

## Laboratório 09: MMI

Professor: Adolfo Fernandes Herbster

Aluno: Edilberto Elias Xavier Junior

Matrícula: 120210134

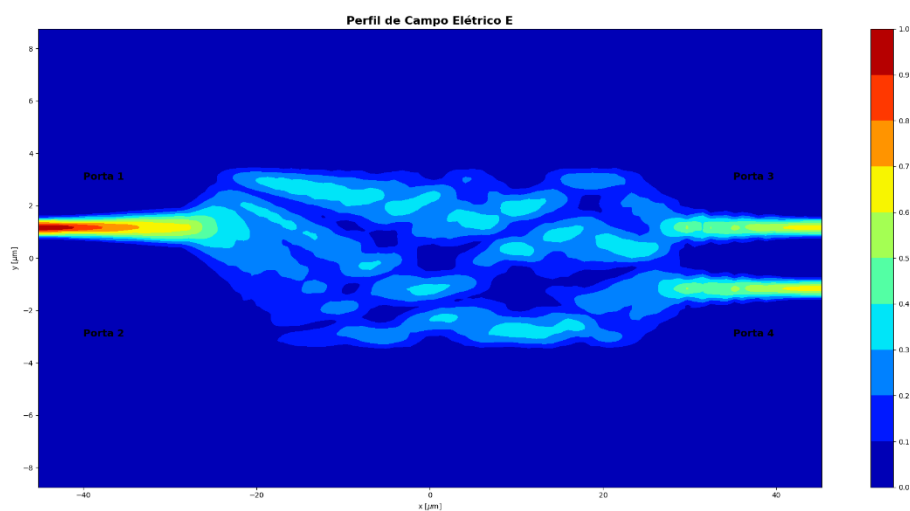
## 1. Objetivo

- gerar os componentes e objetos de simulação por meio da API Python;
- realizar análises do dispositivo por meio do API Python;
- utilizar o Lumerical EME para determinar o comprimento ótimo da caixa central de um MMI;
- comparar o desempenho do MMI simulado no EME com os resultados obtidos por meio do varFDTD e FDTD;
- utilizar o Lumerical INTERCONNECT para simular o dispositivo utilizando os parâmetros S gerados no EME e FDTD.

