

**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Relatório de Física III

Medições de Potencial Elétrico e cálculos de Campo Elétrico

Bernardo Souza Muniz

Igor da Silva

Tiago Cargnin Morandi

Ygor Vinicius Martins

02 de maio de 2025

Sumário

1	Introdução	3
1.1	Objetivo do experimento	3
2	Sistema do experimento	4
2.1	Sistema de referência para medições	5
2.2	Medições Realizadas	6
2.3	Superfícies Equipotenciais e Linhas de Campo Elétrico	7
2.3.1	Linhas de Campo Elétrico	8
2.3.2	Superfícies Equipotenciais	8
2.3.3	Linhas de Campo e Superfícies Equipotenciais	10
2.4	Cálculo do Campo Elétrico	10
2.5	Diferença de Potencial Elétrico em um caminho fechado	11
3	Conclusão	13

1 Introdução

Este relatório aborda um experimento realizado em laboratório, na disciplina Física III, do curso Engenharia de Telecomunicações - IFSC câmpus São José. O restante do documento está organizado da seguinte forma.

1.1 Objetivo do experimento

O experimento realizado consiste em calcular o valor aproximado do campo elétrico de um sistema composto por duas cargas pontuais de sinais opostos, a uma certa distância, sob uma tensão, dispostos em uma cuba com solução aquosa.

2 Sistema do experimento

O sistema a ser trabalhado consiste em dois eletrodos cilíndricos dispostos paralelamente a uma distância de 24 cm, os quais simulam um dipolo formado por duas cargas pontuais de sinais opostos. Estes eletrodos foram alimentados por uma fonte de tensão DC, cuja configuração estava para entregar 13,6 V [Volt (s)] e 0,47 A [Âmpere] - veja na figura [Figura 1](#). Este sistema foi posicionado em uma cuba, a qual foi preenchida com um eletrólito constituído por uma solução aquosa de NaCl. Abaixo da cuba, utilizou-se um papel milimetrado, com intuito de auxiliar nas medições.

Figura 1: Imagem da fonte de alimentação DC utilizada no experimento.

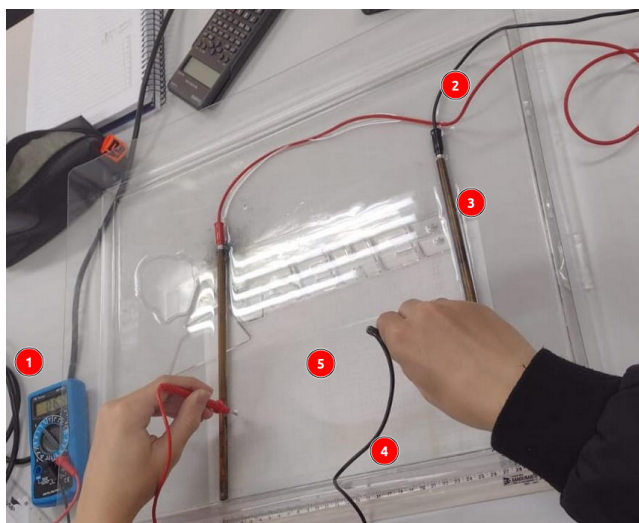


Fonte: autoria própria.

Então, ao ligar a fonte de tensão DC, os eletrodos são submetidos à tensão entregue pela fonte e criam um campo elétrico entre si. Com isso, utilizou-se a ferramenta multímetro configurada em modo medição de tensão DC para medir o potencial elétrico entre o eletrodo positivo em um outro ponto qualquer no interior de ambos eletrodos. Para tanto, a ponteira positiva do multímetro manteve-se fixa em um ponto selecionado, já a ponteira negativa do multímetro serviu de ponteira móvel, isto é, movimentava-se tal ponteira ao longo do sistema para medir o a diferença de potencial entre os dois pontos escolhidos. A [Figura 2](#) demonstra o sistema e a medição sendo realizada, bem como numera os elementos fundamentais para realização da atividade.

- 1 - Ferramenta Multímetro;
- 2 - cabos vindos da fonte de tensão DC (vermelho é o positivo e preto é negativo);
- 3 - eletrodo negativo (o eletrodo da esquerda é o positivo);
- 4 - ponteira negativa (preto) do multímetro (a ponteira vermelha é a ponteira positiva do multímetro);
- 5 - papel milímetro com função de guia para as medições.

