



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA

SEMESTRE 2023.2

Métodos Numéricos para Eletromagnetismo Tarefa de Exercícios N°3

ALUNO: João Vitor de Oliveira Fraga

MATRÍCULA: 537377

CURSO: Engenharia de Telecomunicações

PROFESSOR: Sergio Antenor de Carvalho

QUESTÃO Nº 1

Estude o exemplo 15.5 sobre o capacitor de placas paralelas. Faça um gráfico relacionando o valor da capacitância em função do nível de discretização. Analise a distribuição de potencial e de campo elétrico em dois planos, um paralelo as placas e outro perpendicular.

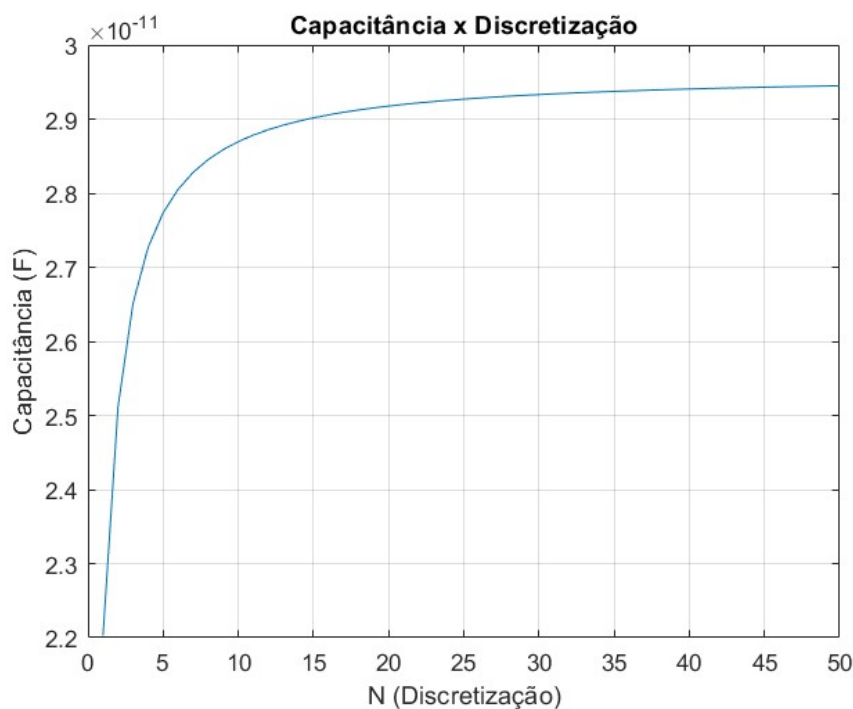
Resposta: É pedido para calcular o valor da capacitância, contudo não sabemos se a distribuição de carga é linear ou não, sendo necessário o uso do Método dos Momentos para resolver a equação.

Sabemos que

$$Q = \int \rho ds,$$

logo, precisamos saber da carga para cada valor de ρ . E após isso conseguiremos calcular a capacitância usando a relação de $C = \frac{Q}{V}$, que é possível pois a tensão nos é dada e vale $2V$. Após aplicarmos o método dos momentos obtemos o seguinte gráfico, relacionando a capacitância com a discretização.

