

Simulação numérica de campos elétricos causados pela presença de sensores capacitivos durante a ebulição convectiva de hidrocarbonetos

Autor: Lai Yung Shen

Orientador: Jeferson Diehl de Oliveira

Instituição : Centro Universitário da Serra Gaúcha

INTRODUÇÃO

As simulações numéricas de escoamento bifásico representam, atualmente, uma ferramenta muito importante na análise fenomenológica de variáveis como fração de vazio e título de vapor. O estudo do comportamento do potencial elétrico em escoamento bifásico propicia uma avaliação da sensibilidade de protótipos de sensores capacitivos que, por sua vez, são amplamente aplicados na indústria de refrigeração e petroquímica, por exemplo.

OBJETIVO

Desenvolvimento de simulações numéricas bidimensionais da variação do campo elétrico causada pelas diferentes permissividades elétricas da fase líquida e de vapor na ebulição convectiva dos refrigerantes isobutano e propano.

METODOLOGIA

As simulações desenvolvidas utilizam a solução numérica da equação de Laplace no plano bidimensional junto na presença de condutores (placas capacitivas) e é desenvolvida em linguagem de programação C. As malhas computacionais são obtidas a partir de imagens reais de escoamento bifásico que são tratadas numericamente para a identificação das distintas regiões contendo ambas as fases, com suas respectivas permissividades elétricas. Posteriormente, tais malhas são utilizadas na solução numérica do potencial elétrico, originando resultados associados ao campo elétrico e capacitância do meio bifásico. Tais resultados, por sua vez, são apresentados com o uso de recursos algébricos e gráficos do Matlab.

Figura 1 - Propriedades dos fluidos refrigerantes propano e isobutano nas condições simuladas obtidas a partir do REFPROP 9.0.

6: propane: Saturation points (at equilibrium)										
	Temperature (K)	Pressure (MPa)	Liquid Density (kg/m ³)	Vapor Density (kg/m ³)	Liquid Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Entropy (kJ/kg-K)	Vapor Entropy (kJ/kg-K)	Liquid Dielec. Const.	Vapor Dielec. Const.
1	298.15	0.95207	492.36	20.618	265.11	600.84	1.2247	2.3507	1.6543	1.0227
2										

3: isobutane: Saturation points (at equilibrium)										
	Temperature (K)	Pressure (MPa)	Liquid Density (kg/m ³)	Vapor Density (kg/m ³)	Liquid Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Entropy (kJ/kg-K)	Vapor Entropy (kJ/kg-K)	Liquid Dielec. Const.	Vapor Dielec. Const.
1	298.15	0.35067	550.65	9.1258	258.98	587.90	1.2053	2.3085	1.7453	1.0099
2										