Figura 2: Imagem retrativa do experimento de medição de potencial elétrico com indicações dos elementos utilizados na atividade.

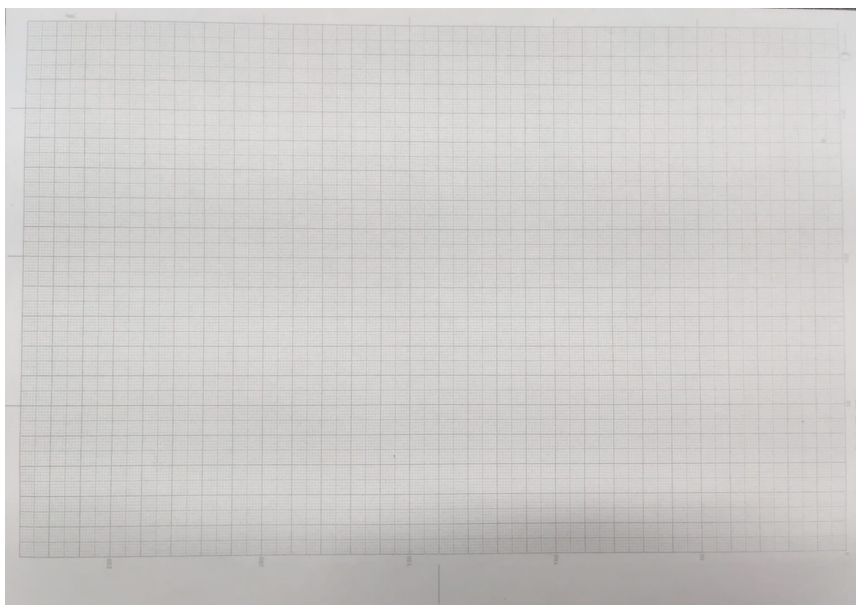


Fonte: autoria própria.

2.1 Sistema de referência para medições

Utilizou-se um papel milimetrado abaixo da cuba para auxiliar nas medições das diferenças de potenciais entre os pontos escolhidos durante o experimento. A [Figura 3](#) mostra um modelo do papel milimetrado utilizado.

Figura 3: Imagem de um papel milimetrado utilizado para auxílio nas medições e guia referencial do sistema.



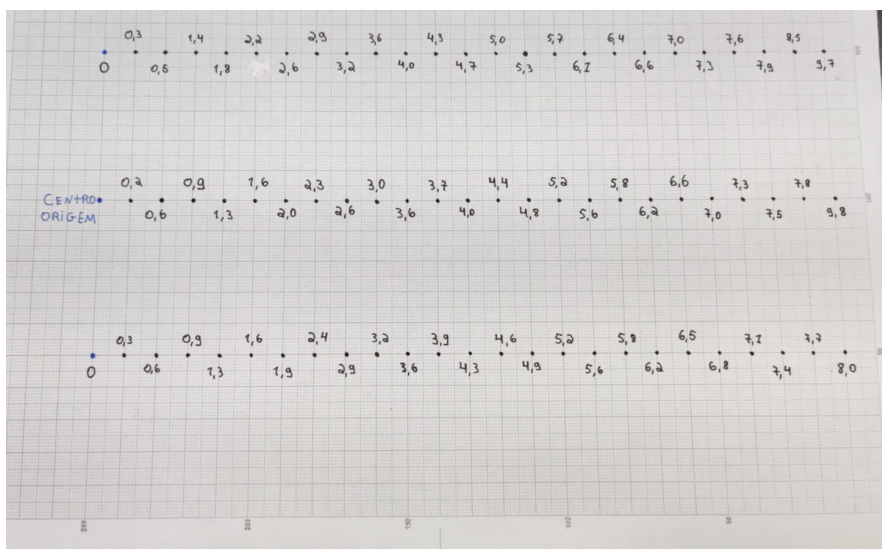
Fonte: autoria própria.

Os eletrodos foram posicionados na vertical, ficando paralelos entre si. Os eletrodos positivo e negativo foram posicionados, respectivamente, no ponto 250 e 0 do papel milimetrado. Sendo assim, o ponto X0 (inicial) do sistema, em um plano cartesiano seria x igual a 250.

