



**Posicionamento Oficial SBD nº 02/2024**

**POSICIONAMENTO DA SBD SOBRE A  
UTILIZAÇÃO DE ALARMES EM SENSORES DE  
GLICOSE PARA PESSOAS COM DIABETES**

## AUTORES

- Melanie Rodacki
- Marcio Krakauer
- André Gustavo Daher Vianna
- Denise Franco
- Levimar Rocha Araujo
- Luis Eduardo Calliari
- Mauro Scharf
- Monica Gabbay
- Rodrigo Lamounier
- Solange Travassos

## DIRETORIA

- Presidente | Ruy Lyra da Silva Filho
- Vice-Presidente | João Eduardo Nunes Salles
- Vice-Presidente | Marcello Casacia Bertoluci
- Vice-Presidente | Reine Marie Chaves Fonseca
- Vice-Presidente | Saulo Cavalcanti da Silva
- Vice-Presidente | Solange Travassos de Figueiredo Alves
- 1º Tesoureiro | Fernando Valente
- 2º Tesoureiro | Silmara Aparecida de Oliveira Leite
- 1º Secretário | Maria Edna de Melo
- 2º Secretário | Nelson Rassi
- Conselho Fiscal | Andre Gustavo Daher Vianna
- Conselho Fiscal | Geisa Maria Campos de Macedo
- Conselho Fiscal | João Modesto Filho
- Conselho Fiscal | Domingos Augusto Cherino Malerbi

## 1. INTRODUÇÃO

A Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) reconhece a importância do monitoramento glicêmico para o manejo eficaz do diabetes mellitus (DM). Nesse contexto, os sensores para monitorização contínua de glicose (CGM) têm se tornado ferramentas cada vez mais utilizadas, oferecendo aos pacientes uma visão mais abrangente de seus níveis de glicose ao longo do dia do que a medida das glicemias capilares, bem como a possibilidade de avaliação e interpretação dessas variações pelos profissionais de saúde. Uma das funcionalidades mais relevantes desses dispositivos é a capacidade de gerar alarmes quando os valores glicêmicos ultrapassam limites predefinidos, alertando o paciente sobre a necessidade de intervenções imediatas. Esses alarmes são opcionais e podem ser personalizados de acordo com as necessidades, estilo de vida e preferências de cada paciente.

Estudos científicos publicados nos últimos anos comprovam o impacto dos alarmes em sensores de glicose na melhora do controle glicêmico e na redução do risco de hipoglicemias em pacientes com diabetes (1,2), reforçando o papel dos alarmes como ferramentas valiosas para o manejo do DM. Paralelamente, estudos de qualidade de vida sugerem que a utilização de alarmes possa trazer alguns desafios, que sua configuração deva ser individualizada e que os seus benefícios devam ser avaliados evolutivamente (3).

A utilização de CGM com alarmes está em concordância com as diretrizes mais recentes de entidades internacionais. As Diretrizes de Cuidados para Diabetes 2024 da American Diabetes Association (ADA) (4) e as Diretrizes de Manejo do Diabetes Mellitus em Crianças e Adolescentes 2022 da International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) (5) reconhecem o CGM como um instrumento importante para o manejo do DM e recomendam seu uso em diversas situações.

Como os sensores com alarmes se tornaram disponíveis recentemente no Brasil e há necessidade de orientação de profissionais de saúde quanto ao uso racional destes equipamentos, a SBD julgou essencial emitir um posicionamento acerca deste assunto.

## 2. TECNOLOGIA DOS SENSORES DE GLICOSE

Sensores de monitoramento contínuo de glicose são dispositivos inseridos no tecido subcutâneo do paciente, que podem ser classificados em dois grupos: CGM em tempo real (rtCGM) e CGM de escaneamento intermitente (isCGM). Cada um tem suas características únicas, métodos de funcionamento e vantagens específicas (6). A escolha do sensor depende das necessidades individuais de cada paciente, suas preferências e estilo de vida. As características de cada modelo estão descritas na tabela 1.

O termo MARD (Mean Absolute Relative Difference ou diferença média relativa absoluta) é utilizado para mensurar a precisão dos sensores, apesar de haver limitações. Quanto menor o MARD, maior a acurácia e precisão e valores < 10% são considerados ideais (7). Como os sensores medem a glicose no líquido intersticial, há um atraso natural entre os níveis de glicose no sangue e os mensurados pelos sensores. Os usuários devem estar cientes dessa diferença ao tomar decisões sobre o manejo do diabetes (8).

As setas de tendência geradas pelos sensores podem auxiliar na tomada de decisões, pois estimam as variações de glicose ao longo dos próximos minutos. A SBD já se posicionou previamente sobre a utilização das setas de tendência (9).

Os principais tipos de sensores disponíveis no Brasil estão descritos na Tabela 1.