Metodologia

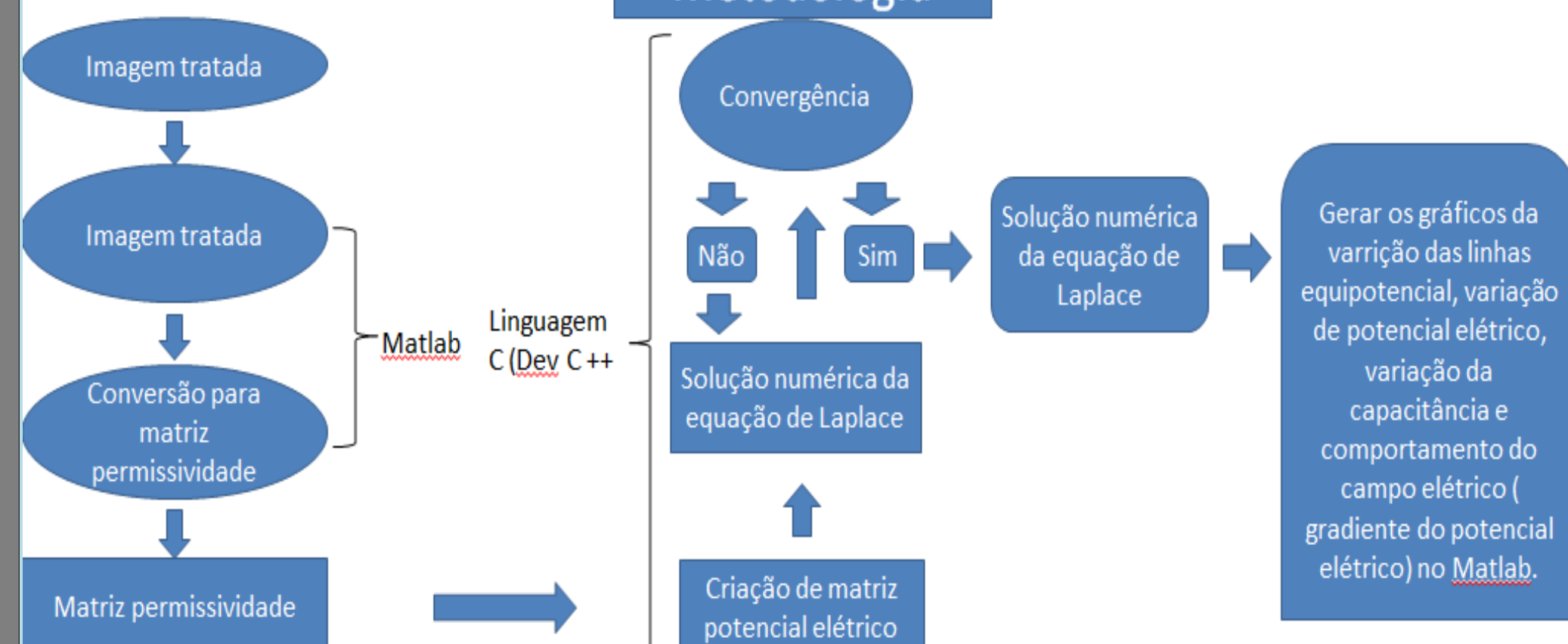


Figura 2 - Malhas numéricas obtidas a partir de imagens de escoamento bifásico para a determinação da permissividade elétrica de cada fase.