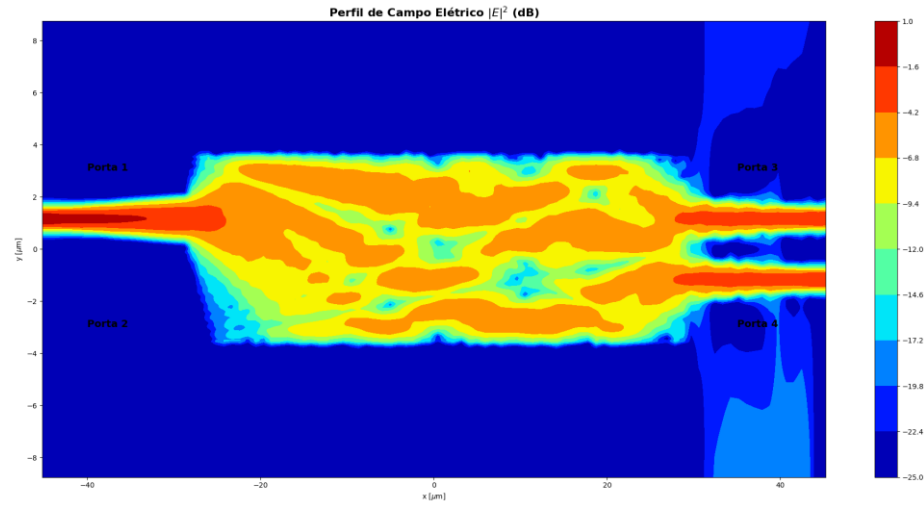
## 2. Atividades

### 2.1 Simulação - solver EME

- Simulação do dispositivo



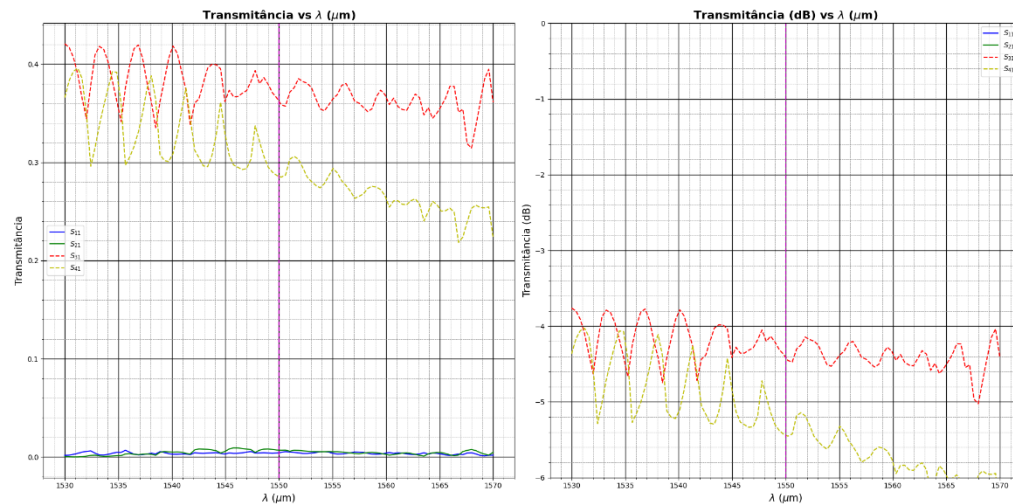
**Perfil de Campo Elétrico – EME - 57.42μm – Escala Linear**



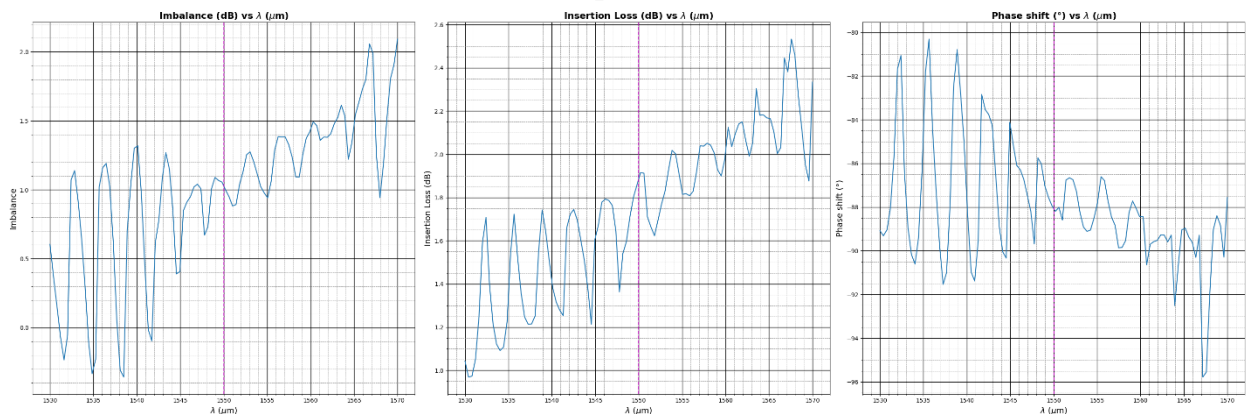
**Perfil de Campo Elétrico – EME - 57.42μm – Escala Logarítmica**

Através da formula descrita no Guia de Simulação – MMI,  $L = 3 * \frac{L\pi}{N}$ , e das imagens acima para duas imagens é necessário um comprimento de 57,42μm para duas imagens e 38,28μm para 3 imagens, nota-se que são valores relativamente proximos , mas que geram quantidades de imagens distintas.