NOME	FreeStyle Libre 2 plus	Minimed Guardian Sensor 3	Minimed Guardian Sensor 4	Smart MedLevensohn Sensor G7-S01 (AiDEX)
<b>Fabricante</b>	Abbott	Medtronic	Medtronic	Microtech Medical (Hangzhou) Co., Ltd.
<b>MARD (%)</b>	Adultos: 8.2%	Adulto: 8.7% (braço)	Adulto: 10,6 % (braço)	9,8 %* (avaliado do dia 2 ao dia 14 do uso do sensor)
	Pediatria: 8.1%	Pediatria: 8,7% (braço)	Pediatria: 11,6 % (braço)	
	(Dia 1 ao Dia 15)			
<b>Duração (dias)</b>	Até 15 dias	Até 07 dias	Até 07 dias	Até 14 dias
<b>Transmissor</b>	Sensor e transmissor Integrado	Compatível com o transmissor da Medtronic (MMT7910), recarregável e duração de até 12 meses.	Compatível com o transmissor da Medtronic (MMT7840), recarregável e duração de até 12 meses.	Compatível com o transmissor G7-T01, recarregável e com duração de até 4 anos.
<b>Tecnologia de transmissão</b>	NFC e Bluetooth de baixa energia (BLE)	Bluetooth™** (BLE)	Bluetooth™** (BLE)	Bluetooth™** (BLE)
<b>Calibração</b>	Fábrica, sem necessidade de calibração com glicemia capilar (iCGM)	2-3 vezes por dia	Sem calibração	Calibração de fábrica
<b>Leitor</b>	Ainda não disponível no Brasil	Dados enviando automaticamente para tela do SM780G.	Dados enviando automaticamente para tela do SM780G.	Dados enviados para o aplicativo AiDEX
<b>App / Web</b>	LibreLink	CareLink™ Personal, App MiniMed™ Mobile (usuários do SM780G)	CareLink™ Personal, App MiniMed™ Mobile (usuários do SM780G)	Aidex
<b>Plataforma para HCP</b>	LibreView	CareLink™ System	CareLink™ System	
<b>Plataforma para cuidador</b>	LibreLinkUp	App CareLink™ Connect	App CareLink™ Connect	
<b>Local de aplicação do sensor</b>	Região posterior superior do braço	Até 13 anos: Recomendado o uso do abdômen e nádegas. Acima de 14 anos: Recomendado o uso de braço e abdômen.	Até 17 anos: Recomendado o uso do abdômen e nádegas. Acima de 18 anos: Recomendado o uso de braço e abdômen.	Até 17 anos: Recomendado o uso do abdômen e nádegas. Acima de 18 anos: Recomendado o uso de braço e abdômen.
<b>Idade</b>	A partir de 2 anos	A partir de 2 anos	A partir de 7 anos	A partir de 2 anos
<b>Gestante</b>	Sim	Sim	Sim	Não
<b>Tempo de transmissão de dados (min)</b>	1 minuto	1 minuto	1 minuto	5 minutos
<b>Bluetooth (metros)</b>	6 metros	1,8 m do transmissor para a bomba e 6 m da bomba para o App MiniMed™ Mobile	1,8 m do transmissor para a bomba e 6 m da bomba para o App MiniMed™ Mobile	2,0 m do transmissor para o App Aidex

## A. TIPOS DE SENSORES

### A1. CGM em tempo real (rtCGM)

Consiste em um sensor, um transmissor que envia os dados para um dispositivo receptor (como um monitor/leitor ou smartphone) e um software para análise dos dados. Os rtCGMs medem a glicose no fluido intersticial a cada 1-5 minutos, fornecendo dados em tempo real. Isso permite que os usuários visualizem tendências da glicose, o que auxilia na tomada de decisões quanto ao manejo do DM (10). Exemplos comuns incluem os sistemas Medtronic Guardian® (ligado à bomba de insulina 780G), Dexcom G6 ou G7® (EUA), o Freestyle Libre 2 Plus®, o FreeStyle Libre 3, e o SmartMed Levensohn®. Os sensores Dexcom e o FreeStyle Libre 3 não estão disponíveis no Brasil.

No Freestyle Libre 2 Plus®, é necessário escaneamento do sensor para começar a leitura, mas, a seguir, os dados são continuamente transmitidos por Bluetooth para o smartphone. O escaneamento deve ser realizado ainda em momentos de perda de sinal do Bluetooth, para recuperar os dados armazenados no sensor. As leituras ficam armazenadas por até 8 horas, em caso de perda de sinal.

### A2. CGM de escaneamento intermitente (isCGM)

Os sensores isCGM não transmitem dados de forma contínua, mas permitem que os usuários obtenham uma leitura de glicose ao escanear o sensor com um dispositivo leitor. São exemplos dessa modalidade o FreeStyle Libre® 1 e 2 ou 2 Plus quando usados apenas com leitor e sem o aplicativo para smartphone. Os iCGM oferecem uma alternativa aos rtCGMs e são simples, confortáveis e geralmente mais acessíveis do que os rtCGMs, considerando o custo dos produtos. No Freestyle Libre 1, a medida de glicose aparece no leitor ou visor do smartphone apenas quando há escaneamento do sensor. O gráfico das últimas 8 horas e a seta indicando a direção e velocidade de alteração de glicose também são exibidos, porém não há alarmes. Os sensores Freestyle Libre 2 ou 2 Plus, quando usados apenas com o leitor externo, sem o aplicativo para smartphone, não permitem transmissão automática por Bluetooth e por isso não são reconhecidos como rtCGM, mas dispõem de alarmes opcionais.

## B. FATORES QUE PODEM INTERFERIR NOS RESULTADOS DOS SENSORES

### B1. Interferentes Fisiológicos nos sensores

- Hiperglicemia: Níveis elevados de glicose, comumente detectados em pacientes com HbA1c muito alta, podem afetar a calibração dos sensores (11).
- pH e Temperatura da Pele: Mudanças no pH e na temperatura da pele podem influenciar as leituras dos sensores, uma vez que a difusão da glicose pode ser alterada (12).
- Desidratação: A desidratação pode reduzir o volume de fluido intersticial, impactando as leituras dos sensores (13).

## **B2. Interferência de Outras Substâncias**

- Substâncias como paracetamol, ácido ascórbico (vitamina C), hidroxiureia e salicilatos podem interferir com as enzimas ou causar interferência no potencial elétrico medido por alguns sensores, resultando em leituras imprecisas (14).
- Os fatores interferentes não são os mesmos para os diferentes tipos de sensor. Informações detalhadas sobre esses fatores, para cada modelo, devem ser consultadas com o fabricante.

## **B3. Interferentes Externos**

- Interferência Eletromagnética: Fontes de interferência eletromagnética, como dispositivos eletrônicos e campos magnéticos fortes, podem afetar a precisão dos sensores (15).
- Descolamento do Sensor: O sensor pode descolar da pele devido à umidade, suor ou movimentos, resultando em leituras incorretas (16).
- Fatores Ambientais: Exposição a temperaturas extremas, umidade elevada ou baixa, e pressão atmosférica podem impactar a precisão dos sensores (17).

