

# Desenvolvimento de Sensores de Gás de baixo custo baseados em dispositivos de micro-ondas

de Souza R. A.; Correra F. S.; Galeazzo E.; Peres H. E. M.; Verri A. S.

EPUSP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Laboratório de Microeletrônica; rodrigo.anjos.souza@usp.br

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem sido crescente o interesse pelo estudo de gases e de sua composição [1], atrelando-o a diversas aplicações, tais como controle de emissões industriais, diagnóstico médico entre muitas outras. Tais dispositivos, de maneira geral, realizam a detecção de gases por meio de dois processos concomitantes [4]. Em um primeiro momento, há uma interação física/química entre as moléculas de gás e um material sensível, alterando suas propriedades. Em um segundo momento, há a transdução da interação mencionada em sinais que possam ser medidos por circuitos elétricos. Diversos sensores utilizam princípios de transdução ópticos, eletroquímicos ou até mesmo de medição da massa de moléculas para realizar a detecção de gases.

Este trabalho apresenta a proposta de um dispositivo cuja transdução ocorre por meio de ondas eletromagnéticas, mais especificamente por micro-ondas na faixa de frequência de 5GHz. Resultados apresentados recentemente [5] mostraram que essa metodologia além de apresentar sensibilidade e acurácia, dispensa a necessidade de contato direto com a amostra, reduzindo possíveis interações químicas indesejadas com o sensor que possam resultar em sua degradação.

## METODOLOGIA

Dentro do contexto apresentado, a metodologia de detecção de gases por meio de micro-ondas ocorre por meio da variação da permissividade elétrica do meio (denominada pela letra  $\epsilon$  ou  $D_k$ ). Uma vez que a molécula é adsorvida por algum material sensível, seu  $D_k$  muda, afetando a maneira como ondas eletromagnéticas se propagam em seu interior [2].

Utilizando-se do princípio acima, o sensor proposto (Figura 1) se baseia na injeção de gases dentro de uma câmara de adsorção (A), à qual se encontra posicionada acima de uma linha de microfita (B). Para aumentar a sensibilidade do dispositivo a linha foi disposta em meandros, afim de se aumentar a área de interação entre as moléculas adsorvidas e as ondas eletromagnéticas passantes.

