

DISCUSSÃO

Circuitos

Notas de aula: www.fap.if.usp.br/~hbarbosa

LabFlex: www.dfn.if.usp.br/curso/LabFlex

Profa. Eloisa Szanto
eloisa@dfn.if.usp.br
Ramal: 7111
Pelletron

Prof. Henrique
Barbosa
hbarbosa@if.usp.br
Ramal: 6647
Basílio, sala 100

Prof. Nelson Carlin
nelson.carlin@dfn.if.usp.br
Ramal: 6820
Pelletron

Prof. Paulo Artaxo
artaxo@if.usp.br
Ramal: 7016
Basílio, sala 101

Física Exp. 3 **Aula 3, Experiência 1**

Experiência 1: Circuitos

1. Circuitos de Corrente Contínua

- Como medir grandezas elétricas?
- Os instrumentos de medida influenciam no resultado de uma medida? Como escolher o instrumento certo?

2. Pilha e Lâmpada

- Como varia a tensão de uma pilha ou em uma lâmpada em função da corrente? Curvas características, força eletromotriz e resistência interna

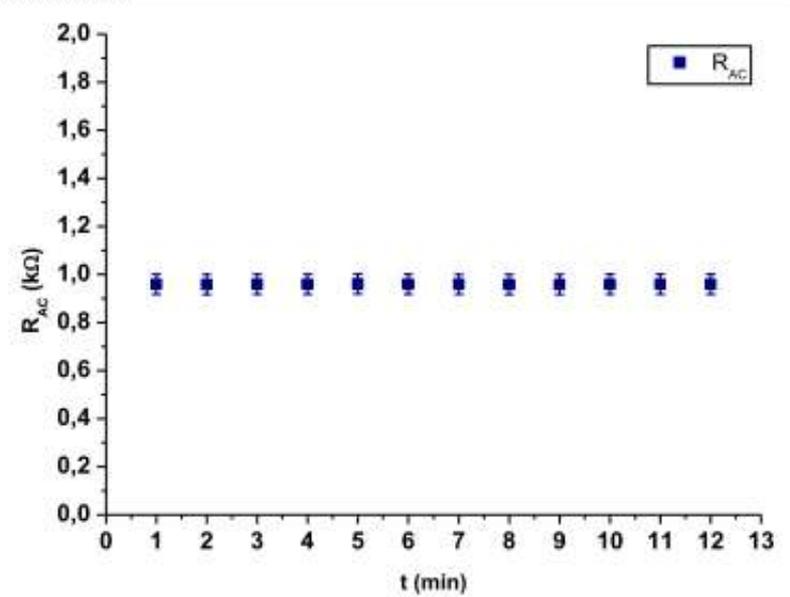
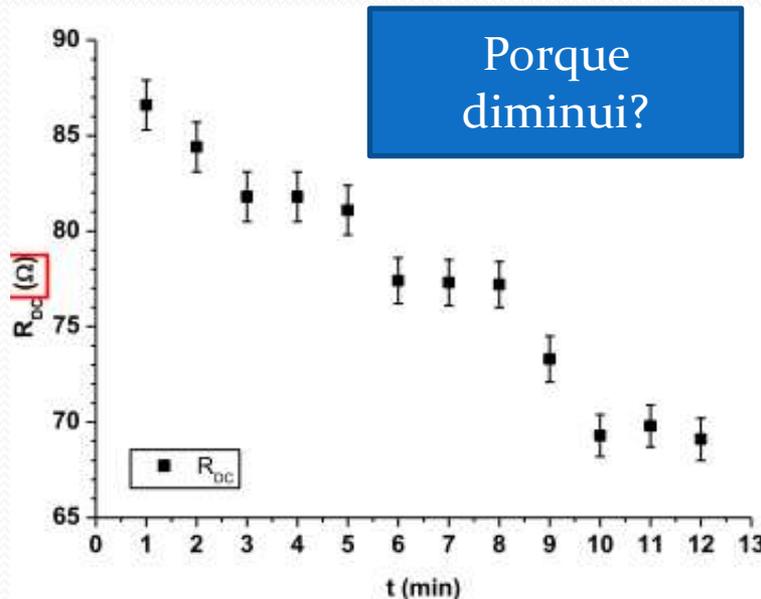
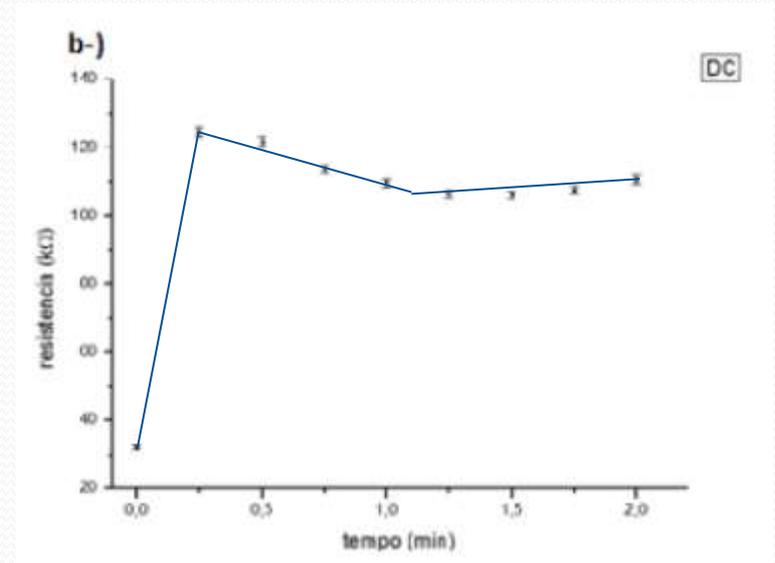
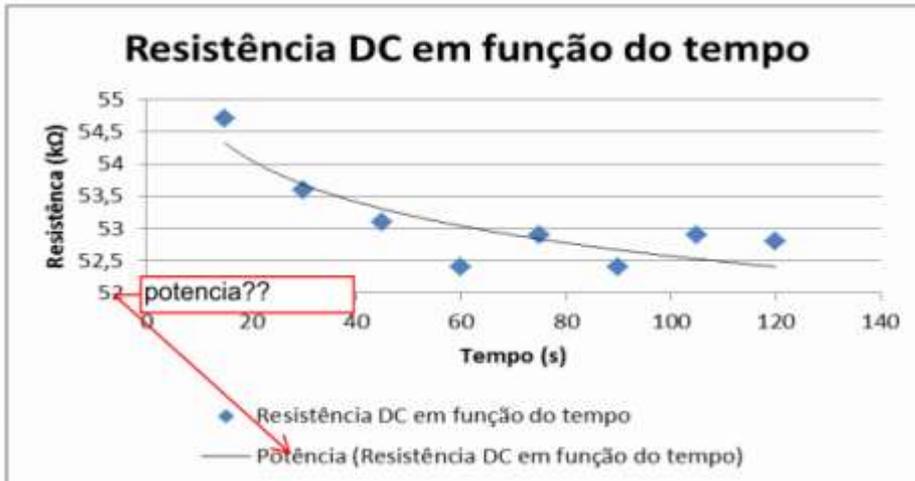
3. Capacitores