## **B4. Interferentes Mecânicos**

- Compressão do Sensor: Pressão excessiva sobre o sensor, por exemplo, durante o sono, pode causar leituras falsas, frequentemente conhecidas como "hipoglicemias de compressão". (18)
- Localização do Sensor: A escolha do local onde o sensor é aplicado (abdômen, braço, coxa, nádegas) pode influenciar as leituras devido à variação na perfusão sanguínea e na difusão da glicose (19). Alguns sensores são aprovados para uso em diferentes localizações, enquanto outros são aprovados para uso apenas no braço.

## **B5. Interferentes Relacionados ao Dispositivo**

- Calibração: Sensores que requerem calibração manual podem ser menos precisos se não forem calibrados corretamente. Os sensores com calibração de fábrica geralmente têm resultados mais consistentes, mas ainda podem ser afetados por variações individuais.
- Vida Útil do Sensor: Sensores têm uma vida útil limitada e a precisão pode diminuir à medida que se aproximam do final de seu período de uso. Alguns tentam estender a vida útil dos sensores e podem, com isso, comprometer os resultados (20).

### 3. FUNDAMENTOS DOS ALARMES

Os alarmes alertam em tempo real para a presença de situações potencialmente graves e que necessitam de atenção imediata. Dessa forma, permitem mais segurança e maior qualidade de vida para pessoas com diabetes. Na configuração, pode ser feita a opção de usar no modo vibratório ou sonoro, com tipos diferentes de sons, o que pode tornar o uso mais confortável e evitar a fadiga associada a excesso de alarmes desagradáveis.

Os principais tipos de alarmes incluem:

- Alarmes de Hipoglicemia: Alertam os usuários quando os níveis de glicose caem abaixo de um limite predefinido, indicando hipoglicemia potencial ou iminente. Esses alarmes são críticos, porque a hipoglicemia, se não for tratada rapidamente, pode levar a sintomas graves, como confusão mental, crise convulsiva e perda de consciência e coma (21).
- Alarmes de Hiperglicemia: Disparam quando os níveis de glicose excedem um limite pré-definido, ajudando os usuários a gerenciarem a hiperglicemia de forma mais eficaz. A hiperglicemia persistente pode levar a complicações, como cetoacidose diabética (CAD) ou estado hiperglicêmico hiperosmolar (EHHNC), que exigem atenção médica urgente (21).
- Alarmes de perda de sinal: Quando presentes, alertam o usuário se houver perda do contato entre o sensor e o leitor (celular ou bomba de insulina). Trata-se de recurso importante pois a perda do sinal impede o funcionamento normal do sistema (21).

### 4. IMPACTO CLÍNICO DO USO DE ALARMES NO CGM

A monitorização contínua da glicemia (CGM) tem melhorado o gerenciamento do diabetes e pode reduzir as complicações da doença a longo prazo. Os alarmes presentes nos CGMs têm o objetivo de melhorar o controle glicêmico, porém é razoável questionar se teriam efeito perturbador, o que comprometeria a qualidade de vida dos usuários.

Alguns estudos clínicos investigaram o impacto dos alarmes em métricas de controle da glicose e qualidade de vida. De um modo geral, estudos que investigaram a troca de monitorização de glicose com CGM sem alarme ou com glicemias capilares pelo CGM com alarmes identificaram menor frequência de hipoglicemia, redução de hemoglobina glicada (de cerca de 0,5 ponto percentual), maior tempo no alvo (de 4 a 12 pontos percentuais) e melhora da qualidade de vida (22-32).

O uso do CGM com alarmes, em pessoas com DM1, resultou em uma pontuação total do Diabetes Treatment Satisfaction Questionnaire (DTSQ) mais alta do que em pacientes em uso de monitorização de glicose no sangue capilar, sem alarmes (27). O mesmo ocorreu quando a troca de CGM sem alarmes por um sistema com alarmes foi avaliada (25,28). O efeito benéfico no controle glicêmico ocorreu especialmente em pacientes mais jovens e com níveis iniciais mais altos de HbA1c. Os participantes mais jovens parecem ter uma redução maior na hemoglobina glicada, no tempo acima do alvo e na glicose média, enquanto os participantes mais velhos parecem ter um benefício maior na redução da hipoglicemia.

Os alarmes de glicose baixa reduzem a frequência de episódios de hipoglicemia, duração de hipoglicemia e, especialmente, hipoglicemias noturnas, graves e assintomáticas. O benefício é maior quando um limite mais elevado para o alarme é selecionado. Entretanto, selecionar um limite alto para essa modalidade de alarme também pode levar a um aumento da glicose média e piora da hemoglobina glicada (33). Os participantes que mais se beneficiam do alarme de glicose baixa parecem ser os mais propensos a hipoglicemia. Uma redução da preocupação com hipoglicemia também foi relatada (34).

Alarmes de glicose alta ajudam a proteger os pacientes com DM de hiperglicemias significativas e emergências hiperglicêmicas. Definir esses alarmes em níveis mais baixos, melhora o controle glicêmico, aumenta o tempo no alvo, mas pode aumentar o risco de hipoglicemias. Não foi demonstrado impacto negativo significativo nos parâmetros do sono de crianças e adolescentes usuários de CGM com alarmes ou de seus pais. Melhora na qualidade de vida e da satisfação com o tratamento foram relatadas pelos usuários ou seus pais com uso de CGM com alarmes (28).

## 5. CONFIGURAÇÃO E PERSONALIZAÇÃO DE ALARMES

A configuração dos alarmes deve ser individualizada. Crianças e adolescentes podem necessitar de configurações de alarme diferentes de adultos, devido à dinâmica variável da glicose e aos níveis de atividade. Da mesma forma, mulheres grávidas com diabetes podem se beneficiar de alarmes que ajudam a manter um controle glicêmico mais rigoroso para prevenir complicações tanto para a mãe quanto para o feto.