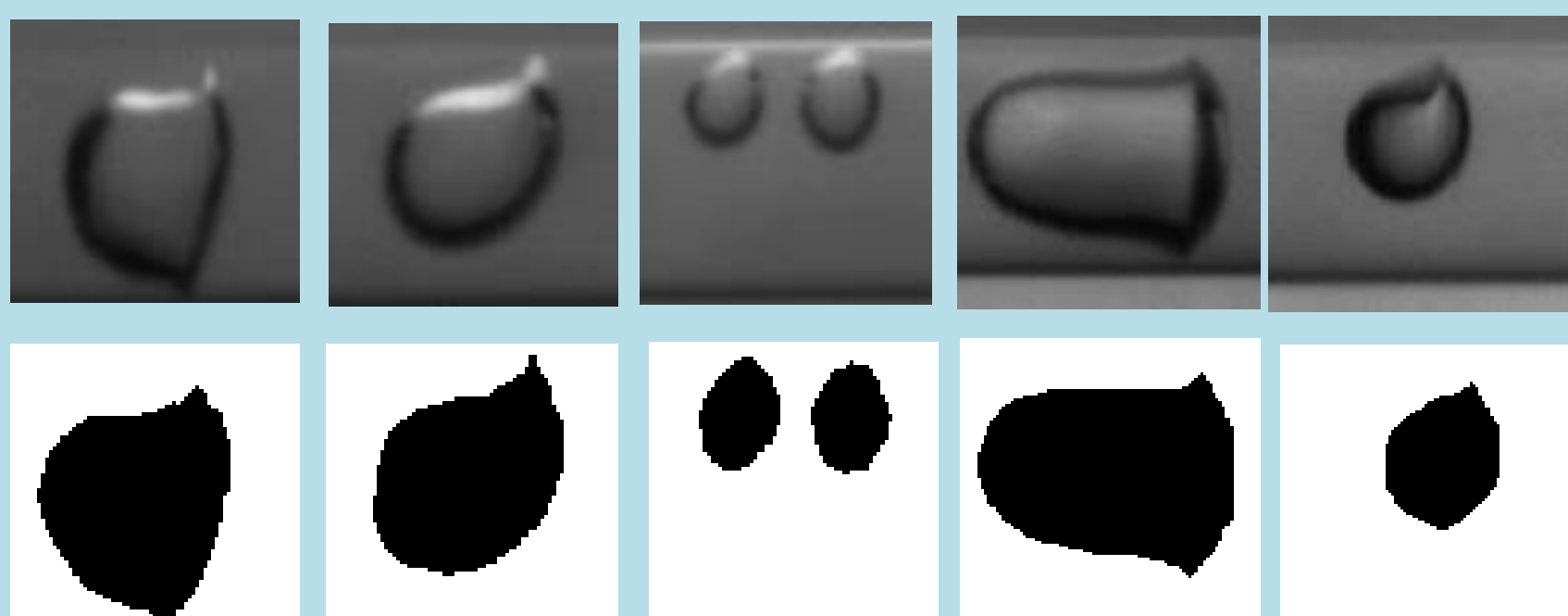


Figura 3 - Variação de capacitância ao longo do eixo horizontal.

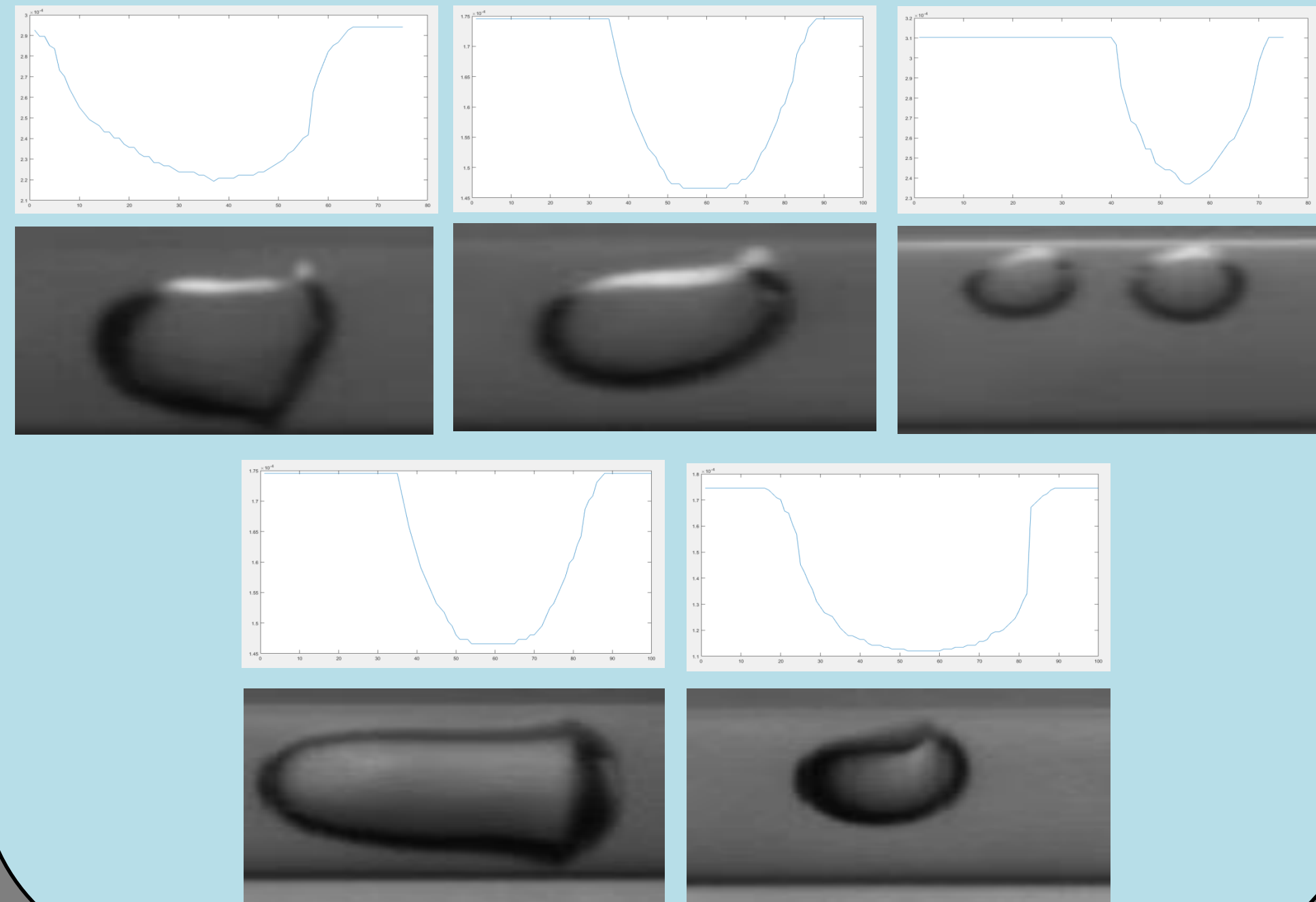


Figura 4 - Comportamento das linhas equipotenciais causadas pela presença da fase de vapor.