- Como é o campo elétrico de um capacitor real de placas paralelas? Simulações, medidas e teoria.

Tarefa 1 desta semana:

- **Comparar** a resistência da cuba em **DC** à resistência da cuba em **AC** e **comparar ambas com R_{interna}** do **voltímetro**
- Calcular a resistividade da água e **comparar com a do cobre**
- Medir o potencial em torno da linha média entre as placas (**5mm** acima e **5mm** abaixo).
- Qual o potencial do eixo de simetria? E qual o potencial das bordas da cuba?
- Fazer um gráfico do campo elétrico, **E_x** e **E_y** , ao longo da linha média entre as placas
 - Qual a componente mais importante?

Variação temporal DC x AC



Resistência da cuba (kΩ)

	DC	AC		DC	AC
H1	8.8		H11	—	
H2	Variável	9.024 (2)	H12	30-130	17.0 (2)
H3	69.1 (1) 10^{-3}	0.96 (1)	H13	9 (1) 10^3	13.7 (2)
H4	11.74054 (61)	8.38000 (37)	H14	1.56 (7) 10^3	17.50 (9)
H5	1-1.8 10^3	14.5 (2)	H15	14.80 (12) 10^{-3}	5.55 (1) 10^{-8}
H6	15.8(4)-128(1)	13.6 (7)	H16	52.5 54.5	0.83 (5) 10^{-3}
H7	70(4)-91(5)	9.7 (1)	H17	20.23 (30)	16.96 (25)
H8	23.1 (6)-51.2(9)	17.1 (9)	H18	24.70 (+-1.98)- 128.20(+-10.26)	20.48 (+-2.46)
H9	95.7 (8)	10.94 (8) 10^1		60 10^3	15.8 (8)
H10	—	—			