2.2 Medições Realizadas

Realizaram-se três medições de diferença de potencial entre os pontos selecionados pela ponteira móvel e a ponteira fixa (posicionada sempre no início do sistema, isto é, na placa A). De forma iterativa, pode-se dizer que as medidas foram realizadas aumentando a distância de um quadrado do papel milimetrado. Ou seja, na primeira medição a ponteira móvel foi posicionada a 1 cm da placa A, na segunda medição a 2 cm e assim por diante, até a ponteira móvel atingir a placa B. A [Figura 4](#) ilustra os pontos medidos em cada posição.

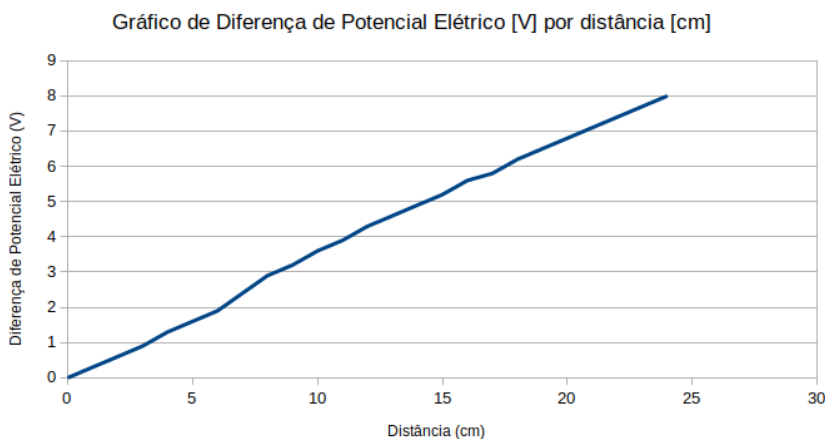
Figura 4: Medições de potencial elétrico realizadas em pontos diferentes.



Fonte: autoria própria.

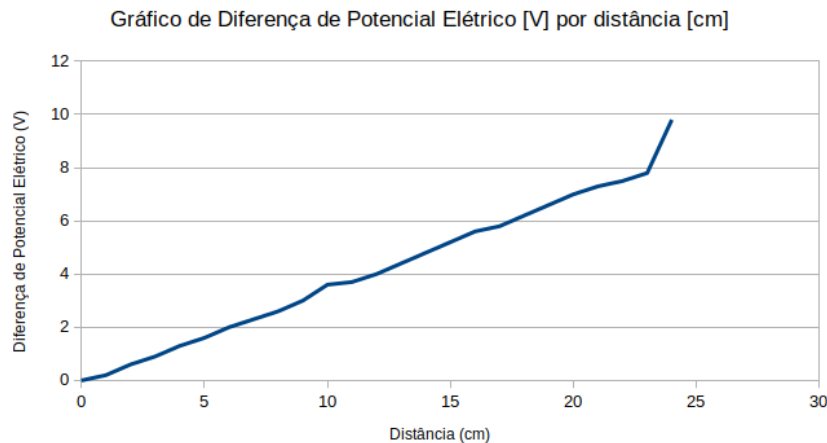
Com isso, obteve-se três gráficos, um para cada sequência de medições realizadas. Analisando os três gráficos, percebe-se que o potencial elétrico medido apresentou comportamento linear, semelhante a uma função afim. O gráfico não apresenta uma reta pura, por possíveis erros no momento da medição, como um posicionamento incorreto da ponteira móvel ou a escala do multímetro, visto que a ferramenta estava configurada na escala de 200 V, para um sistema de menos de 20 V. Se diminuísse a escala para medir até 20 V, obter-se-ia resultados de potenciais elétricos mais precisos. Veja os gráficos na [Figura 6](#), [Figura 5](#) e [Figura 7](#).

Figura 5: Gráfico da medição superior ilustrada na [Figura 4](#).