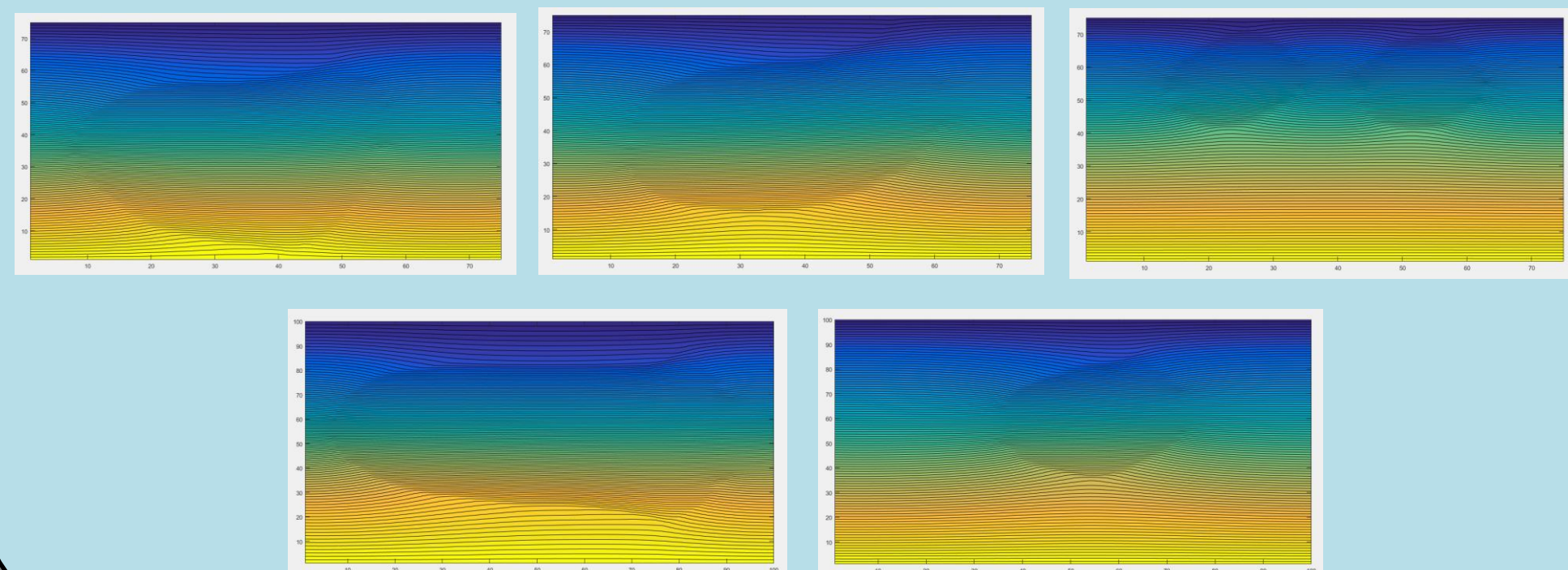


Figura 5 - Comportamento do campo elétrico gerado pela interface do fluido e vapor.

