://doi.org/10.1136/bmjqqs-2020-011254>

Wikipedia. (2024). Wikipedia-Nightscout. Acedido em 09 de fevereiro de 2024. Disponível em <https://en.wikipedia.org/wiki/Nightscout>