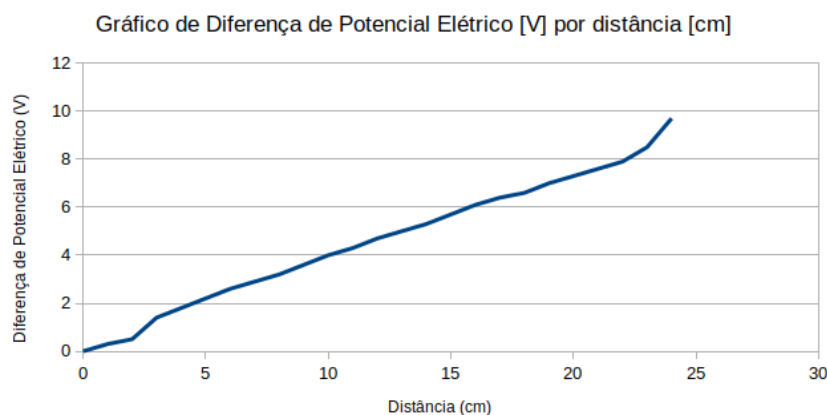
Fonte: autoria própria com auxílio da ferramenta *Libre office*.

Figura 6: Gráfico da medição central ilustrada na Figura 4.



Fonte: autoria própria com auxílio da ferramenta *Libre office*.

Figura 7: Gráfico da medição inferior ilustrada na Figura 4.



Fonte: autoria própria com auxílio da ferramenta *Libre office*.

É nítido que o gráfico da medição superior (Figura 5) mantém mais constância no seu crescimento se comparado com os outros dois gráficos. Isto ocorreu por conta da última medição de cada caso, tendo em vista que nos gráficos central e inferior, houve um maior salto do penúltimo para o último ponto de medição. Tal resultado aconteceu devido ao fato de que, no último ponto de medição, a ponteira móvel estava muito próxima da placa B, influenciando em uma medida aproximada do valor entregue pela fonte de tensão. Em outras palavras, se posicionar a ponteira móvel no último quadrado (o mais próximo do eletrodo B) e aproximá-la lentamente do eletrodo B, a diferença de potencial medida aumentaria rapidamente, convergindo para a tensão da fonte DC.

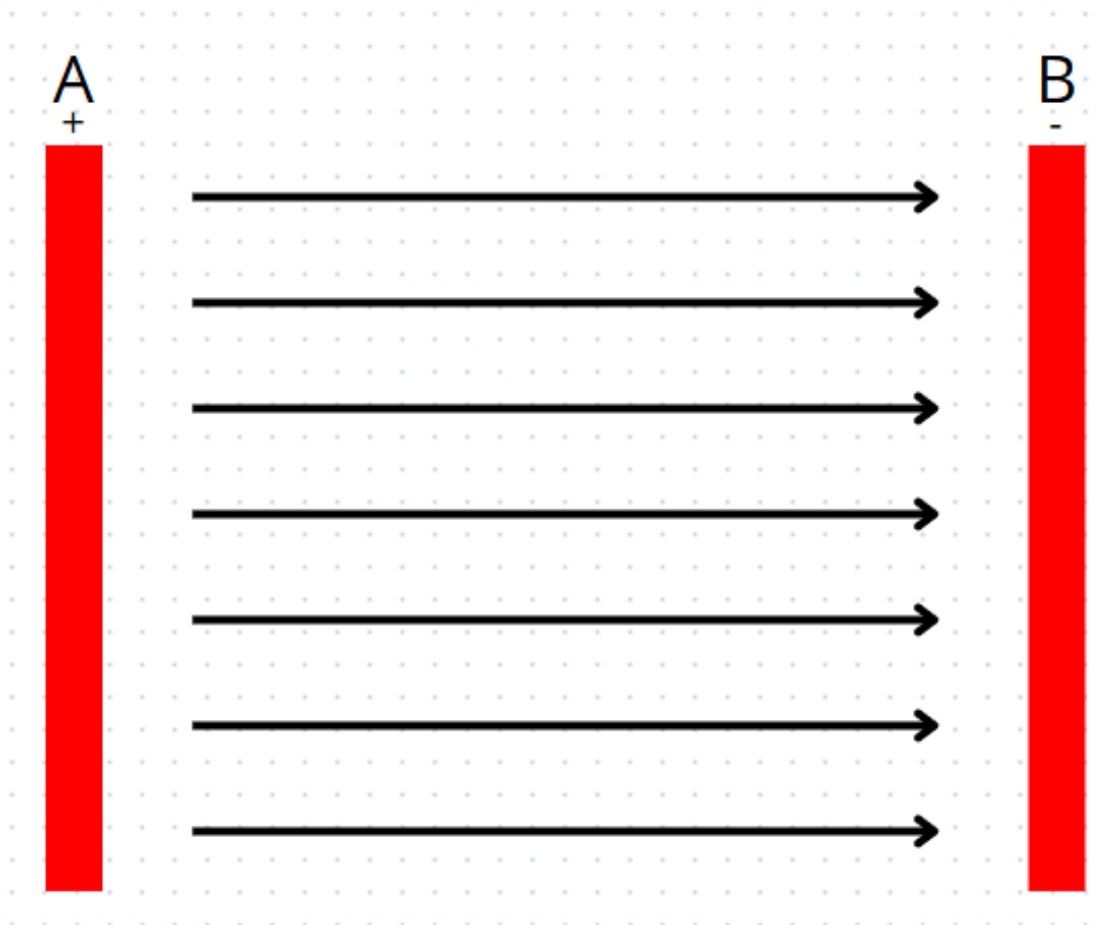
2.3 Superfícies Equipotenciais e Linhas de Campo Elétrico