Figura 1: Capacitância x Discretização



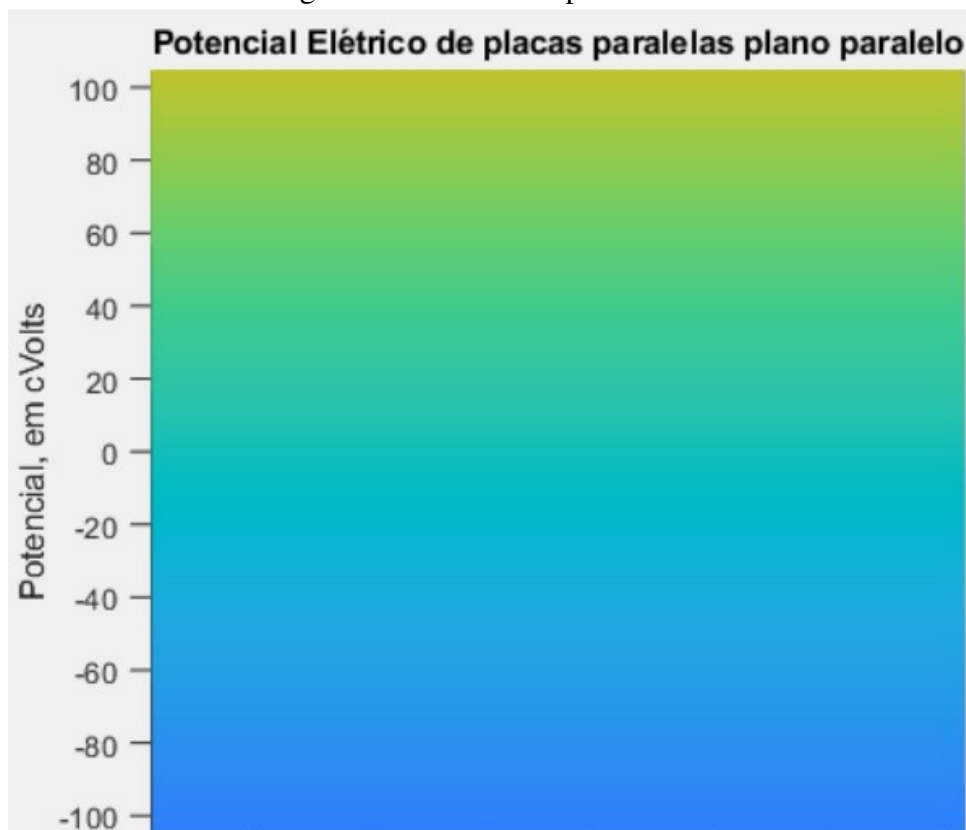
Fonte: Elaborado pelo autor.

Conseguimos perceber um crescimento logarítmico da capacitância em relação a discretização. Esta progressão parece atingir um limite, onde a derivada se aproxima de zero, sugerindo um

crescimento quase nulo além deste ponto. De nossas observações, temos que, por volta de $N = 40$, o crescimento já teria se estabilizado.

Avançando, precisamos examinar a distribuição de potencial elétrico e campo elétrico do capacitor em dois diferentes planos, um paralelo e um perpendicular às placas. Portanto, um precisa ser obrigatoriamente no plano $z = 0$, enquanto o outro pode ser $x = 0$ ou até mesmo $y = 0$