Não existem diretrizes formais para a seleção dos limites para alarmes de hipoglicemia e hiperglicemia para pessoas com diabetes. Na maioria dos estudos clínicos citados previamente, que demonstraram benefícios com os alarmes, limites entre 70 a 80 mg/dL e entre 200 a 250 mg/dL foram estabelecidos, respectivamente, para alarmes de hipo e hiperglicemia, respectivamente. Limites mais altos para o alarme de hipoglicemia têm maior impacto na redução de hipoglicemia. Limites mais baixos para o alarme de hiperglicemia são associados a maior redução de hemoglobina glicada e maior tempo no alvo. Por outro lado, limites muito rígidos, para ambos, levam a um aumento do número de alarmes, o que pode trazer um incômodo para a vida diária. Sugerimos que as escolhas dos alarmes sejam realizadas em conjunto, pela equipe de saúde e a própria pessoa que usa o dispositivo. No quadro 1, sugerimos configurações formuladas de acordo com um grupo de experts, autores desse posicionamento:

### Quadro 1: Sugestões para início de configuração de alarmes

- Alarmes a serem ativados: Na maioria dos casos, os alarmes de glicose baixa e de perda de sinal devem ser ativados inicialmente. Sugerimos ativar o alarme de glicose alta após alguns dias, conforme a adaptação do paciente.
- Alarmes de hipoglicemia: Os alarmes de glicose baixa geralmente devem ser iniciados entre 70 e 80 mg/dL. Em populações vulneráveis, como crianças abaixo de 6 anos de idade e idosos frágeis, valores de 70 a 85 mg/dL podem ser usados inicialmente. Pacientes com hipoglicemia noturna frequente podem se beneficiar de definir limites de alarme de hipoglicemia mais altos à noite. Os alarmes são muito úteis para reduzir a possibilidade de uma hipoglicemia grave durante o sono, trazendo uma maior tranquilidade para os pais e familiares. Entretanto, alarmes muito frequentes podem ter efeito perturbador. Caso haja alarmes frequentes, um nível de glicose mais baixo para o alarme de hipoglicemia pode ser considerado. Além disso, o tratamento deve ser ajustado para diminuir a incidência de hipoglicemia.
- Alarmes de hiperglicemia: Os alarmes de glicose alta devem ser ligados especialmente para as pessoas que necessitam um controle mais rígido dos episódios hiperglicêmicos, como gestantes e pessoas que apresentam maior risco de cetoacidose. Sugerimos iniciar o uso desse alarme com o limite entre 200 e 250 mg/dL. Caso haja desejo e necessidade de controle glicêmico mais rígido, esse número pode ser diminuído, de forma individualizada. Para pacientes com hemoglobina glicada elevada (acima de 8,5%), inicialmente sugere-se configurar o alarme de glicose alta entre 250-300 mg/dL, com ajustes subsequentes de acordo com a adaptação de cada paciente. Pessoas com hiperglicemia pós-prandial podem precisar de limites de alarme de hiperglicemia mais baixos, para correção dessa alteração. Mudanças no nível estabelecido para alarme de hiperglicemia devem ser feitos, periodicamente, de forma personalizada, de acordo com necessidades individuais e objetivos. Caso haja alarmes frequentes de glicose alta, deve ser feita reavaliação do esquema terapêutico.
- Gestação: Não há estudos abordando diretamente os benefícios de cada faixa de alarme de hipo ou hiperglicemia na gestação. Entretanto, nessa fase o controle glicêmico deve ser rígido, o que pode aumentar o risco de hipoglicemias. O alvo estabelecido para avaliação da porcentagem de tempo no alvo na gestação é de 63 a 140 mg/dL (35). Valores próximos a essa meta podem ser programados como limites de alarmes de hipo e hiperglicemia, respectivamente. Valores mais rígidos podem ser estabelecidos em casos individuais, desde que haja orientação adequada e criteriosa sobre como proceder em caso de alarmes de hipo ou hiperglicemia. O uso excessivo, repetido e inadequado de insulina para correção de hiperglicemias leves fora das refeições, na gestação, pode gerar hipoglicemias graves iatrogênicas. Entretanto, alarmes rígidos de hiperglicemia, nessa fase, podem ser utilizados para orientação quanto a mudanças de comportamento, como escolhas alimentares e atividade física. Os limites dos alarmes podem ser reajustados ao longo da gestação de forma individualizada.
- Alarme de perda de sinal: o sinal pode ser perdido devido à distância entre o usuário e o seu smartphone ou por interferências com o sinal Bluetooth. O alarme de perda de sinal deve estar sempre ativado, pois se o smartphone estiver fora do alcance do sensor, não será possível receber os valores de glicose aferidos a cada minuto, nem os alarmes de hipoglicemia ou hiperglicemia desejados.
- Deficiências auditivas: Nas pessoas com deficiência auditiva, especialmente idosos, alarmes sonoros mais altos ou vibrações mais fortes devem ser preferidos, para garantir a percepção do alarme.

## 6. RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS ADICIONAIS PARA USO RACIONAL DOS ALARMES

Educação em diabetes, especificamente sobre o monitoramento contínuo da glicose (CGM), é essencial para os usuários desse sistema, especialmente para o início de uso dos alarmes. Um estudo com 453 pessoas com diabetes (86% DM1), com dados de mundo real avaliou a utilização de alertas e alarmes de glicose. Pessoas que receberam educação específica sobre CGM tiveram maior probabilidade de usar regularmente alertas de baixa de glicose (OR=5,43;  $p<0.001$ ), alarmes de glicose alta (OR 2,03;  $p=0.027$ ) e eram mais propensas a reagir imediatamente a alertas de baixa glicose (OR=5,23;  $p<0,001$ ) (36). Alguns cuidados essenciais para iniciar o uso de alarmes são descritos no quadro 2.