Neste item, serão abordados conceitos sobre as linhas de campo elétrico e as superfícies equipotenciais dentro de uma região ou de um espaço.

2.3.1 Linhas de Campo Elétrico

As linhas de campo elétrico auxiliam na visualização da orientação e do módulo dos campos elétricos. O vetor campo elétrico em qualquer ponto do espaço é tangente à linha de campo elétrico que passa por este mesmo ponto. A quantidade de linhas de campo elétrico em uma região é proporcional ao módulo do campo elétrico nessa região. As linhas de campo elétrico começam em cargas positivas e terminam em cargas negativas, ou seja, as linhas de campo de uma carga elétrica positiva divergem (apontam para fora da carga); linhas de campo de uma carga elétrica negativa convergem (apontam para a carga). A figura **Figura 8** ilustram como são as linhas de campo elétrico entre os eletrodos A e B do sistema trabalhado.

Figura 8: Representação da gráfica das linhas de campo do sistema.



Fonte: autoria própria.

2.3.2 Superfícies Equipotenciais

Em uma região envolvida por um campo elétrico, tal que quaisquer pontos desta região possuem uma diferença de potencial elétrico entre si, diz-se que há superfícies equipotencias. Pontos próximos que possuem o mesmo potencial elétrico formam uma superfície equipotencial, a qual pode ser uma superfície imaginária. Há infinitas superfícies equipotencias no interior de um campo elétrico, as quais são ortogonais as linhas de campo elétrico do sistema. A [Figura 9](#) representa graficamente as superfícies equipotenciais do sistema trabalhado.

Exemplificando o comportamento da diferença de potencial entre pontos dispostos em superfícies equipotenciais, a **Figura 10** ilustra um sistema um com campo elétrico e quatro cargas submetidas a este campo elétrico.

Representação gráfica das superfícies equipotenciais entre o eletrodo A e B do sistema.

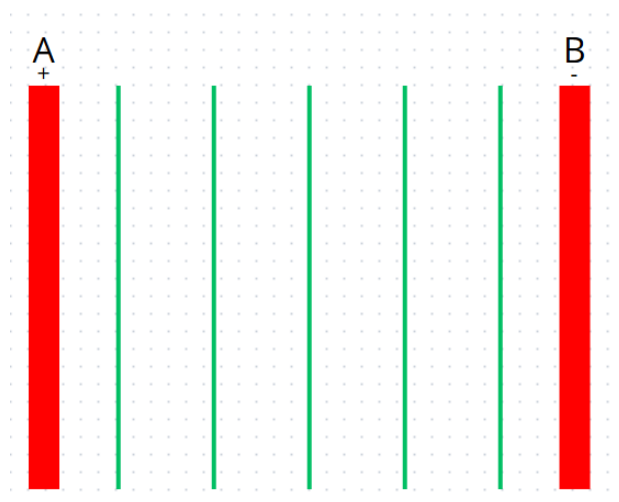
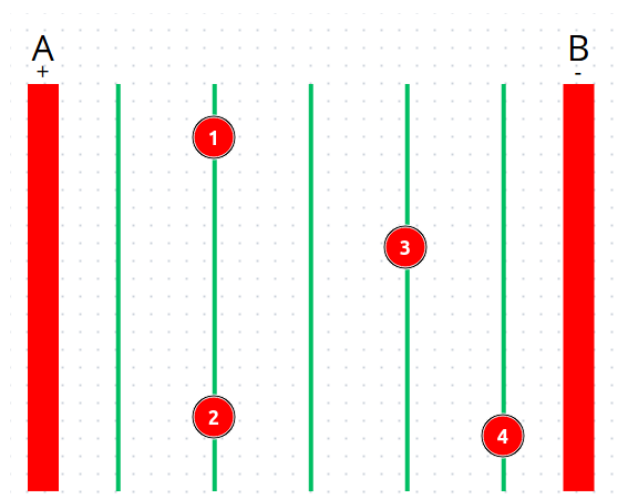


Figura 9: Fonte: autoria própria.