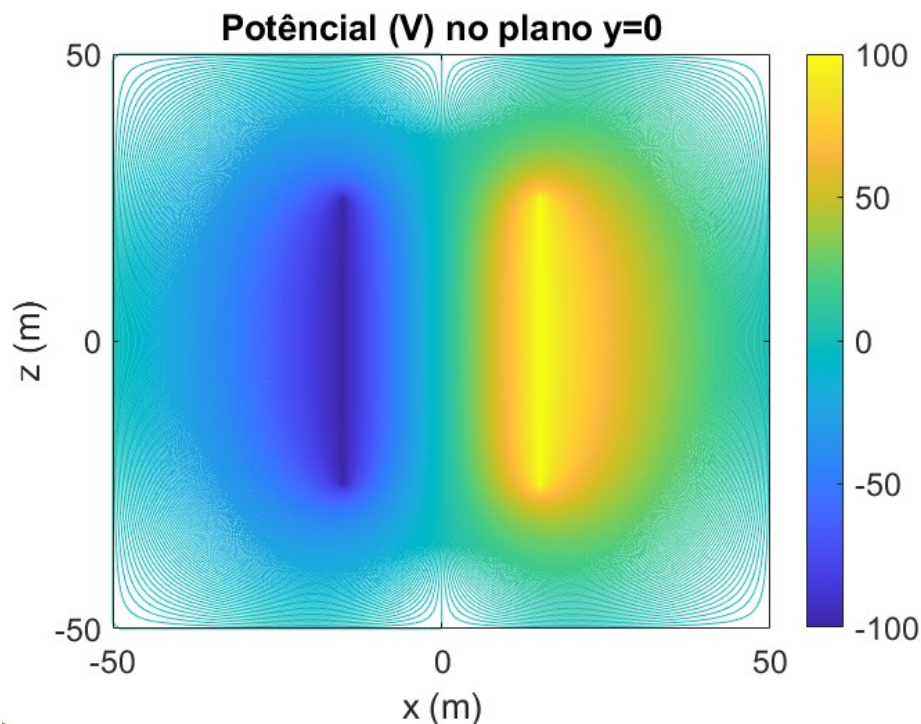
Figura 2: Potencial no plano $z = 0$



Fonte: Elaborado pelo autor.

As análises dos gráficos revelam que o potencial e o campo elétrico do capacitor condizem bastante com os conceitos que aprendemos em Eletromagnetismo Básico. Verificamos que a análise do capacitor em um plano perpendicular às placas oferece uma compreensão maior comparada ao plano paralelo, especialmente quando se observa o gráfico de campo elétrico. No plano perpendicular, as placas, a distribuição de potencial e o campo elétrico no espaço são visíveis e analisáveis, enquanto no plano paralelo, a visualização e a compreensão são mais desafiadoras, demandando um zoom para perceber as linhas de campo que entram e saem do

Figura 3: Potencial no plano $y = 0$



Fonte: Elaborado pelo autor.

plano, devido à orientação paralela das placas à nossa perspectiva.

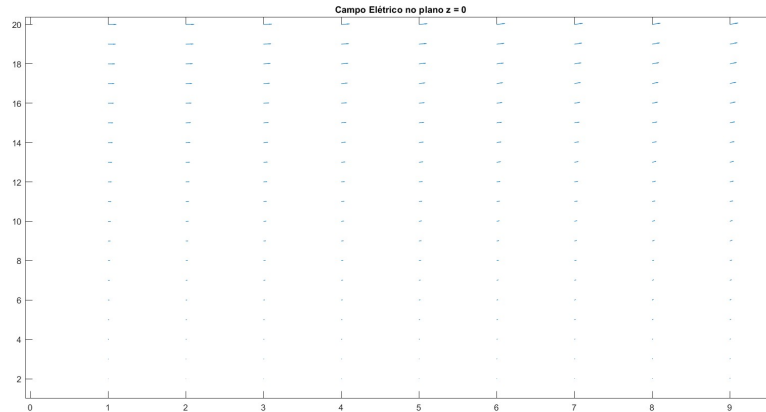
QUESTÃO Nº 2

Estude o exercício prático 15.5 sobre fios condutores paralelos. Faça um gráfico relacionando o valor da capacitância (maior e menor) função do nível de discretização. Para a discretização escolhida faça um gráfico relacionado a capacitância em função da distância. Para a capacitância menor e a maior analise a distribuição de potencial e de campo elétrico em dois planos, um contendo os dois fios e outro perpendicular a este.

Resposta: Neste segundo problema, a tarefa essencial é modificar os códigos da primeira questão de forma a considerar um dos lados do capacitor como um fio, ao tornar um lado do capacitor nulo. A partir desta modificação, somos levados ao primeiro conjunto de gráficos. Esses representam a capacitância em relação à discretização, com um dos fios perfeitamente alinhado ao outro, enquanto na segunda questão, um dos fios está um metro à frente do outro.

Observa-se, ao analisar as representações, que uma maior distância x_0 resulta em uma redução da capacitância. Este é um fenômeno expectável, já que, ao aumentar indefinidamente

Figura 4: Campo Elétrico no plano $z = 0$



Fonte: Elaborado pelo autor.

essa distância, a interação entre os fios paralelos se extinguirá. A investigação deste fenômeno se concentra, então, no intervalo onde $0 \leq x_0 \leq 1$.

A análise foi conduzida com uma discretização de $N = 25$, e os dados indicam uma tendência de x_0 a zero. A capacitância demonstrou ser maior para $x_0 = 0$ e menor para $x_0 = 1$.

Após essa investigação inicial, foi necessário ajustar as representações gráficas do capacitor de placas paralelas para refletir fios paralelos e estudar os novos resultados. A tensão foi incrementada para realçar tanto o potencial quanto o campo elétrico.

