

Desenvolvimento de um sistema não invasivo utilizando uma antena patch para monitoramento de diabetes

Palavras-Chave: Monitoramento, Glicemia, Antena Patch, Coeficiente de reflexão

Autores(as):

Laura Helena Beca, FT – UNICAMP

Prof^(a). Dr^(a). Talia Simões dos Santos Ximenes, FT - UNICAMP

Prof^(a). Dr^(a). Marcos Sergio Gonçalves, FT - UNICAMP

Me. Eng. Rodrigo Luiz Ximenes, FT - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O presente projeto de pesquisa parte de referências sólidas de estudo visando aplicar um sensoriamento de glicose que permita ao usuário analisar e responder com ações apropriadas aos dados apresentados.

Selecionando uma faixa de frequência, o sensor usa ondas eletromagnéticas que interagem com a pele e tecidos subjacentes, para poder monitorar suas propriedades dielétricas [1].

Em suma, o sinal obtido pelas propriedades dielétricas do líquido intersticial tem uma correlação próxima com as alterações da glicose no sangue [1]. É importante ressaltar que para testar a precisão e a eficácia dos dispositivos de monitoramento de glicose, existe um conjunto de ferramentas, diretrizes e padrões como levantada na revisão [2].

METODOLOGIA:

Em artigo apresentado no ACES JOURNAL [3] é destacada a relevância de leituras não invasivas que facilitem a vida e o tratamento da diabetes mellitus, cientificamente eles utilizaram dados que tornaram possível simular via software o tecido e corpo humano para que as leituras na frequência de ressonância e índice de reflexão, como apresentado na Figura 1, na antena patch fossem fidedignos comparados ao ser humano.

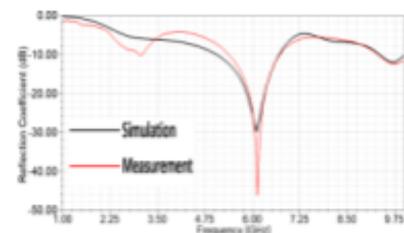


Figura 1: Curva característica do coeficiente de reflexão das leituras no VNA no HFSS – fonte:[3]

O maior problema da pesquisa aqui realizada é criar uma zona de relação das medidas no VNA para a glicose real que o indivíduo deve interpretar ao receber a leitura, que no caso será feita por um banco de dados no app desenvolvido também neste projeto.

Eu diria “problema” por conta das limitações físicas de laboratório de forma a não podermos analisar dados orgânicos, diferente de um laboratório hospitalar. No entanto, com os materiais e informações disponíveis criamos métodos de análises que nos aproximam da realidade de dados, para que seja pertinente e auxilie efetivamente o tratamento de leituras de glicose intersticial de forma não invasiva.

Uma das medidas analisadas ficou registrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das amostras com glicosímetro e medições com o VNA		
SOLUÇÃO CONTROLE	RESULTADO	VNA
100ml de solução fisiológica 0,9%	LO	-25,2092dBm
100ml de solução fisiológica 0,9% + 2g D-glicose monohidratada	174mg/dL	-25,3381dBm
100ml de solução fisiológica 0,9% + 3g D-glicose monohidratada	347mg/dL	-25,4069dBm
100ml de solução fisiológica 0,9% + 4g D-glicose monohidratada	610mg/dL	-25,4103dBm
100ml de solução fisiológica 0,9% + 5g D-glicose monohidratada	HI	-25,641dBm

Um ponto importante nas tecnologias de RF é que da mesma forma que são precisas elas são sensíveis. Em testes, nós fixamos medidas para que a posição de leitura de antena fosse a mesma para diferentes soluções/amostras (como na Figura 2) de forma que obtivéssemos menos interferências nos resultados.

Como analisamos casas decimais, foi preciso utilizar funções matemáticas, de estatística, que produzissem o resultado apropriado, por isso conseguimos estabelecer uma linha de comportamento, e espera-se que seja pertinente ao utilizar o conjunto final desse projeto.