### Quadro 2: Cuidados ao iniciar o uso de alarmes

- **Educação do Paciente:** Explicar a importância dos alarmes e como eles podem ajudar no manejo do diabetes. Oferecer treinamento contínuo sobre o uso do CGM e interpretação dos dados.
- **Apoio Psicológico:** Abordar medos e preocupações relacionadas aos alarmes, ajudando os pacientes a se adaptarem ao uso do CGM.
- **Incentivar uma abordagem gradual** para a ativação de alarmes, especialmente para aqueles que são inicialmente resistentes.
- **Revisões Regulares:** Realizar revisões periódicas dos dados de glicose e ajustes dos alarmes conforme necessário. Utilizar relatórios de dados para identificar padrões e ajustar os limites de alarme de maneira personalizada.
- **Alarmes para usuário vs alarmes para cuidador:** Alguns sistemas, como o FreeStyle Libre, oferecem a possibilidade de uma outra pessoa (cuidador) receber os alarmes em seu smartphone. Deve-se oferecer a opção de programar alarmes de modo independente entre usuário e cuidador, para evitar a “fadiga dos alarmes” assim como o “constrangimento do alarme”, comum entre adolescentes, especialmente na escola, para que o usuário não se torne o foco de atenção dos colegas. Embora a ocorrência de fadiga de alarme tenha sido significativamente reduzida com a melhora da precisão do CGM, vale uma abordagem gradual, começando com as funções de alerta mais importante para aquele paciente e/ou deixar ativo o alarme do cuidador e não o do paciente, se assim ele desejar, por exemplo. Os alarmes também podem ser configurados em valores diferentes para o usuário e o cuidador.

Durante a orientação do paciente para uso de alarmes, é importante rever aspectos técnicos da utilização de sensores, para otimizar os resultados, indicados no quadro 3 (37-40).

### Quadro 3: Conceitos que precisam ser reforçados na educação de pacientes ao iniciar os alarmes

- Aplicação correta do sensor: O preparo do sensor deve ser feito em superfície firme, com instalação em locais adequados especificados pelos fabricantes, após higiene apropriada.
- Uso de adesivo: Não há necessidade de adesivo sobre o sensor, mas ele poderá ser utilizado de acordo com preferências pessoais, em atletas ou crianças pequenas. Há opções de filme transparente ou adesivos comerciais.
- Orientação sobre o período de warm up inicial, em geral em torno de 1h após a instalação, e das medidas diferentes entre glicemia capilar e intersticial em momentos de rápida mudança, como período pós-prandial e após exercício.
- Orientação sobre a possibilidade de “hipoglicemia por compressão” no período noturno, ao deitar-se sobre o braço durante muito tempo, com rápida resolução ao mudar de posição, mesmo durante o sono.

### Quadro 4: Como reagir a um alarme de hiperglicemia

- Rever se há razões para o alarme ter aparecido, como falta de aplicação de insulina, uso de bolus de insulina após a refeição, mudanças no padrão alimentar, início de alguma doença, stress ou, para usuários de bomba de insulina, problemas no set de infusão.
- Para usuários de insulina em esquema basal-bolus, uma dose extra de insulina em bolus pode ser programada para essa situação. Entretanto, bolus excessivos e frequentes devem ser evitados, especialmente no período pós-prandial (até cerca de duas horas após a refeição), pelo risco de hipoglicemia.
- Nos pacientes em uso de bomba de insulina em sistema híbrido automatizado (Medtronic 780G), recomendamos não aplicar insulina adicional, na ocorrência de um alarme de glicose alta, mantendo a infusão de insulina de acordo com o algoritmo automatizado da bomba. Caso a glicose se mantenha alta de forma persistente, a equipe assistente deve ser contactada e a possibilidade de cetoacidose deve ser avaliada. Nesse caso, pode ser necessária mudança temporária do esquema de infusão de insulina (41).

### Quadro 5: Como reagir a um alarme de hipoglicemia

- Se o nível do alarme estiver programado para valores compatíveis com hipoglicemia, deve ser feito o tratamento habitual com carboidratos simples.
- Se o alarme estiver programado para níveis um pouco mais altos (fora da faixa de hipoglicemia), não é necessário tratamento imediato com carboidratos simples, mas é importante educar o paciente sobre como prevenir a hipoglicemia e observar as setas de tendência. Se houver glicose dentro da normalidade com seta de tendência direcionada para baixo, é prudente orientar a ingestão de carboidratos. Por outro lado, se a glicose estiver próxima ao limiar para hipoglicemia, porém acompanhada de uma seta de tendência estável ou direcionada para cima, na maioria dos casos, a conduta mais prudente é acompanhar as variações de glicose ao longo do tempo e aguardar.

## 7. DESAFIOS E LIMITAÇÕES

Os sistemas de gerenciamento de glicose e seus alarmes são ferramentas muito úteis para o tratamento do diabetes, mas alguns pontos merecem atenção para a implementação e o melhor aproveitamento da tecnologia.

Os sensores de glicose são utilizados no líquido intersticial e podem ter um pequeno atraso em relação às leituras de glicose no sangue capilar. Isso significa que as leituras e os alarmes podem não refletir imediatamente mudanças rápidas na glicose. A precisão das leituras de glicose e, conseqüentemente, dos alarmes também pode variar devido a fatores como calibração inadequada, interferências ambientais, e localização do sensor, conforme detalhado na seção 2. Sensores com defeito e falhas na conectividade podem resultar em problemas na emissão dos alarmes. Todas essas situações precisam ser conhecidas pelo usuário, para aumentar sua atenção e minimizar os riscos, devendo a glicemia capilar estar disponível para eventual confirmação dos valores.