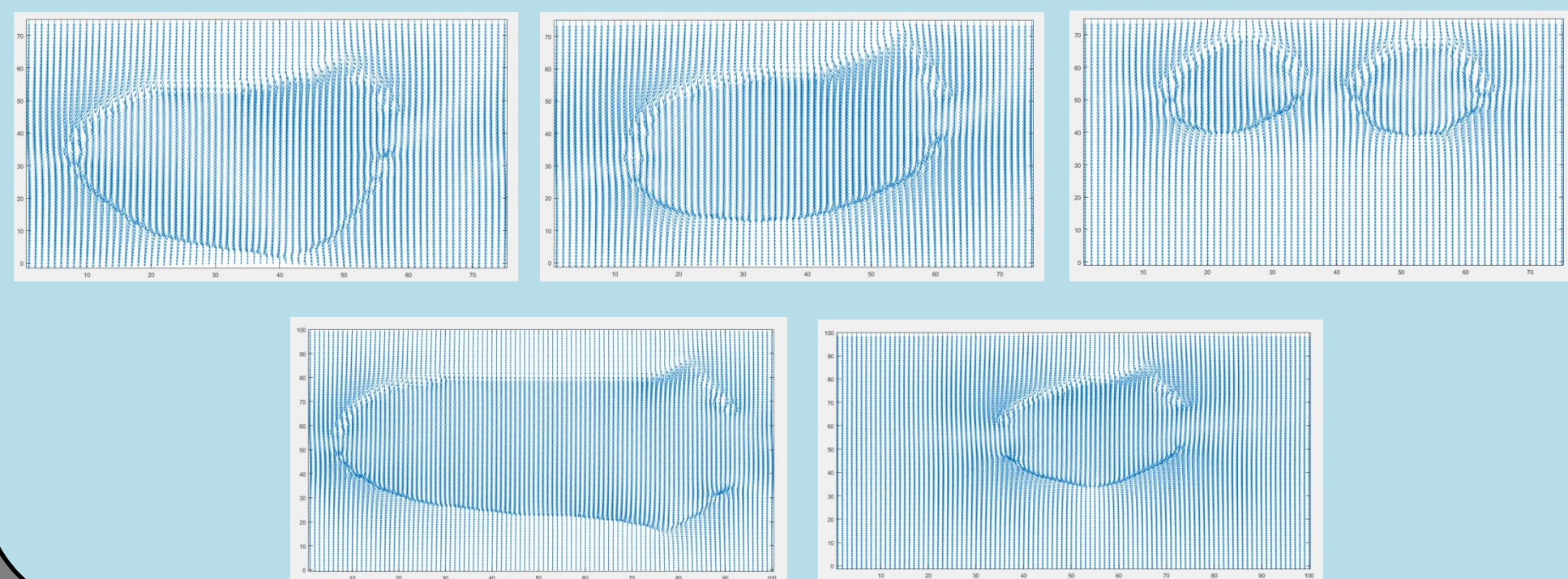
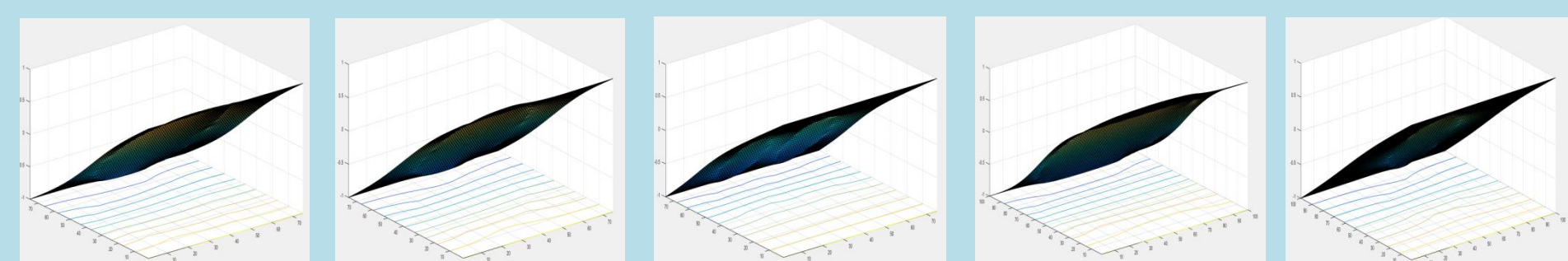


Figura 6 - Malhas tridimensionais do potencial elétrico.



Conclusão

O método empregado, utilizando a solução numérica da equação de Laplace, mostra-se eficiente na obtenção do potencial elétrico de escoamentos bifásico e a análise da variação da capacitância indica a considerável influencia das diferentes permissividades elétricas ambas as fases. Os resultados obtidos podem ser utilizado para construção de protótipos de sensores capacitivos aplicados à indústria e pesquisa. Devido à baixa razão entre as constantes dielétricas de ambas as fases, observa-se a necessidade de sensores mais precisos para a aplicação em hidrocarbonetos.