Exemplificando os gráficos de medidas podemos observar a Figura 3 a seguir.



Figura 2: Montagem e dimensionamento para as leituras no VNA– fonte:A autora, 2024

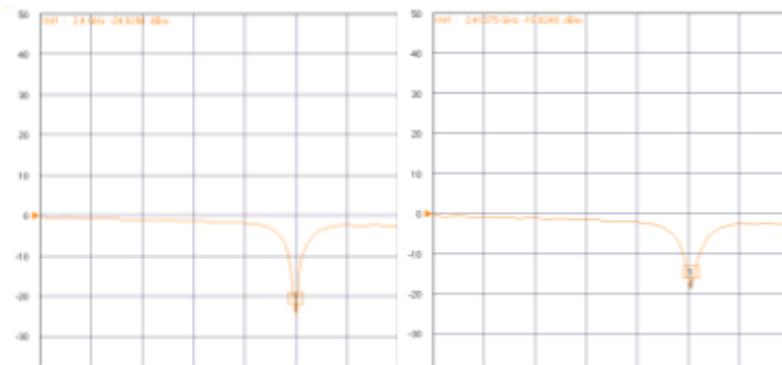


Figura 3: Apresentação da obtenção das leituras no VNA– fonte: A autora, 2024

Em relação à teoria usada para projeto e caracterização das antenas pode-se destacar a importância do casamento de impedância das cargas de RF, para que os dados trabalhados sejam confiáveis. O software Matlab foi empregado neste trabalho, e está apresentado em código na Figura 4, como parte do projeto de antenas em diferentes geometrias.

```

microfta_calculo.m  x +
1
2   clear all;
3   clc;
4
5   epsr=4.4; % Constante dielétrica do dieletric
6   h=1.6e-3; % Altura do dieletrico
7   z0=50; % Impedancia da microfita
8
9   A=(z0/60)*sqrt((epsr+1)/2)+(epsr-1)/(epsr+1)*(0.23+0.11/epsr);
10  if A>1.52
11      t=(8*exp(A))/(exp(2*A)-2);
12  end
13  if A<=1.52
14      B=60*pi^2/(z0*sqrt(epsr));
15      t=(2/pi)*(B-1-log(2*B-1))+((epsr-1)/(2*epsr))*(log(B-1)+0.39-0.61/epsr);
16  end
17  u=t*h;% largura da trilha em metros
18  w = u*1e3 %largura da trilha em milímetros
19

```

Command Window

w =

3.0590

^>

Figura 4: Cálculo de medidas no Matlab para casamento de impedâncias – fonte: A autora, 2024

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com o desenvolvimento e as pesquisas realizadas conseguimos estabelecer relações para a criação de uma interface, apresentada na Figura 5, que permite fácil interpretação das medidas a serem tomadas em cada momento do tratamento.

São conhecidos no mercado outros métodos de monitoramento, eficientes mas também com limitações, pois todas as medidas que não sejam realizadas no próprio sangue vão ter diferença em valor, como o sensor de monitoramento flash da Figura 6 que conecta uma cânula ao líquido intersticial para fazer as medidas e precisa de um leitor próprio ou smartphone com tecnologia NFC.

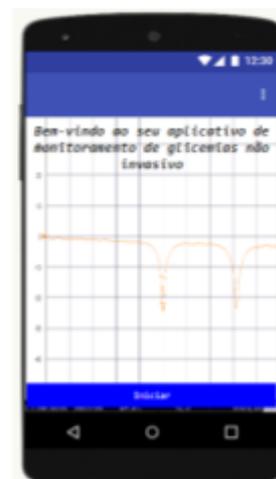


Figura 5: Simulação da página inicial do aplicativo de monitoramento – fonte:A autora, 2024

Vale ressaltar que essa diferença pode existir até mesmo entre diferentes marcas de leitores da amostra sanguínea, por isso existe um padrão de desvio a ser respeitado para que não prejudique os pacientes. A Sociedade Brasileira de Diabetes detém conhecimento desses valores e ajuda a população apresentando padrões esperados para auxiliar no tratamento; respeitando também informações definidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa.