Figura 10: Representação gráfica de um sistema com um campo elétrico e quatro cargas submetidas a este campo dispostas em superfícies equipotenciais.



Fonte: autoria própria.

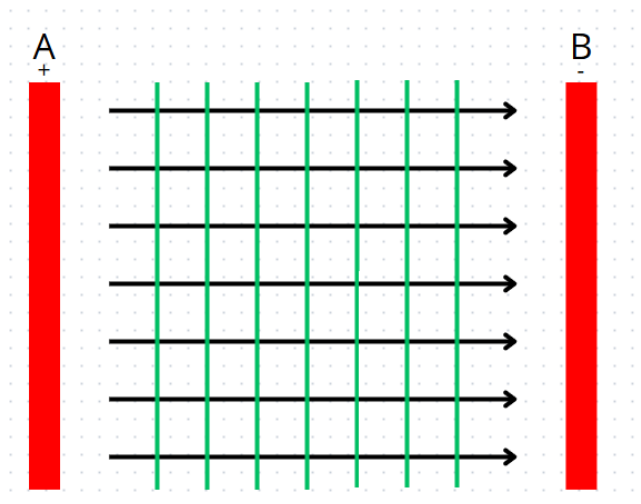
Explicando a [Figura 10](#), tem-se:

- a) a diferença de potencial elétrico entre as cargas 1 e 2 é nula, visto que ambas cargas estão localizadas na mesma superfície equipotencial;
- b) a diferença de potencial elétrico entre as cargas 3 e 1, e entre 3 e 2 é a mesma, e não é nula, pois as cargas 1 e 2 estão em uma superfície equipotencial diferente de onde está a carga 3;
- c) a diferença de potencial entre a carga 4 e 1, e entre 4 e 2 é maior que a diferença de potencial entre a carga 4 e 3, visto que as cargas 1 e 2 estão mais longe da carga 4, do que a carga 3.

2.3.3 Linhas de Campo e Superfícies Equipotenciais

Em um campo elétrico, as superfícies equipotenciais são perpendiculares às linhas de campo. A [Figura 11](#) ilustra este evento, graficamente.

Figura 11: Superfícies Equipotenciais e Linhas de Campo no interior de um Campo Elétrico do sistema



Fonte: autoria própria.

No caso do sistema trabalhado, as superfícies equipotenciais são paralelas aos eletrodos A e B, enquanto as linhas de campo elétrico são perpendiculares, tanto as superfícies equipotenciais quanto aos eletrodos.

2.4 Cálculo do Campo Elétrico

O campo elétrico pode ser calculado em função da variação de potencial elétrico e da distância, através da equação ilustrada na [Equação 1](#).

$$\vec{E} = -\frac{\Delta V}{\Delta S} \Delta \vec{S} \quad (1)$$

Tendo em vista que cada quadrado do papel milimetrado ([Figura 3](#)) mede 1 cm, calculou-se o campo elétrico de três pontos medidos da [Figura 4](#), especificamente, da medição superior, cujo gráfico está ilustrado na [Figura 5](#). Logo, calculou-se o valor do campo elétrico em três pontos daquele eixo: o ponto mais próximo do eletrodo A; o ponto intermediário entre ambos eletrodos e o ponto mais próximo do eletrodo B (mais longe do eletrodo A). Além disso, escolheu-se um quarto ponto de mesma superfície equipotencial de um dos três pontos do mesmo eixo. Os valores de diferenças de potenciais elétrico para cálculo do campo elétrico nestes pontos estão descritos na [Tabela 1](#).

Tabela 1: Valores de três diferenças de potenciais elétrico escolhidos para cálculo de seus campos elétricos.