Valores muito altos (MΩ)

Valores muito altos (MΩ)

Incertezas

Condutividade da agua ($\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$)

	Cobre	Agua		Cobre	Agua
H1			H11	—	—
H2	$5.81 \cdot 10^7$	$60.9 \cdot 10^{-3}$	H12	$5.71 \cdot 10^7$	$5.89 (2) \cdot 10^{-3}$
H3	$5.71 \cdot 10^7$	$10.94 (?) \cdot 10^{-3}$	H13	—	Valores muito altos (M Ω)
H4	$5.71 \cdot 10^7$	$1.86 (?) \cdot 10^{-4}$	H14	—	
H5	$5.71 \cdot 10^7$	$7.24 (96) \cdot 10^{-3}$	H15	$5.71 \cdot 10^7$	$4 (10) \cdot 10^0$
H6	$5.71 \cdot 10^7$	$4.9 (3) \cdot 10^{-3}$	H16	$5.71 \cdot 10^7$	$6.5 (41) \cdot 10^1$
H7	$5.71 \cdot 10^7$	$3.9 (2) \cdot 10^{-3}$	H17	$5.71 \cdot 10^7$	$1.41 (?) \cdot 10^6$
H8	$5.71 \cdot 10^7$	$5.68 \cdot 10^{-3}$	H18	$5.71 \cdot 10^7$	$8.1 (4) \cdot 10^{-3}$
H9	$5.81 \cdot 10^7$	$26.11 (?) \cdot 10^{-3}$	H19	$5.7 \cdot 10^7$	$5.29 (3) \cdot 10^{-3}$
H10	—	—			

Tarefas 2 desta semana

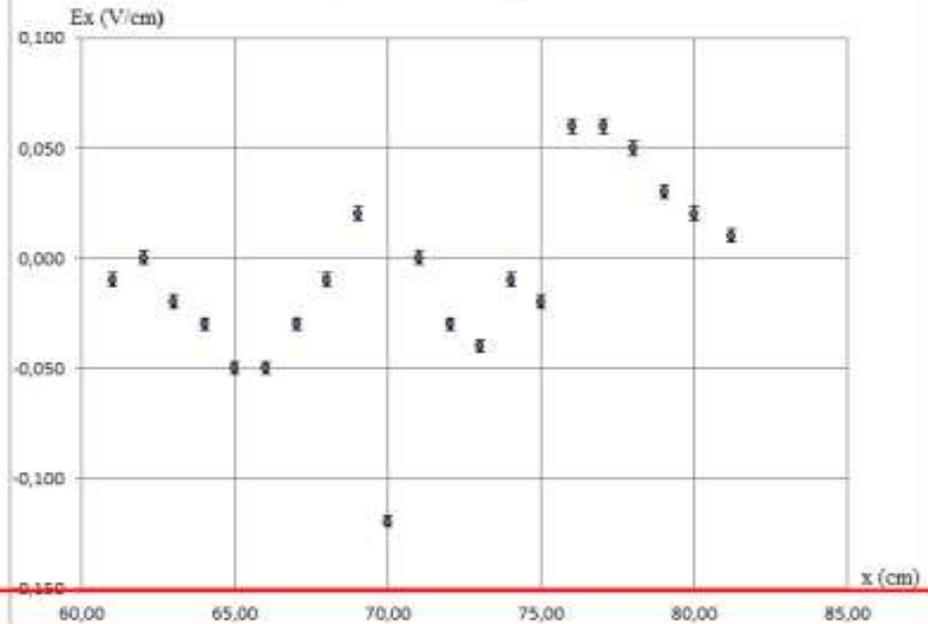
- Faça uma simulação do mesmo problema, resolvendo a equação de Laplace numa planilha Excel.
 - Calcule o campo elétrico E_x e E_y ao longo do eixo de simetria do capacitor e compare com os dados experimentais **no mesmo gráfico.**
 - Procure a solução analítica na literatura e sobreponha essa solução às duas acima.
- Discuta os resultados:
 - O campo é uniforme dentro e fora das placas?
 - Existem efeitos de borda?
- Há compatibilidade entre a simulação, a teoria e as medidas na cuba? Sim, não, porque??