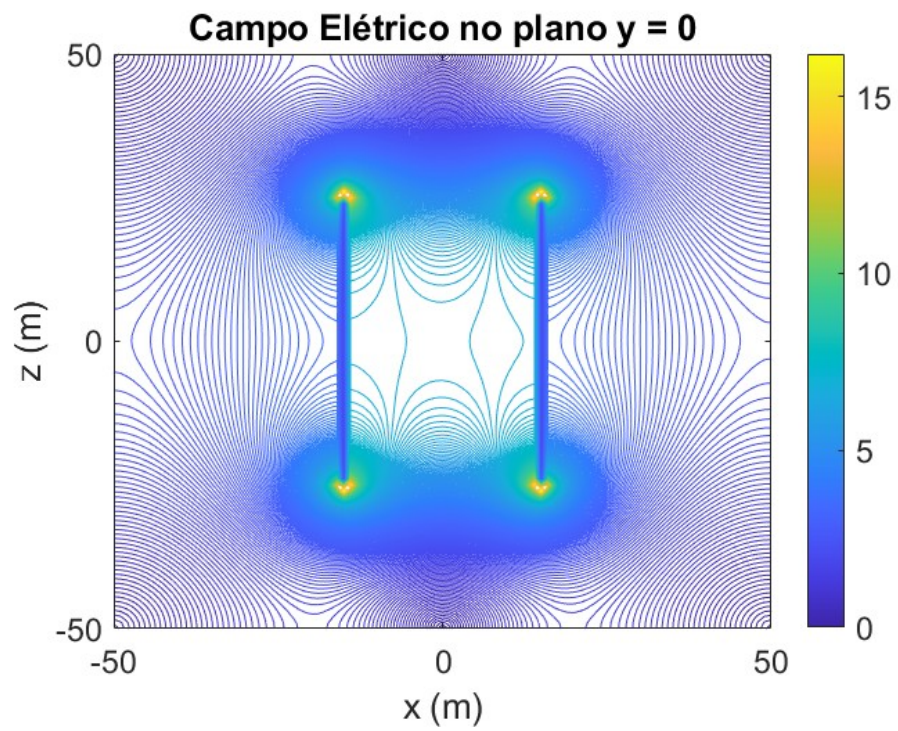
De início, intensifiquei a tensão de todos os gráficos, aprimorando a visibilidade tanto do potencial quanto do campo elétrico.

Começamos a analisar os gráficos. Começando pelas Figuras 8 e 10, que ilustram o potencial no plano perpendicular. Observa-se que uma leve redução na capacitância resulta em uma pequena queda no potencial, ainda que essa variação não seja muito significativa.

Já nas Figuras 9 e 11, percebemos variações na intensidade do campo.