Índice	Diferença de Potencial Elétrico [V]	Distância da origem (X) [m]
1	0.3	0.01
2	4.7	0.12
3	9.7	0.24
4	4.3	0.12

Com isso, calculou-se o campo elétrico em cada um dos pontos escolhidos, descritos na [Tabela 1](#), através da [Equação 1](#). Os resultados estão descritos na [Tabela 2](#). O quarto valor da tabela acima pertence ao ponto que está a 12 cm da origem (eletrodo A) e está na mesma superfície equipotencial que o ponto 2 da tabela. É nítido que não estão com o mesmo valor de diferença de potencial, porém este pequeno erro pode ter ocorrido por meu posicionamento da ponteira móvel neste ponto.

Tabela 2: Valores do campo elétrico dos três pontos selecionados para exemplificar a utilização da [Equação 1](#).

Índice	Diferença de Potencial Elétrico [V]	Campo Elétrico [V/m]
1	0.3	-30.00
2	4.7	-39.16
3	9.7	-40.42
4	4.3	-35.83

O valor de 9.7 V foi a maior diferença de potencial elétrico medida entre o eletrodo B e A, sendo assim, o campo elétrico do sistema é de 40.42 V/m.

2.5 Diferença de Potencial Elétrico em um caminho fechado

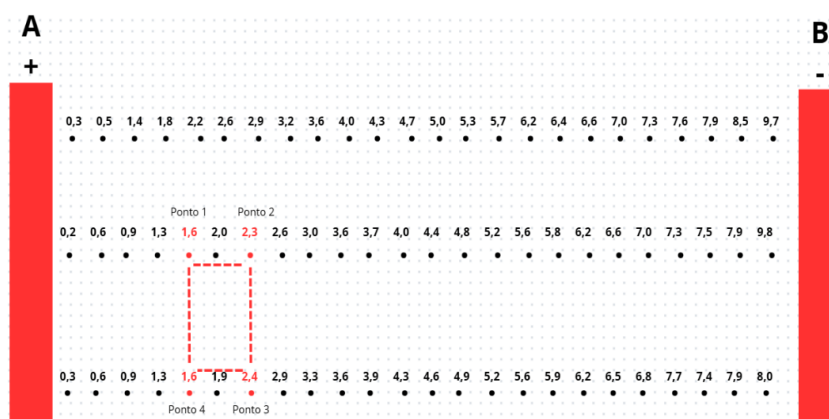
Uma das propostas do experimento foi desenhar uma curva fechada qualquer interceptando várias equipotenciais, ou seja, N intervalos. Por fim, deve-se calcular o somatório descrito na [Equação 2](#) com os valores medidos na curva fechada e relacionar com a [Equação 3](#).

$$\sum (V_{i+1} - V_i) \quad (2)$$

$$\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = 0 \quad (3)$$

Desenhou-se um quadrilátero como curva fechada, sendo cada vértice um ponto medido. A [Figura 12](#) ilustra a região mencionada.

Figura 12: Curva fechada desenhada no sistema.



Fonte: autoria própria.

- Ponto 1: $V_1 = 1.6 \text{ V}$;
- Ponto 2: $V_2 = 2.3 \text{ V}$;
- Ponto 3: $V_3 = 2.4 \text{ V}$;

- Ponto 4: $V_4 = 1.6 \text{ V}$.

Aplicando os valores acima na [Equação 2](#), temos o resultado abaixo, cujo valor foi igual a zero.

$$\sum_{i=1}^3 (V_{i+1} - V_i) = (2.3 - 1.6) + (2.4 - 2.3) + (1.6 - 2.4) = 0$$

Conclui-se que o somatório das diferenças de potenciais no interior de uma curva fechada é nulo. A [Equação 3](#) parte do princípio que uma superfície equipotencial é aquela sobre a qual o potencial é constante, isto é, a diferença de potencial entre dois pontos quaisquer da superfície é nula. Logo, relacionando as [Equação 2](#) e [Equação 3](#), confirma-se a teoria desta equação (somatório dos potenciais elétricos em uma superfície fechada é igual a zero).

3 Conclusão

Após realização do experimento e efetuação de análises e cálculos com os valores medidos, conseguiu-se verificar e confirmar, praticamente, o que é e como se comportam as linhas de campo elétrico e as superfícies potenciais e a diferença de potencial elétrico entre superfícies equipotenciais no interior de um campo elétrico. Confirmou-se o comportamento das superfícies equipotenciais e das linhas de campo, as quais são perpendiculares entre si dentro do campo elétrico.