- Desempenho em função do comprimento de onda**

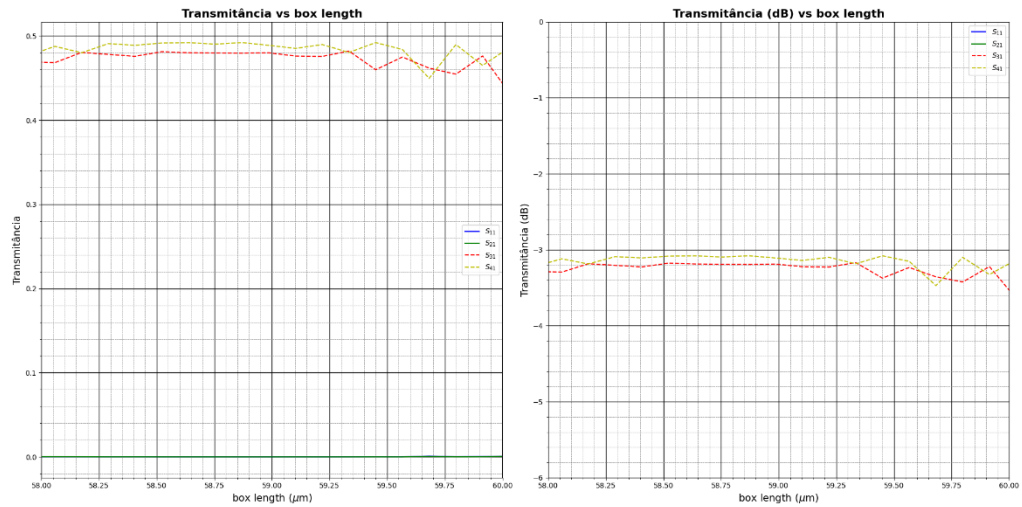


**Transmissão nas portas do MMI - EME**

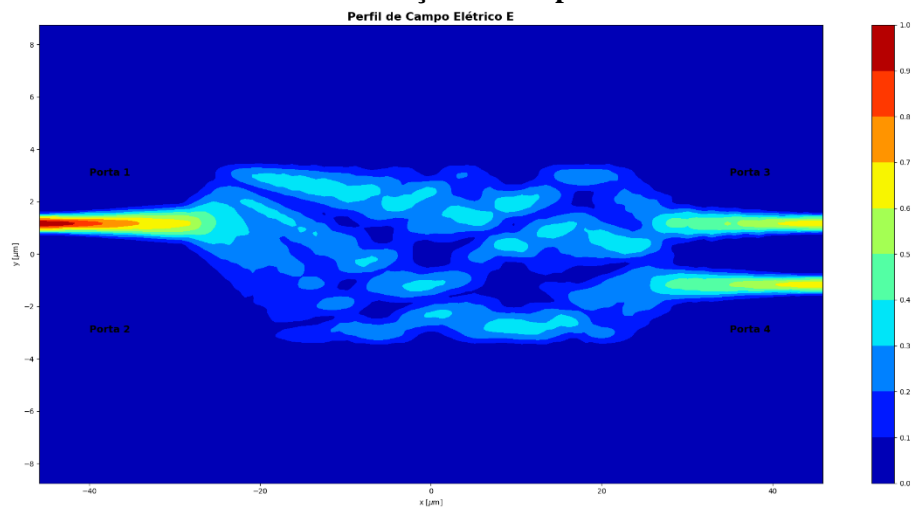


**Imbalance e Perda de Inserção nas portas – EME**

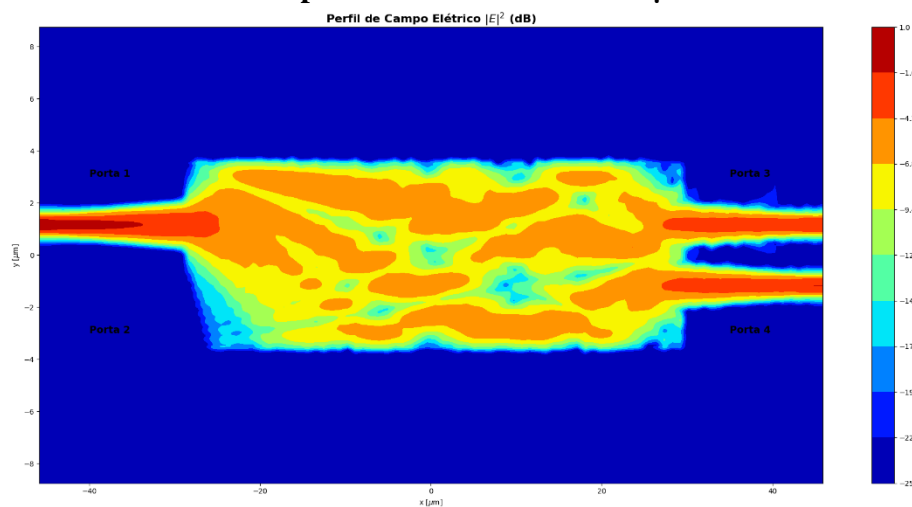
- Otimização do comprimento da caixa central