Para uso do alarme, o paciente e seus familiares devem receber treinamento abrangente, conforme detalhado na seção 5, e participar ativamente da programação dos alarmes. A personalização dos alarmes é um ponto fundamental para o sucesso do tratamento. É importante definir quais alarmes devem estar ativos, escolher os limites de glicose alta e baixa para acionamento, o tipo e o volume dos alarmes a serem utilizados, além de entender como utilizar as configurações de silenciamento temporário e alteração dos limites em situações especiais. Caso não haja um cuidado nestas definições, os alarmes podem se tornar uma fonte de aborrecimento e perturbar a vida diária do usuário e de seus familiares. É importante ressaltar que pessoas que vivenciam alarmes frequentes, muitas vezes ficam sobrecarregadas, cansadas e passam simplesmente a silenciar o alarme, sem resposta adequada (42-44). Um acionamento frequente, com interrupção de atividades diárias e do sono, causa um impacto psicológico negativo, com ansiedade, estresse e prejuízo na qualidade de vida, além de interrupção do uso.

Além da “fadiga do alarme”, há também o problema do “constrangimento do alarme” em situações como reuniões de trabalho ou atividades escolares. Por outro lado, alarmes bem ajustados podem proporcionar conforto e segurança, alertando os indivíduos para níveis baixos ou altos de glicose em tempo hábil, reforçando assim uma sensação de segurança, principalmente no que se refere à hipoglicemia.

Considerando os equipamentos disponíveis no país, os aparelhos celulares precisam ter NFC (Free Style Libre 1), NFC e Bluetooth no caso do FreeStyle Libre 2 Plus e apenas o Bluetooth para o Guardian CGM. Os alarmes e os dados podem ser compartilhados com os cuidadores. A conexão é indispensável para o acionamento dos alarmes e para o compartilhamento, por isso os aplicativos precisam ficar permanentemente abertos em segundo plano, sendo obrigatória a proximidade entre o celular e o sensor para que os dados sejam transmitidos para a nuvem, possibilitando a visualização dos responsáveis e da equipe médica. Com o distanciamento do aparelho, a conexão é perdida e pode ser acionado um alarme de perda de conexão, que também pode ser bem incômodo se acionado com frequência. A recomendação de não utilizar telefones celulares em ambiente escolar pode ser uma barreira ao uso de rtCGM no ambiente escolar. O médico assistente deve emitir um laudo informando sobre a necessidade de uso de aparelho celular e acesso a tecnologia no ambiente escolar.

## 8. CONCLUSÕES E DIREÇÕES FUTURAS

Os alarmes são ferramentas úteis para a melhora do controle da glicose em pessoas com diabetes que utilizam CGM. O uso dos alarmes na prática clínica pode melhorar a qualidade de vida, o tempo no alvo, e os tempos em hipo e hiperglicemia. Alarmes para hipoglicemia são especialmente indicados para redução de episódios de hipoglicemia, inclusive os graves e noturnos, porém limites muito rígidos (altos) podem levar a aumento da glicose média e redução de tempo no alvo. Alarmes de hiperglicemia contribuem para o aumento de tempo no alvo e redução de hemoglobina glicada, porém limites excessivamente rígidos (baixos) podem acarretar aumento de hipoglicemia. Limites muito rígidos na configuração de alarmes também podem provocar “fadiga dos alarmes” e constrangimento, que podem levar a uma desistência de seu uso e decisões equivocadas sobre saúde. Ainda não há estudos clínicos avaliando quais são os limites ideais de alarmes em diferentes perfis de pacientes, mas esse painel de especialistas sugere iniciar o uso de alarmes em não gestantes com valores de 70 a 80 mg/dL. Para crianças pequenas e idosos frágeis, recomendamos utilizar valores de 70 a 85 mg/dL, de forma individualizada. Como limite para alarme de hiperglicemia, recomendamos iniciar com valores entre 200 a 250 mg/dL para pessoas com  $HbA1c \leq 8,5\%$  e entre 250 e 300 para aqueles com  $HbA1c > 8,5\%$ . Para gestantes, ainda não há informações suficientes para recomendação de faixas específicas de alarmes de hipo ou hiperglicemia, mas é razoável recomendar que esses sejam ajustados em valores próximos aos limites da faixa de glicose estabelecidos para o tempo no alvo durante a gestação (63 a 140 mg/dL). Níveis mais rígidos podem ser selecionados visando prevenção de hipoglicemia e mudanças de comportamento, desde que haja orientação adequada e criteriosa para evitar uso excessivo de insulina para correção de hiperglicemia, de forma repetida e fora das refeições, o que levaria a um risco superior ao potencial benefício, além de poder favorecer o aparecimento de “fadiga de alarmes”. Os usuários devem explorar, sob supervisão médica, quais são os limiares de alarme mais úteis para o seu dia a dia. Além disso, é necessário capacitar as pessoas com diabetes, para que saibam usar adequadamente os alarmes do CGM e tenham benefícios com seu uso, sem que isso leve a ansiedade e sobrecarga emocional desnecessárias.

Finalmente, a incorporação do sensor de monitoramento contínuo de glicose foi uma grande alavanca tecnológica na transformação do tratamento das pessoas com diabetes, especialmente com DM1 em insulino terapia intensiva, nos permitindo chegar hoje aos sistemas automatizados de infusão de insulina. A utilização dos alarmes adiciona benefícios ao tratamento e deve ser incorporada, respeitando a individualização na definição dos valores. A SBD considera muito importante que o acesso a essa tecnologia seja ampliado, permitindo que todos os pacientes com DM que necessitem de CGM no Brasil possam utilizá-lo.