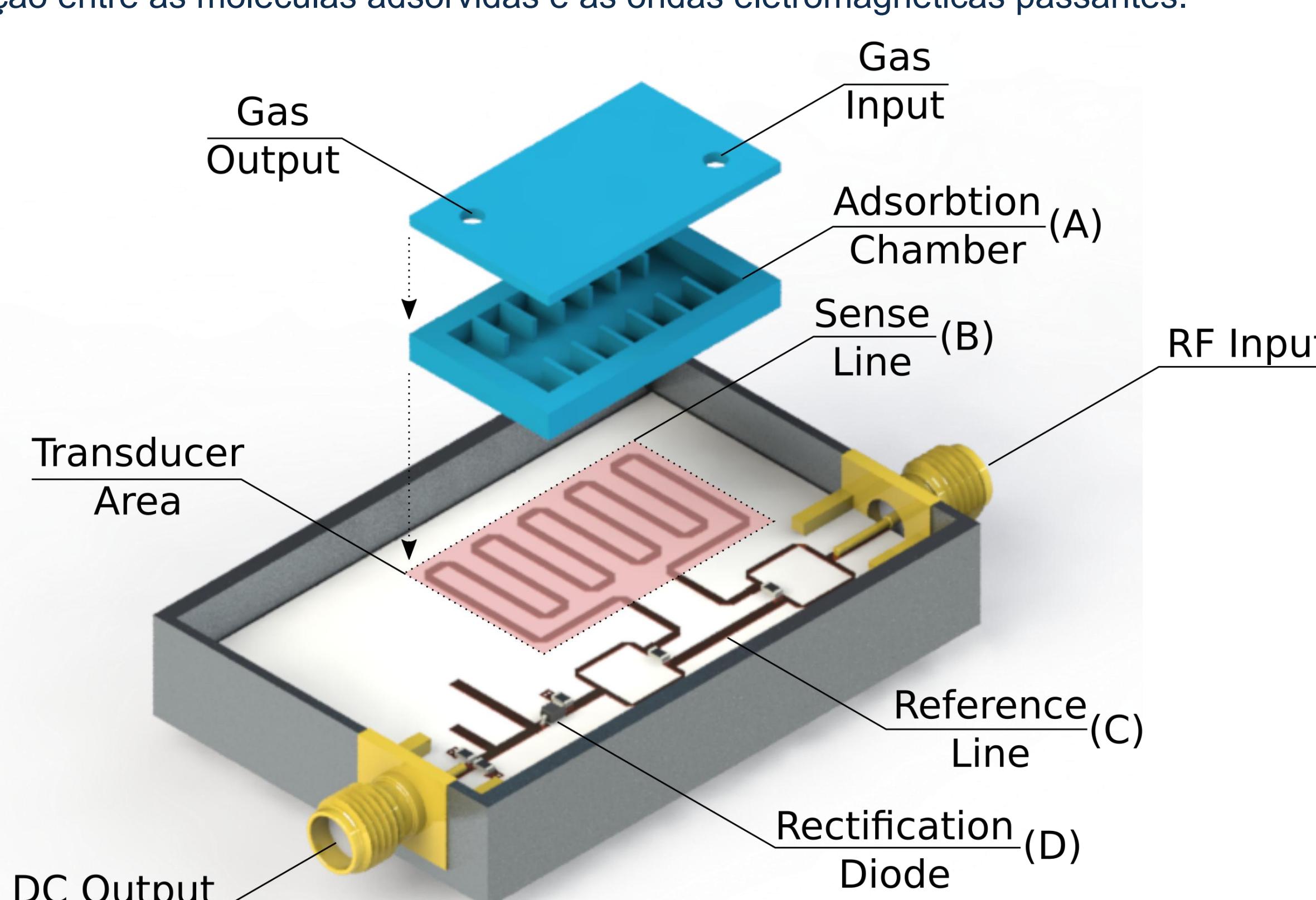


Figura 1 - Dispositivo Proposto

Devido à mudança do  $D_k$ , há uma alteração na velocidade de propagação do campo eletromagnético na região de interação, o que pode ser medido como uma alteração na impedância característica da linha (B) [2]. Deste modo, tanto a amplitude, quanto a fase do sinal passante são alteradas (Figura 2). Por meio da soma entre um sinal de referência (C) e o sinal (B), a variação de amplitude e fase do sinal (B) é transformado em uma variação na amplitude da soma, que será retificado e detectado pelo diodo (D).