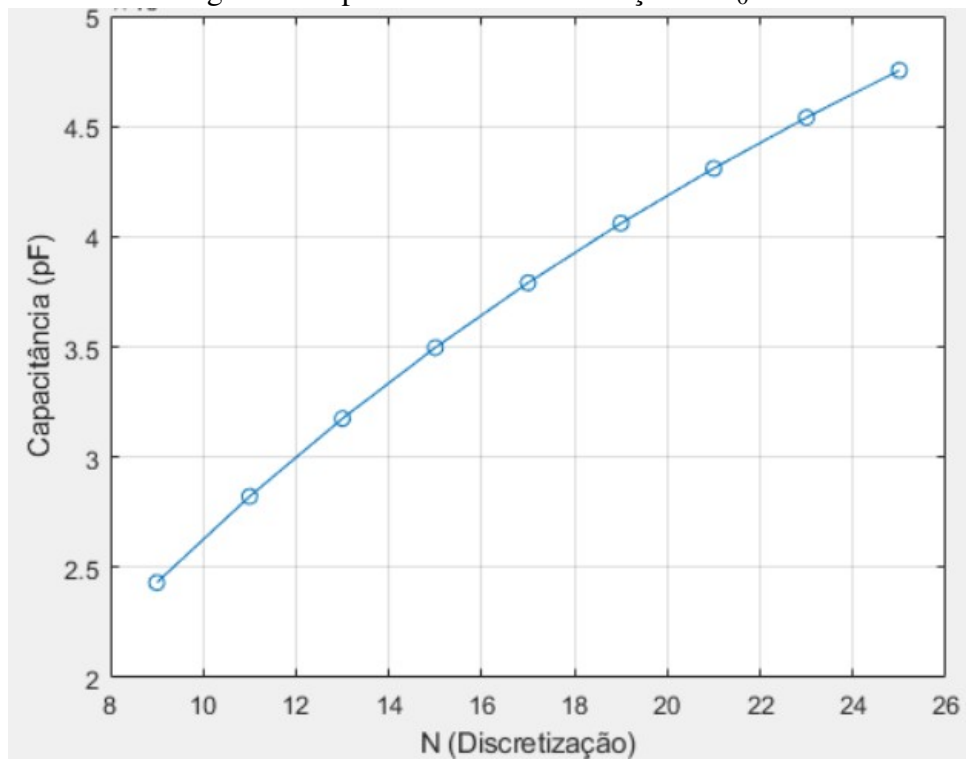
Ao analisar os gráficos de uma perspectiva alinhada aos fios, que, por serem fios, se assemelham a uma visão superior, identificamos que tal perspectiva não é muito vantajosa. Assim, optei por uma rotação no gráfico, permitindo uma visão paralela. Esta nos mostra a distribuição de potencial ao redor do fio. Se observarmos o fio com potencial positivo superior, os gráficos são consistentes com as Figuras 12 e 14. Por outro lado, ao analisar o campo elétrico, a distinção é sutil, mas há variações, especialmente quando as coordenadas são $x_0 = 0$ e $x_0 = 1$.

Figura 5: Campo Elétrico no plano $y = 0$



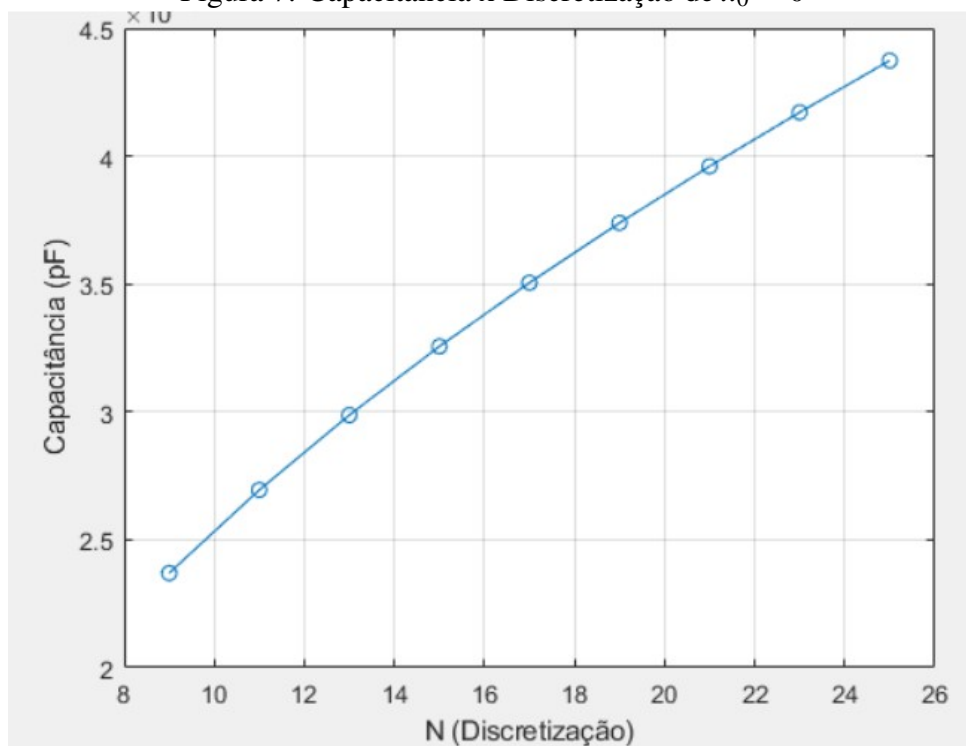
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6: Capacitância x Discretização de $x_0 = 0$