Campo elétrico ao longo do eixo

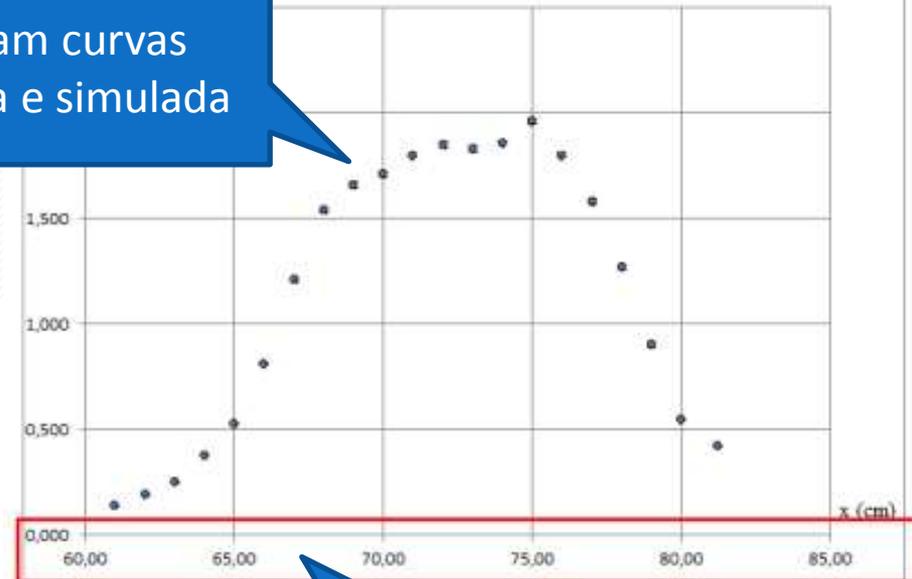
Ex e Ey deviam estar no mesmo gráfico, para comparar

Faltam curvas teórica e simulada

Campo elétrico tangencial em x



Campo elétrico perpendicular em x

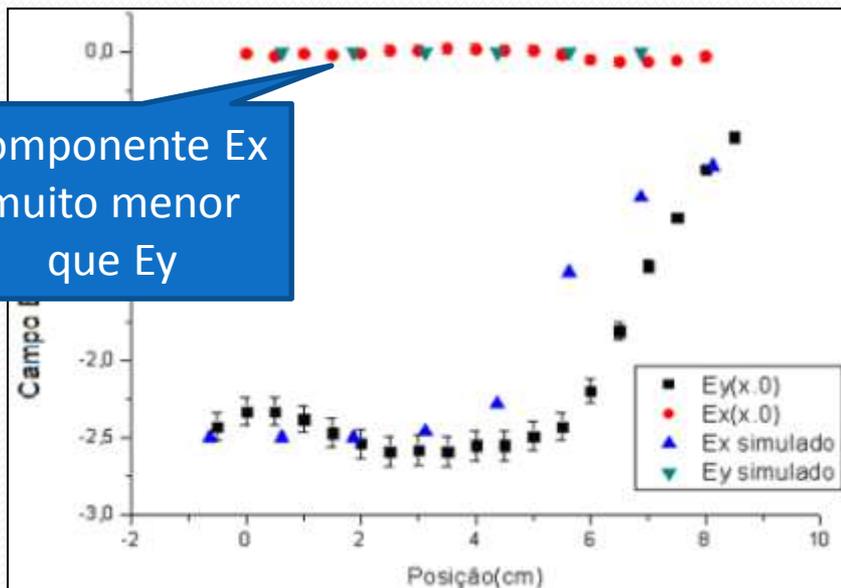


Porque 60,00 - 80,00cm?
E não 0 - 20cm

Pra que a borda??