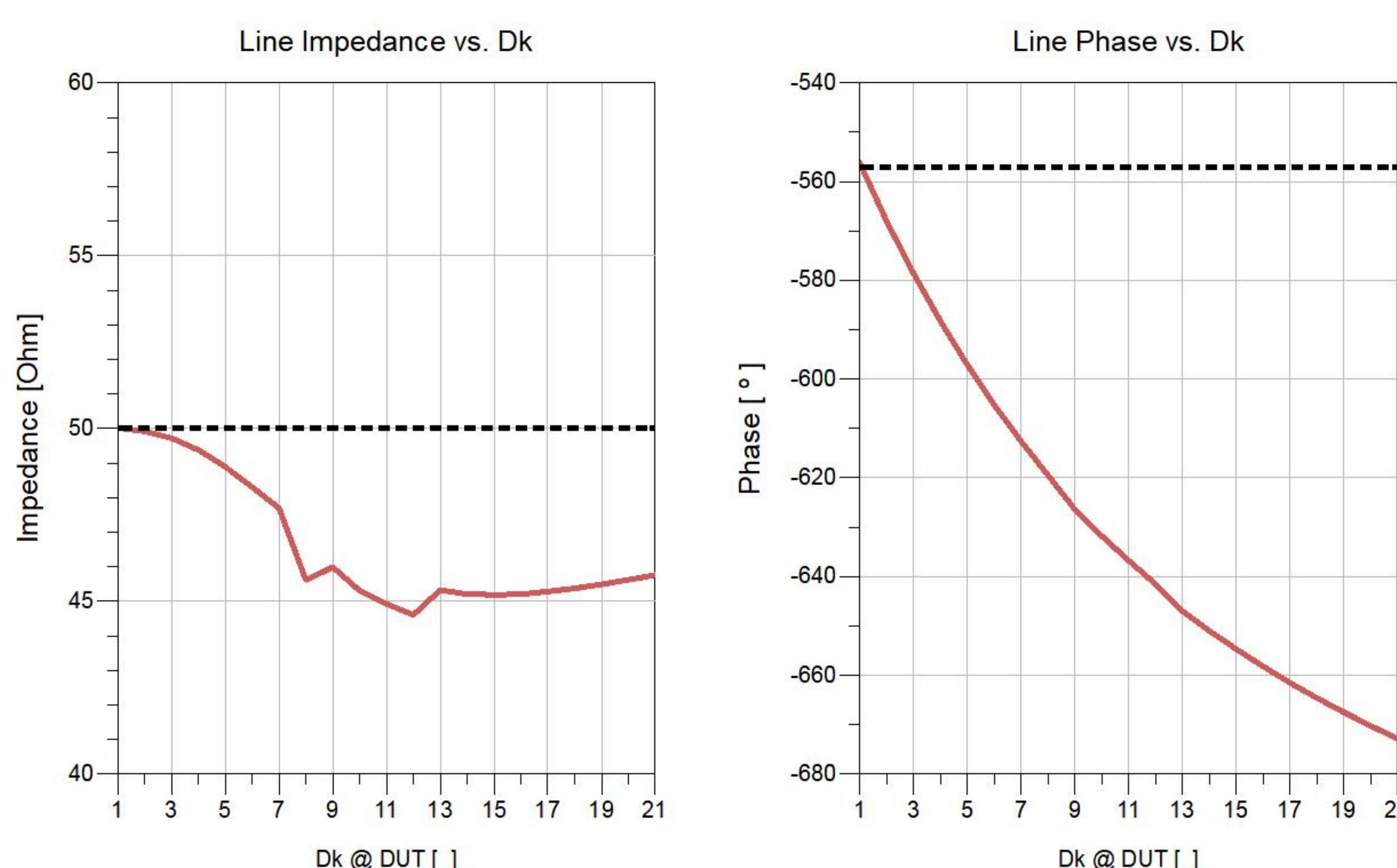


Figura 2 - Variação de Impedância e Fase da linha de sensorioamento

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de simulações realizadas no ambiente de programação ADS da Keysight foi levantada a resposta do sensor (Figura 3), em que a tensão DC é função da permissividade  $D_k$  do material sensível. A curva obtida permite a estimativa da sensibilidade da ordem de  $1.3\text{mV}/D_k$  na faixa de  $D_k=[1,14]$ .