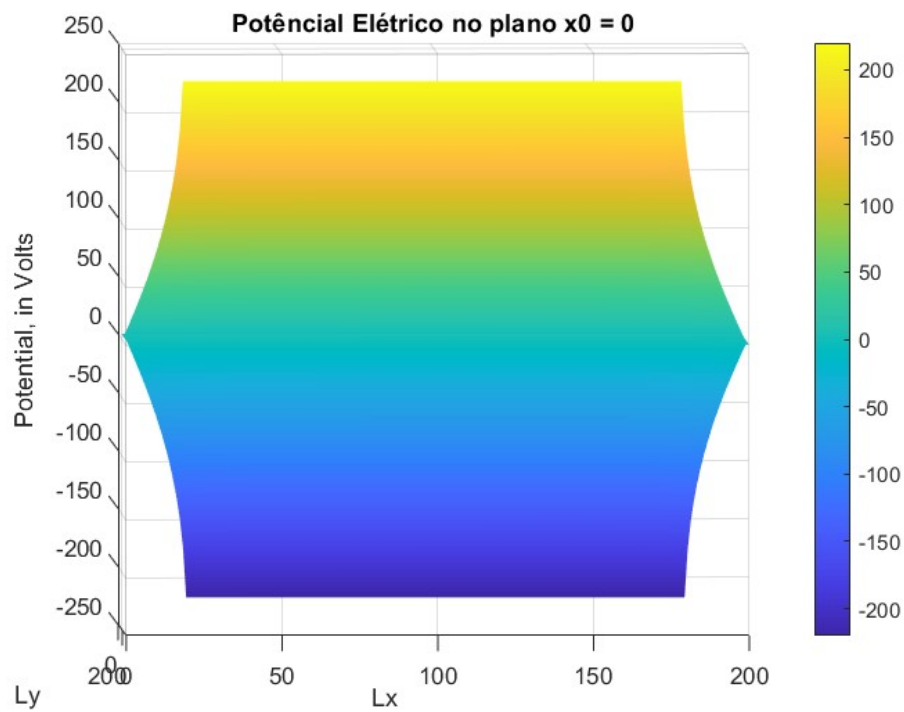
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7: Capacitância x Discretização de $x_0 = 0$



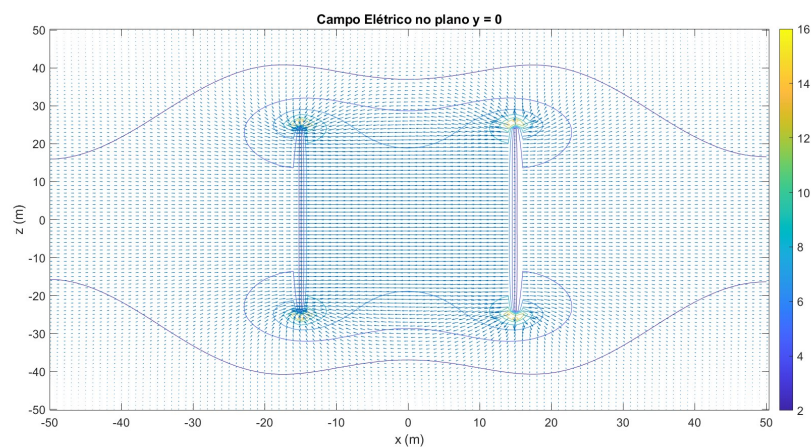
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8: Potencial Elétrico (V) perpendicular $x_0 = 0$