## 9. REFERÊNCIAS

1. Alberti, K. G., Heiss, A., Holman, R. P., Ross, S. A., Tuomilehto, J., & Nathan, D. M. (2021). Continuous glucose monitoring versus self-monitoring of blood glucose for glycemic control in adults with type 2 diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care*, 44(1), 133-143.
2. González-Vidal T, Rivas-Otero D, Agüeria-Cabal P, Ramos-Ruiz G, Delgado E, Menéndez-Torre E. Continuous Glucose Monitoring Alarms in Adults with Type 1 Diabetes: User Characteristics and the Impact of Hypoglycemia and Hyperglycemia Alarm Thresholds on Glycemic Control. *Diabetes Technol Ther*. 2024 May;26(5):313-323. doi: 10.1089/dia.2023.0460. Epub 2024 Mar 8. PMID: 38156962.
3. Lin YK, Agni A, Chuisano S, Fethers MD, Funnell M, Pop-Busui R, DeJonckheere MJ. Patient-Reported Usefulness and Challenges in Using Hypoglycemia-Informing Features of Continuous Glucose Monitors to Manage Hypoglycemia. *Sci Diabetes Self Manag Care*. 2023 Jun;49(3):229-238.
4. American Diabetes Association. (2024). Standards of Medical Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*, 47(1), S1–S186.
5. International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes. (2022). Guidelines for the Management of Diabetes Mellitus in Children and Adolescents: Recommendations from the ISPAD. *Pediatric Diabetes*, 23(1), 1-262.
6. Klonoff DC, Gabbay M, Moon SJ, Wilmot EG. Importance of FDA-Integrated Continuous Glucose Monitors to Ensure Accuracy of Continuous Glucose Monitoring. *J Diabetes Sci Technol*. 2024 May 3:19322968241250357
7. Reiterer F, Polterauer P, Schoemaker M, Schmelzeisen-Redecker G, Freckmann G, Heinemann L, Del Re L. Significance and Reliability of MARD for the Accuracy of CGM Systems. *J Diabetes Sci Technol*. 2017 Jan;11(1):59-67.
8. Schmelzeisen-Redecker, G., Schoemaker, M., Kirchsteiger, H., Freckmann, G., Heinemann, L., & Del Re, L. (2015). Time delay of CGM sensors: Relevance, causes, and countermeasures. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 9(5), 1006-1015.
9. Rodacki M, Calliari LE, Ramalho AC, Vianna AGD, Franco DR, Melo KFS, Araujo LR, Krakauer M, Scharf M, Minicucci W, Ziegler R, Gabbay M. Using trend arrows in continuous glucose monitoring systems for insulin adjustment in clinical practice: Brazilian Diabetes Society Position Statement. *Diabetol Metab Syndr*. 2021 Jan 3;13(1):2.
10. Link M, Kamecke U, Waldenmaier D, Pleus S, Garcia A, Haug C, Freckmann G. Comparative Accuracy Analysis of a Real-time and an Intermittent-Scanning Continuous Glucose Monitoring System. *J Diabetes Sci Technol*. 2021 Mar;15(2):287-293.
11. Freckmann, G., Schmid, C., Baumstark, A., Pleus, S., Link, M., & Haug, C. (2013). System accuracy evaluation of 10 continuous glucose monitoring systems according to ISO 15197:2013. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 7(4), 842-850.
12. Guan, Y., Zhang, S., & Zhang, Q. (2019). Effects of skin temperature and pH on the accuracy of continuous glucose monitoring systems. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 13(4), 742-748.

13. Brownlee, M., Hirsch, I. B., & Kulkarni, G. (2020). Effects of hydration on continuous glucose monitoring readings. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 22(5), 345-352.
14. Mastrototaro, J. J., & Gross, T. M. (2010). Chemical interferences with continuous glucose monitoring systems. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 4(1), 124-132.
15. Facchinetti, A., Sparacino, G., & Cobelli, C. (2016). Continuous Glucose Monitoring Sensors: Past, Present and Future Algorithmic Challenges. *Sensors*, 16(12), 2093.
16. Xie, X., Doloff, J.C., Yesilyurt, V. *et al.* Reduction of measurement noise in a continuous glucose monitor by coating the sensor with a zwitterionic polymer. *Nat Biomed Eng* 2018; 2, 894–906.
17. Bellido V, Freckman G, Pérez A, Galindo RJ. Accuracy and Potential Interferences of Continuous Glucose Monitoring Sensors in the Hospital. *Endocr Pract.* 2023 Nov;29(11):919-927.
18. Marks BE, Williams KM, Sherwood JS, Putman MS. Practical aspects of diabetes technology use: Continuous glucose monitors, insulin pumps, and automated insulin delivery systems. *Journal of Clinical & Translational Endocrinology* 2022; 27: 100282, ISSN 2214-6237
19. Coates AM, Cohen JN, Burr JF. Investigating sensor location on the effectiveness of continuous glucose monitoring during exercise in a non-diabetic population. *Eur J Sport Sci.* 2023 Oct;23(10):2109-2117.
20. Bailey T, Bode BW, Christiansen MP, Klaff LJ, Alva S. The performance of a continuous glucose monitoring system with an advanced algorithm during sensor wear: a comparison of the first and last days. *Diabetes Technol Ther.* 2014;16(5):277-283.
21. Miller E, Midyett LK. Just because you can, doesn't mean you should. A practical approach to counseling persons with diabetes on use of optional CGM alarms. *Diabetes Technol Ther.* 2021;23(S3).
22. Lin YK, Groat D, Chan O, et al. Alarm settings of continuous glucose monitoring systems and associations to glucose outcomes in type 1 diabetes. *J Endocr Soc.* 2020;4(12). doi:10.1210/jendso/bvz005
23. Hásková A, Radovnická L, Petruželková L, Parkin CG, Grunberger G, Horová E, Navrátilová V, Kádě O, Matoulek M, Prázný M, Šoupal J. Real-time CGM Is Superior to Flash Glucose Monitoring for Glucose Control in Type 1 Diabetes: The CORRIDA Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care.* 2020 Nov;43(11):2744-2750.
24. Stimson RH, Dover AR, Strachan MWJ, Wright RJ, Forbes S, Gibb FW. Changes in continuous glucose monitoring metrics and predictors of improvement 12 months after conversion from Freestyle Libre to Freestyle Libre 2. *Diabetic Medicine.* 2023;40:e15130.
25. Boscari F, Ferretto S, Cavallin F, Fadini GP, Avogaro A, Bruttomesso D. Effectiveness of adding alarms to flash glucose monitoring in adults with type 1 diabetes under routine care. *Acta Diabetologica* 2022; 59:921–928
26. Bode B, Gross K, Rikalo N, Schwartz S, Wahl T, Page C, Gross T, Mastrototaro J.. Alarms based on real-time sensor glucose values alert patients to hypo and hyperglycemia: the guardian continuous monitoring system *Diabetes Technol Ther.* 2004 Apr;6(2):105-13.

