

Proposta de Experimento do Professor para Executar no Lab. Didático:

## ***Mapeamento de curvas equipotenciais e campos elétricos em 2D***

O objetivo deste experimento é determinar superfícies equipotenciais e vetores campo elétrico em geometrias bidimensionais.

A proposta é mapear superfícies equipotenciais<sup>1</sup> bidimensionais, analisar a relação entre voltagem e campo elétrico e, a partir desta relação, determinar os campos elétricos no plano horizontal.

Para traçar as superfícies equipotenciais utilizaremos o esquema da Figura 1. Essas superfícies podem ser mapeadas fazendo medidas de voltagem em pontos escolhidos do diagrama.

A primeira geometria sugerida é a de placas planas e paralelas:

Escolha uma separação entre as placas e aplique entre 3 e 10 V de diferença de potencial entre elas. Trace superfícies equipotenciais, mantendo diferenças de potencial iguais entre uma superfície e outra<sup>2</sup>.

- i. A partir das superfícies equipotenciais e da definição de campos elétricos, determine os campos elétricos<sup>3</sup> em 10 posições da distribuição. Entre essas 10 posições inclua os pontos onde o campo elétrico é máximo e onde o campo elétrico mínimo da distribuição. Deixe claro quais são esses pontos de máximo e mínimo valor de campo da distribuição.

Analise os resultados obtidos na geometria de placas paralelas, e depois utilize a geometria envolvendo um cilindro e uma placa plana<sup>4</sup>. Repita o procedimento i. de cálculo do campo elétrico.

Observações:

- a. Note que o terminal “comum” do multímetro, operando na função voltímetro, foi ligado a um dos eletrodos. Essa é a referência  $V = 0$  do multímetro. Nessa

---

<sup>1</sup> Nos referimos aqui a superfícies, mas na realidade estamos fazendo o mapeamento no plano, de maneira que obteremos são linhas curvas.

<sup>2</sup> No experimento gravado escolhemos uma diferença de potencial de 6 V entre eletrodos, e traçamos as equipotenciais de 1 em 1 V.

<sup>3</sup> Para determinarmos valores exatos dos campos elétricos deveríamos ter superfícies equipotenciais separadas apenas por um diferencial de distância entre uma e outra. Neste caso faremos uma aproximação, na qual será determinado um campo elétrico médio em uma determinada região entre as equipotenciais. Apesar disso, lembre-se de que os campos elétricos são vetores, ou seja são compostos por módulo direção e sentido. A direção e o sentido médios do campo na região escolhida podem ser indicados no gráfico. Sugere-se que o módulo do campo seja representado por um comprimento, cuja escala tenha sido definida no gráfico.

<sup>4</sup> No presente caso, devido ao isolamento social imposto pela pandemia, escolhemos a geometria envolvendo um cilindro e uma placa plana. Em situações normais fica a critério do grupo escolher a geometria de interesse. Pode-se, por exemplo, escolher entre as geometrias (b) a (e) da Fig.2, para fazer o mesmo tipo de experimento. Após o término do isolamento vocês poderão ir ao lab e testar alguma outra geometria do seu interesse.

condição a ponta de prova mede a diferença de potencial entre essa referência e o local da ponta.

- b. É mais difícil e trabalhoso executar este experimento para geometrias tridimensionais, por isto escolhemos fazer uma simplificação deste sistema para geometrias planas. Nestas geometrias podemos pensar que estamos vendo a intersecção das superfícies equipotenciais com um plano horizontal.

#### Análise dos resultados:

Em cada geometria, analise se os resultados experimentais obtidos estão de acordo com o que se poderia esperar da teoria. Um dos recursos que você pode utilizar é um cálculo computacional da geometria utilizada<sup>5</sup>, ou em situações mais idealizadas você pode pensar nos problemas com soluções analíticas, as quais foram estudadas em Eletromagnetismo I. Em que pontos do seu mapeamento parece que os resultados experimentais estão fora do esperado? Quais as possíveis razões?

Usando os resultados do seu experimento, você poderia estimar a quantidade de carga em cada placa?

Você observou bolhas de gás nas placas? A que se devem essas bolhas? Onde estão localizadas? Que influência podem ter em seus resultados?

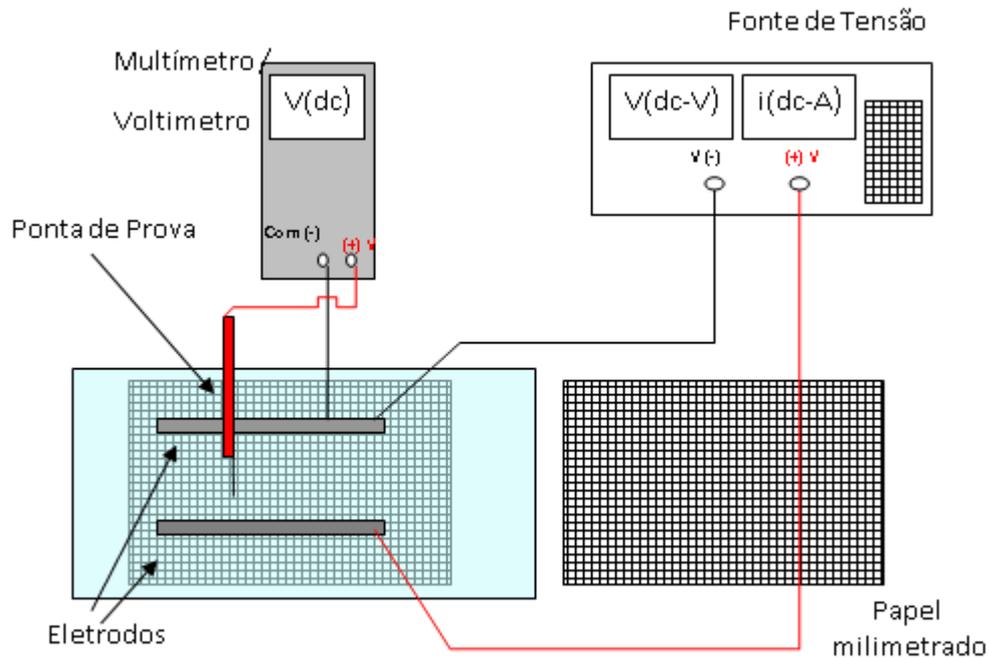
Faça uma análise comparativa entre os potenciais e os campos das diferentes geometrias escolhidas (placas planas e paralelas x placa plana e cilindro carregado).

Ao final, faça uma análise crítica entre a proposta elaborada por seu grupo para quantificar campos elétricos e a proposta do professor, apontando as vantagens e desvantagens de cada uma.

---

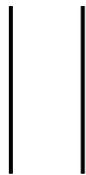
<sup>5</sup> Pode ser interessante você fazer uma simulação da sua geometria no site do Paul Falstad (<http://www.falstad.com/emstatic/index.html>) para ver o que diz a teoria e comparar com seus resultados.

**Figura 1 - Esquema das Conexões Elétricas:**

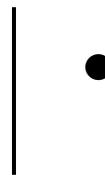


**Figura 2. Outras geometrias possíveis:**

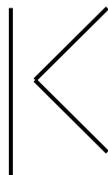
(a) Placas planas paralelas.



(b) Placa plana e carga puntiforme.



(c) Placa plana e placa em ângulo.



(d) Duas cargas puntiformes



(e) Outra geometria escolhida pelo grupo