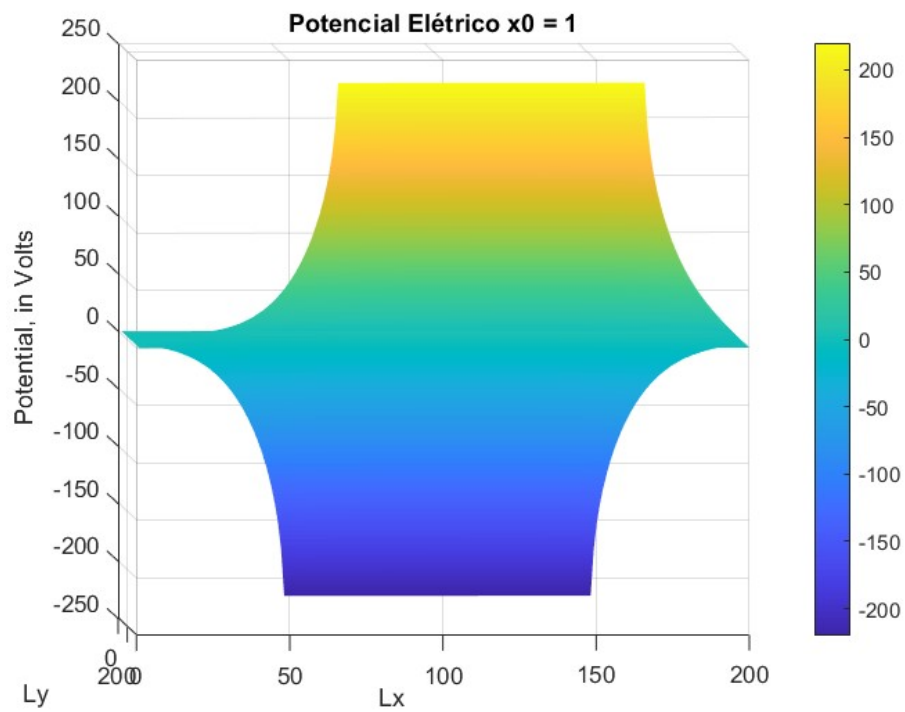
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9: Campo Elétrico perpendicular $x_0 = 0$



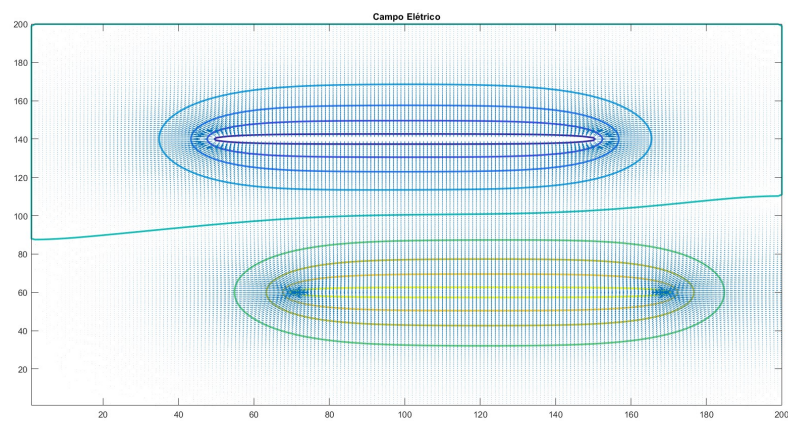
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10: Potencial Elétrico (V) perpendicular $x_0 = 1$



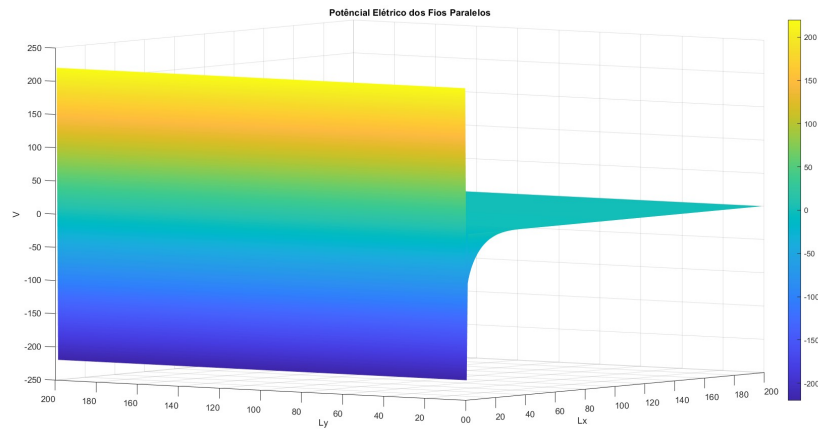
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11: Campo Elétrico perpendicular $x_0 = 1$