CONCLUSÕES:

Além de buscar artigos que corroboram com o desenvolvimento desse projeto, já foi realizado o estudo de testes com antenas patch através dos parâmetros de reflexão vinculados aos valores de glicose. Foram testadas também as frequências de operação das antenas e a geometria, até mesmo desvio de fase.

No projeto está compreendido também um banco de dados como um aplicativo que serve de apresentação dos dados coletados a partir de medidas e relações estudadas; dessa forma o paciente consegue utilizar um sistema não invasivo para monitorar sua glicemia de forma prática e segura, sem se expor, por exemplo, a infecções que as coletas invasivas podem acometer.

Mesmo se tratando de um protótipo, uma pesquisa de desenvolvimento, essa é uma área de pesquisa com escalabilidade, ficamos felizes em estudar mais sobre a tecnologia de RF para questões de saúde pública, encontrando nesta uma percepção de como as tecnologias podem nos ajudar a enfrentar as barreiras em tratamento hoje, que por vezes podem ser muito exclusivos.

A ideia deste projeto foi então criar uma análise facilitada para que, com referências médicas, o paciente saiba analisar a curva de medidas realizadas e tomar ações, com suas medicações, por exemplo. Dessa forma, as variações glicêmicas anormais, como demonstra a Figura 7, seriam reduzidas e a qualidade de vida dos indivíduos se destacaria.

BIBLIOGRAFIA:



Figura 6: Sistema de monitoramento contínuo no líquido intersticial – fonte: https://www.freestyle.abbott/br-pt/home/_jcr_content/root/layoutcontainer_copy/2/image_copy.coreimg.85.1024.jpeg/1718209305792/01-pg-home-e-lockup-fsl1-1.jpeg [5]

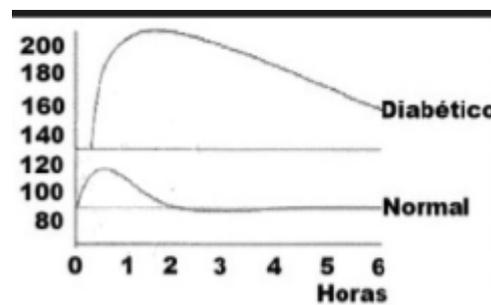


Figura 7: Curva glicêmica típica de monitoramento – fonte: https://dye22q7xtvl2n.cloudfront.net/images/aio/unemat_1o_dia_2012_2_17_0.jpg

[4]

[1] Caduff, A.; Hirt, E.; Feldman, Y.; Ali, Z.; Heinemann, L. (2003). First human experiments with a novel non-invasive, non-optical continuous glucose monitoring system. *Biosens Bioelectron*, vol. 19.

[2] Gonzales, W. V.; Mobashsher, A. T.; Abbosh, A. (2019). The Progress of Glucose Monitoring - A Review of Invasive to Minimally and Non-Invasive Techniques, Devices and Sensors. *Sensors*, vol. 19.

[3] Ayman R. Megdad, Rabah W. Aldhaheri, and Nebras M. Sobahi (2022). A Noninvasive Method for Measuring the Blood Glucose Level Using a Narrow Band Microstrip Antenna. *ACES JOURNAL*, Vol. 37.

[4] AIO. Disponível em: https://dye22q7xtvl2n.cloudfront.net/images/aio/unemat_1o_dia_2012_2_17_0.jpg. Acesso em junho/2024

[5] Freestyle Libre. Disponível em: https://www.freestyle.abbott/br-pt/home/_jcr_content/root/layoutcontainer_copy/2/image_copy_coreimg.85.1024.jpeg/1718209305792/01-pg-home-lockup-fsl1-1.jpeg. Acesso em junho/2024