Campo elétrico ao longo do eixo

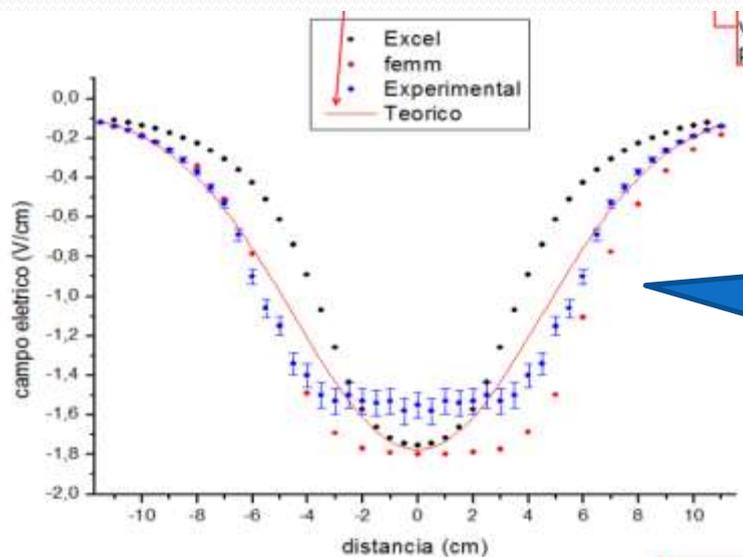
Componente E_x muito menor que E_y



Simulação com valor errado nas placas

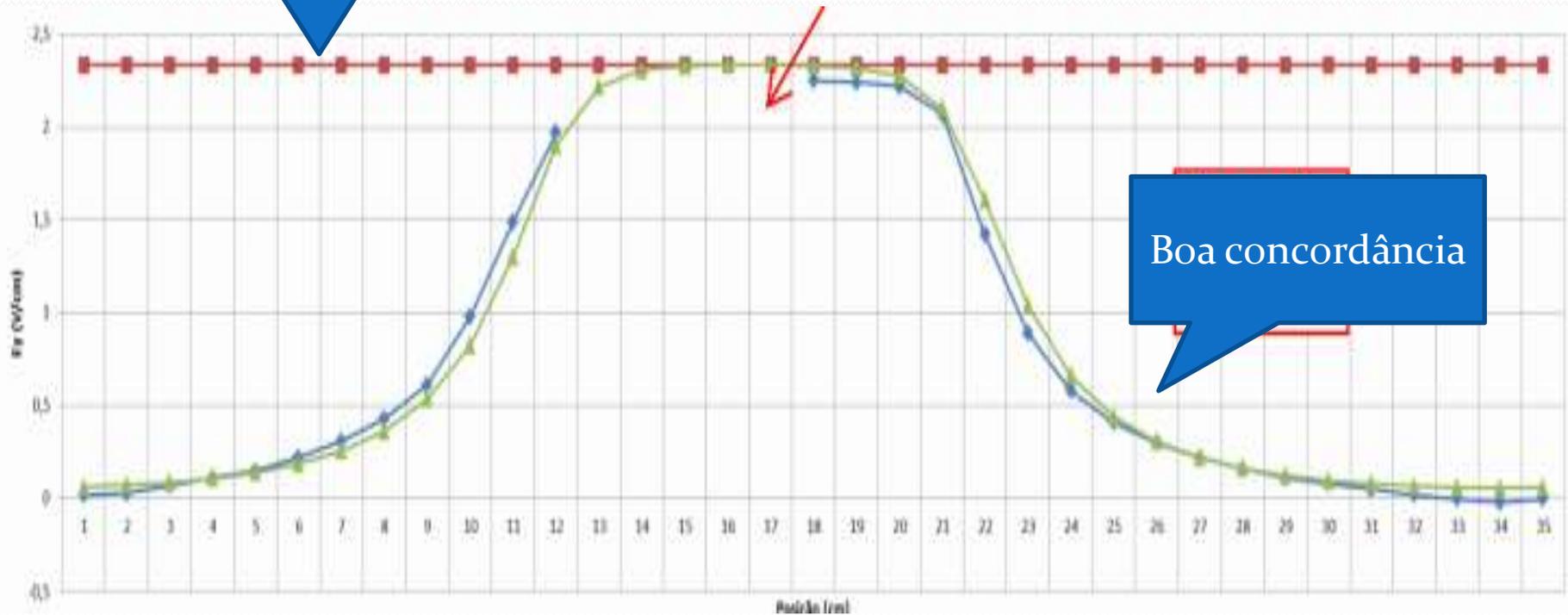


- Não disse qual a fórmula teórica
- Simulação do FEMM e Excel deviam dar iguais;
- Simulação devia ser uniforme entre as placas



Ninguém fez tudo...