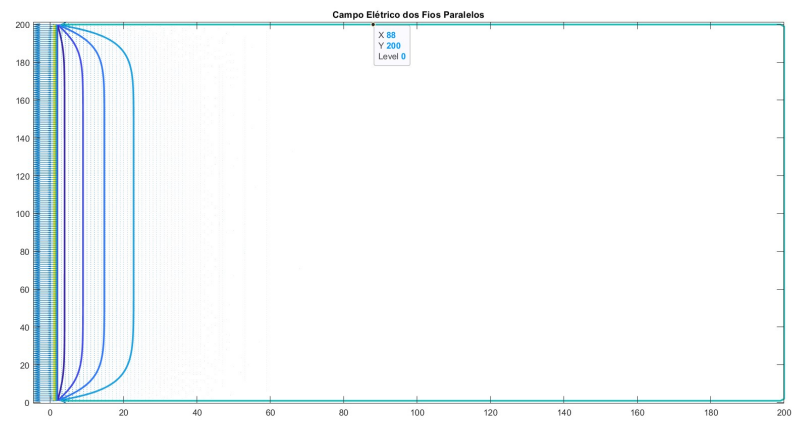
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12: Potencial Elétrico (V) paralelo $x_0 = 0$



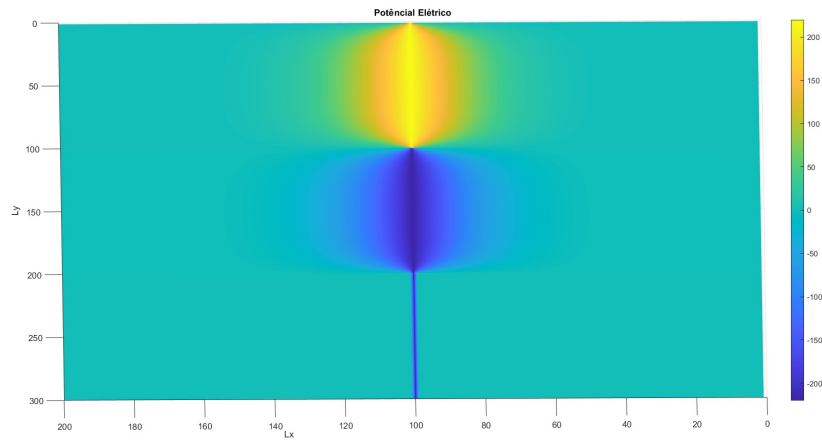
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13: Campo Elétrico paralelo $x_0 = 0$



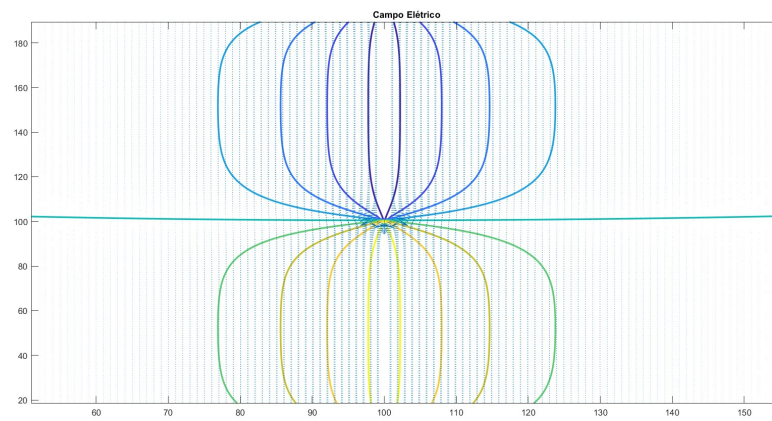
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14: Potencial Elétrico (V) paralelo $x_0 = 1$



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15: Campo Elétrico paralelo $x_0 = 1$



Fonte: Elaborado pelo autor.