27. Leelarathna L, Evans M, Neupane S, Rayman G, Lumley S, Cranston I, Narendran P, Barnard-Kelly K, Sutton CJ, Elliott RA, Taxiarchi VP, Gkountouras G, Burns M, Mubita W, Kanumilli N, Camm M, Thabit H, Wilmot EG. Intermittently Scanned Continuous Glucose Monitoring for Type 1 Diabetes. FLASH-UK Trial Study Group. *N Engl J Med* 2022 Oct 20;387(16):1477-1487.
28. Franceschi R, Scotton C, Leonardi L, Cauvin V, Maines E, Angriman M, Pertile R, Valent F, Sofati M, Faraguna U. Impact of intermittently scanned continuous glucose monitoring with alarms on sleep and metabolic outcomes in children and adolescents with type 1 diabetes. 4,5,6. *Acta Diabetologica* (2022) 59:911–919.
29. Oriot P, Hermans MP. Intermittent-scanned continuous glucose monitoring with low glucose alarms decreases hypoglycemia incidence in middle-aged adults with type 1 diabetes in real-life setting. *Journal of Diabetes and Its Complications* 37 (2023) 108385.
30. Oriot P, Klipper dit kurza J, Ponchonb M, Weberc E, Colind IM, Philipse JC. Benefits and limitations of hypo/hyperglycemic alarms associated with continuous glucose monitoring in individuals with diabetes. *Diabetes Epidemiology and Management* 9 (2023) 100125
31. Gutierrez-Pastor a, JA Quesada b,c, MM Soler-Martínez d, C. Carratala ´ Munuera b,c., FJ Pomares-Gomez Effect of switch from flash glucose monitoring to flash glucose monitoring with real-time alarms on hypoglycaemia in people with type 1 diabetes mellitus. *Primary Care Diabetes* 18 (2024) 333–339
32. Visser MM, Charleer S, Fieuws S, Block CD, Hilbrands R, Van Huffel L, Maes T, Vanhaverbeke G, Dirinck E, Myngheer N, Vercammen C, Nobels F, Keymeulen B, Mathieu C, Gillard P..Effect of switching from intermittently scanned to real-time continuous glucose monitoring in adults with type 1 diabetes: 24-month results from the randomized - ALERTT1 trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2023; 11: 96–108
33. Gonzalez Vidal T, Rivas-Otero D, Agüeria-Cabal P, Ramos-Ruiz G, Delgado E, Menéndez-Torre E. Continuous Glucose Monitoring Alarms in Adults with Type 1 Diabetes: User Characteristics and the Impact of Hypoglycemia and Hyperglycemia Alarm Thresholds on Glycemic Control. *Diab Tech Therap* 2024 May;26(5):313-32
34. Ortiz-Zúñiga A, Amigó J, Sánchez M, Abad M, Simó R, Hernández C, Simó-Servat O. Impact in real-world of intermittent-scanned continuous glucose monitoring with alarms on hypoglycemia and its recognition in type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2024 Aug;214:111786.
35. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care* 2019; 42,1593 – 1603.
36. Ehrmann D, Priesterroth LS, Olesn B, Haak T, Kulzer B Hermann N et al. Continuous Glucose Monitoring-Specific Diabetes Education: Findings from the Dia.Link Diabetes Panel. *Diabetes Technol Ther* 2024;26:59-64
37. Tanenbaum ML, Messer LH, Wu CA, Mulvaney SA, Maahs DM, Hood KK. Help When you need it: Perspectives of adults with T1D on the support and training they would have wanted when starting CGM. *Diabetes Res Clin Pract* 2021; 180:109048
38. Messer L.H, Cook P.F, Tanenbaum M.L, Hanes S, Driscoll K.A and Hood KH. GCM Benefits and Burdens: Two Brief Measures of Continuous Glucose Monitoring. *J Diab Scie Techn* 2019; 1-7.

39. Hall RM, Dyrhberg S, McTavish A, McTavish L, Corley B and Krebs JD. Where can you wear your Libre? Using FreeStyle Libre continuous glucose monitor on alternatives sites. *Diab Obes Metabol* 2022; 24: 675-683.
40. Abulqasim J, Alotaibi F and Khalifah AA. Safety and user experience with off-label use of a flash glucose monitor (FreeStyle Libre®1 among very young children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2023; 36: 119 -125.
41. Diabetes Technology Network- United Kingdom (DTN-UK). [Libre-2-letter-DTN-v3.pdf \(abcd.care\)](#).
42. Pickup JC, Ford Holloway M, Samsi K. Real-time continuous glucose monitoring in type 1 diabetes: a qualitative framework analysis of patient narratives. *Diabetes Care*. 2015 Apr;38(4):544-50.
43. Lawton J, Blackburn M, Allen J, et al. Patients' and care- givers' experiences of using continuous glucose monitoring to support diabetes self-management: qualitative study. *BMC Endocr Disord* 2018;18:12.
44. Shivers JP, Mackowiak L, Anhalt H, Zisser H: "Turn it off!" Diabetes device alarm fatigue considerations for the present and the future. *J Diabetes Sci Technol* 2013; 7:789– 794.
45. Miller E, Midyett LK. Just Because You Can, Doesn't Mean You Should ... Now. A Practical Approach to Counseling Persons with Diabetes on Use of Optional CGM Alarms. *Diabetes Technol Ther*. 2021 Sep;23(S3):S66-S71.