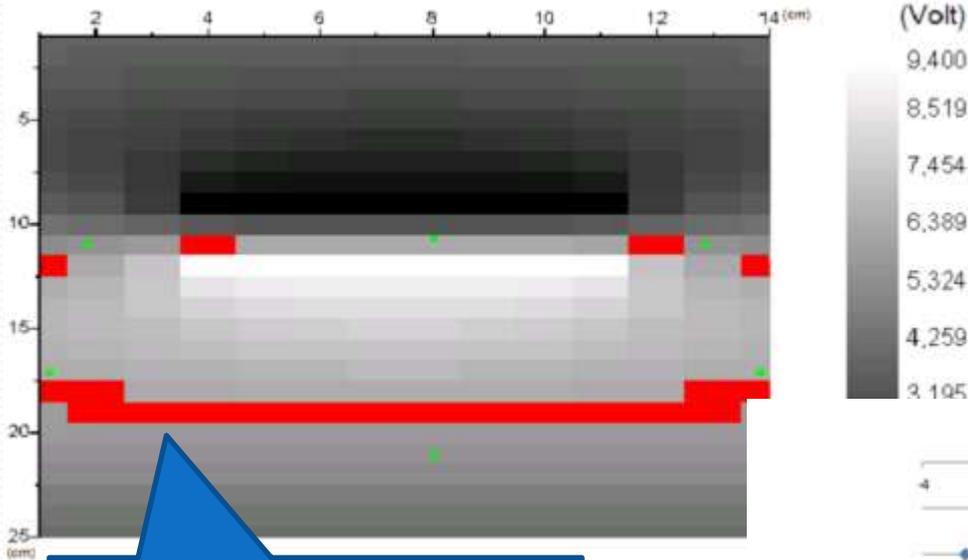
Uma solução teórica era a do capacitor ideal:
 $E_y = \Delta V / \text{Distancia}$



Tarefa 3 desta semana:

- Meça uma equipotencial completa.
 - Escolha um valor de potencial tal que a curva feche entorno de uma das placas.
 - Dica: neste caso, talvez seja mais prático medir com a ponta de prova na mão, ao invés de usar a bancada x-y
- Faça um gráfico 2D colorido (ou curvas de nível) do potencial elétrico simulado na planilha e sobreponha a curva medida acima.
- Comente essa superposição com base nos erros experimentais.

Comparação da equipotencial



Não dá para saber se há compatibilidade ou não

Não está superposto

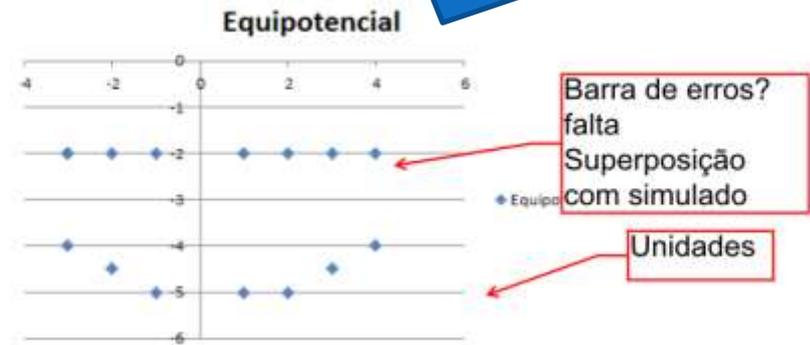
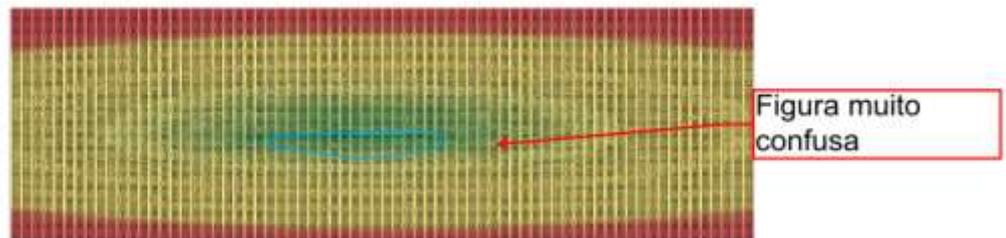
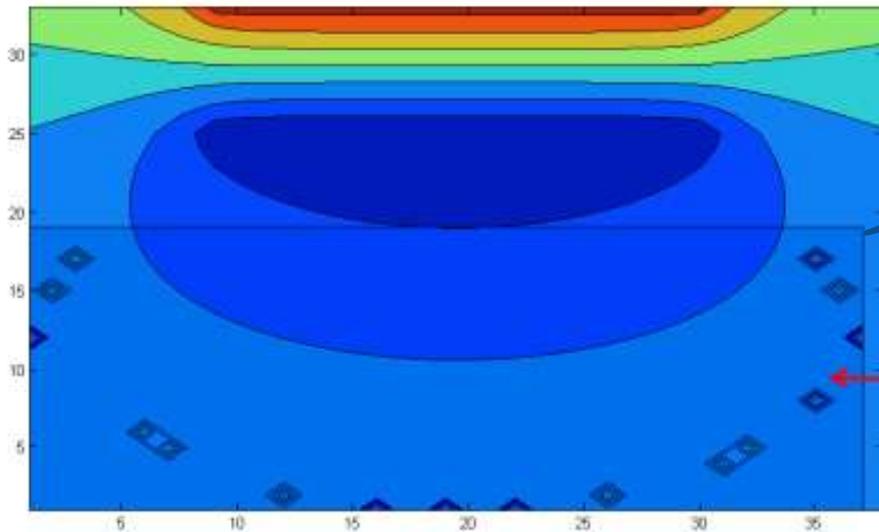


Figura 3: Equipotencial total medida pelo grupo.