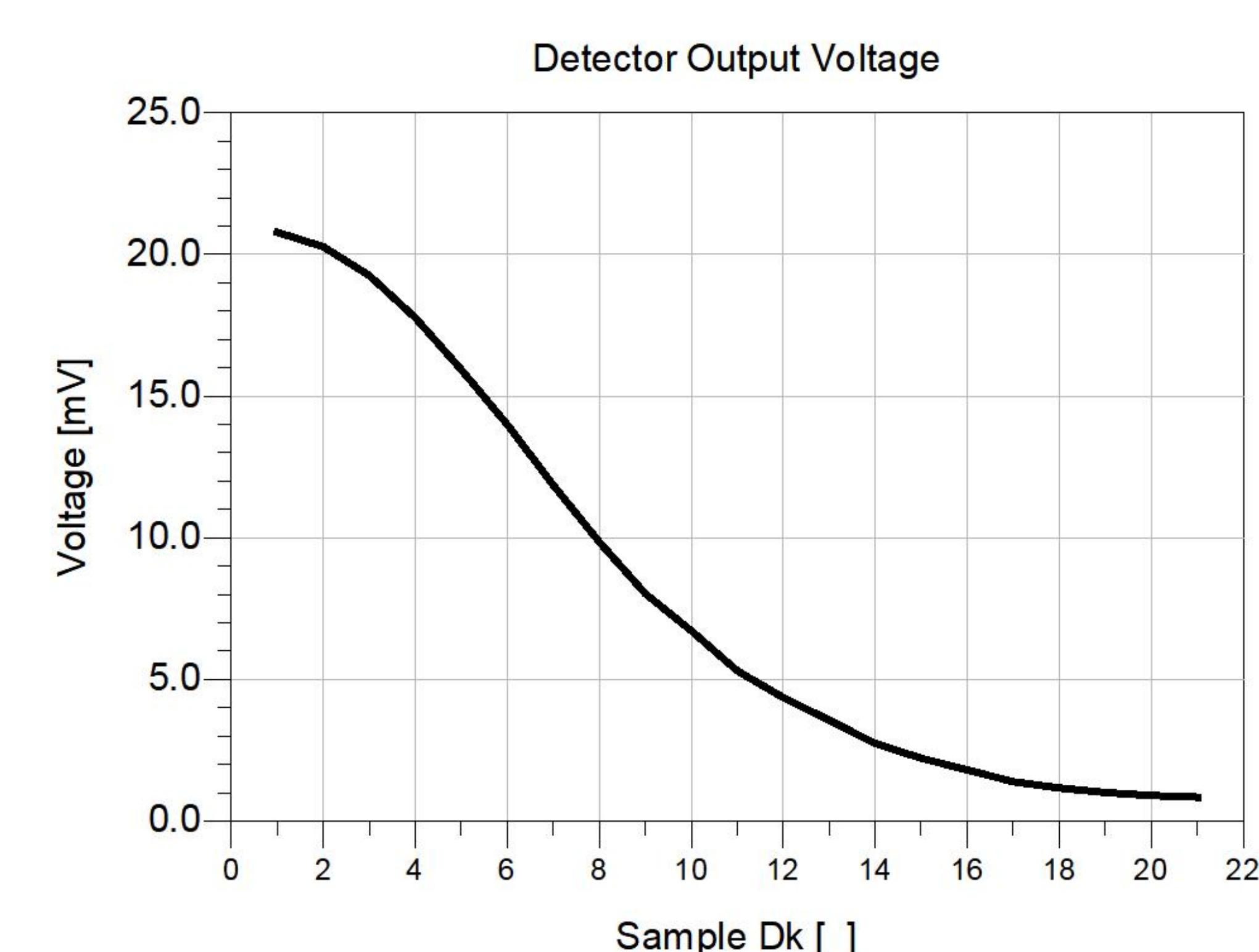


Figura 3 - Tensão detectada na saída do dispositivo simulado

## CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à sua habilidade de sensorioamento completamente remoto, a transdução por microondas se mostra uma área promissora na detecção de compostos altamente reativos ou tóxicos, sendo de grande interesse para a indústria [6]. Apesar de sua importância, sensores de gás baseados na interação entre micro-ondas e a permissividade elétrica do meio ainda são um campo de estudo novo [3], cujas bases teóricas ainda se encontram em construção [1]. Por esse motivo, se faz extremamente difícil o processo de otimização de sensores, bem como a prospecção da seletividade para espécies químicas específicas.

Com tais limitações em mente, estudos futuros serão realizados em vias de se explorar mais esse tópico. Inicialmente será realizada a construção e avaliação do dispositivo simulado; a otimização de sua sensibilidade e robustez; e a avaliação de nanomateriais sensíveis para VOCs.

## REFERÊNCIAS

- [1] - "Gas Sensing by Microwave Transduction: Review of Progress and Challenges", Li F., Zheng Y., Hua C., Jian J., 2019, DOI: 10.3389/fmats.2019.00101
- [2] - "Microwave Engineering", Pozar, D. M., 2011, ISBN: 9781118213636
- [3] - "Microwave signature for gas sensing: 2005 to present", de Fonseca B., Rossignol J., Stuerga D. Pribetich P., 2015, DOI:10.1016/j.ultrami.2014.10.010
- [4] - "New perspectives of gas sensor technology", Yamazoe N., Shimane K., 2009, DOI: 10.1016/j.snb.2009.01.023
- [5] - "Phase-Shift Transmission Line Method for Permittivity Measurement and Its Potential in Sensor Applications", Radonic V., et al., 2018, DOI: 10.5772/intechopen.81790
- [6] - "Desenvolvimento de Sensores em Frequências de Micro-Ondas para caracterização de Etanol Combustível", Becari W., Correra F. S., 2017, DOI: 10.11606/T.3.2017.tde-28062017-144309