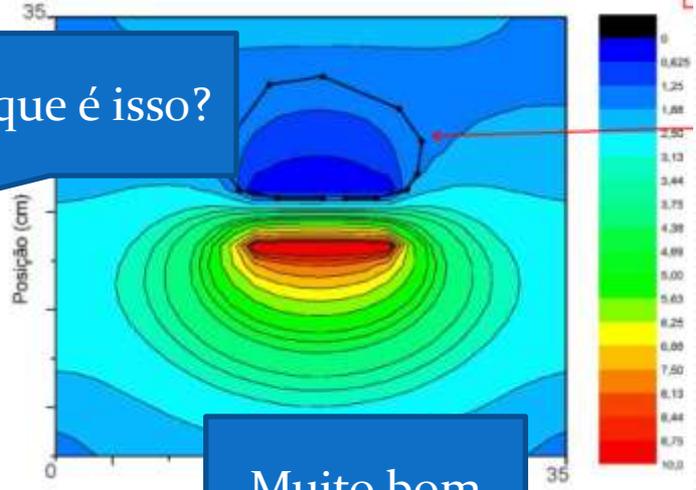
Sobrepondo o potencial total calculado com o simulado pela tabela:



Comparação da equipotencial

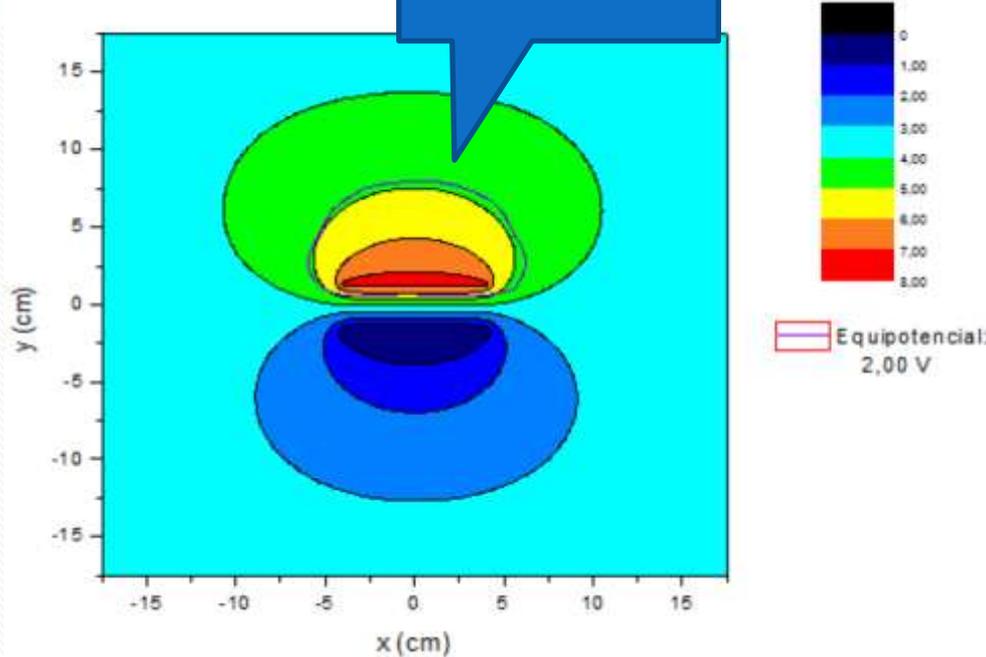
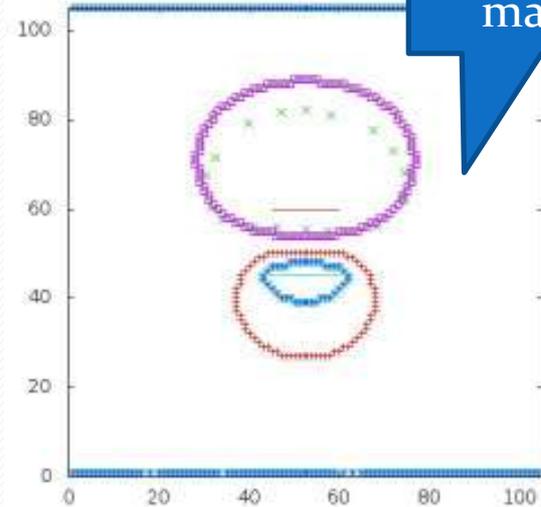


O que é isso?



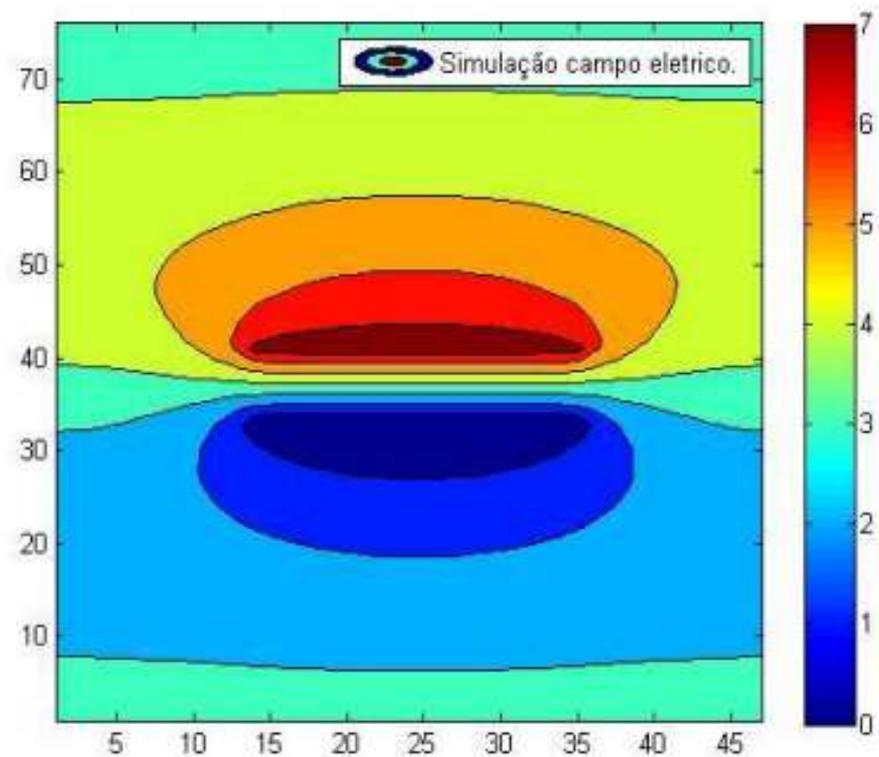
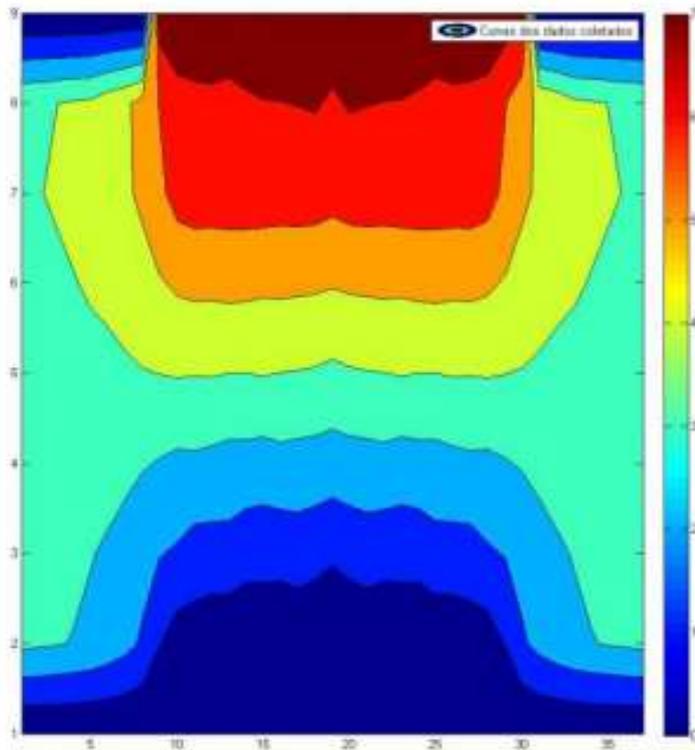
Muito bom

Não tem a matriz...



Interessante

- Este grupo usou as 3 linhas de pontos coletados entre as placas e fez um gráfico 2D do potencial entre as placas.
- Boa comparação qualitativa com a simulação



Como definir as bordas?