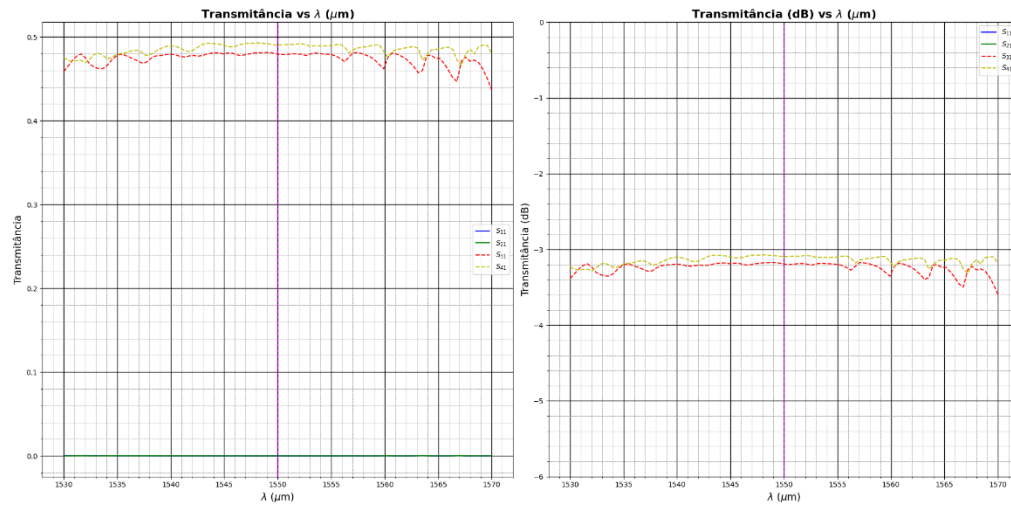
### Transmitancia em função do comprimento da caixa do MMI



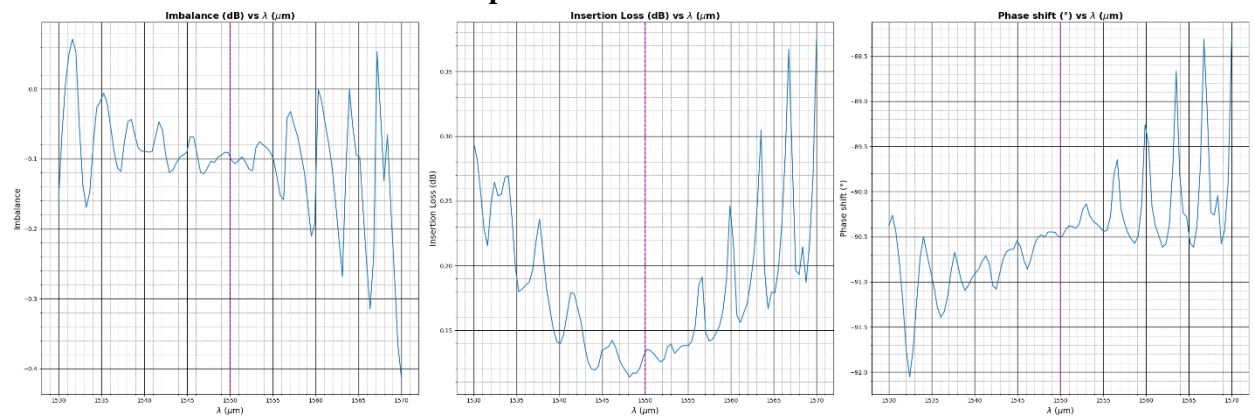
### Perfil de Campo Elétrico – EME - 58.75μm – Escala Linear



### Perfil de Campo Elétrico – EME - 58.75μm – Escala Logarítmica



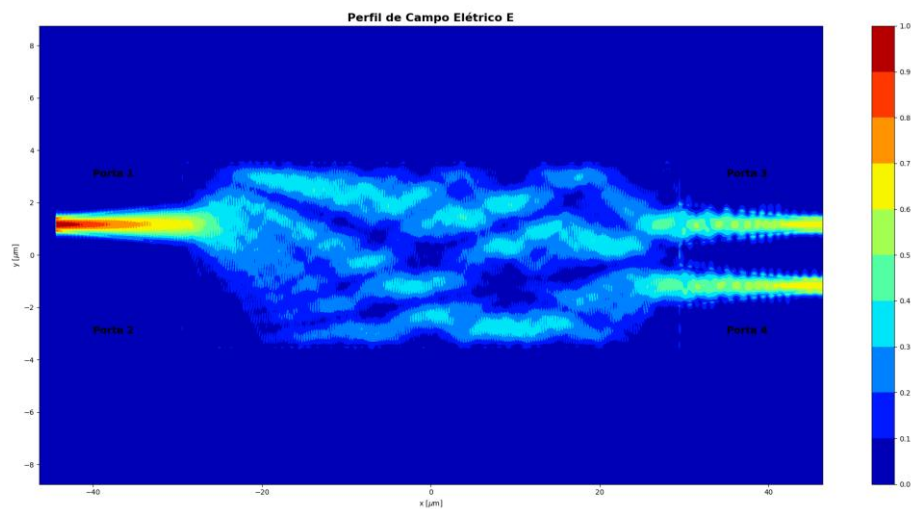
### Transmissão nas portas do MMI – EME – Otimizado



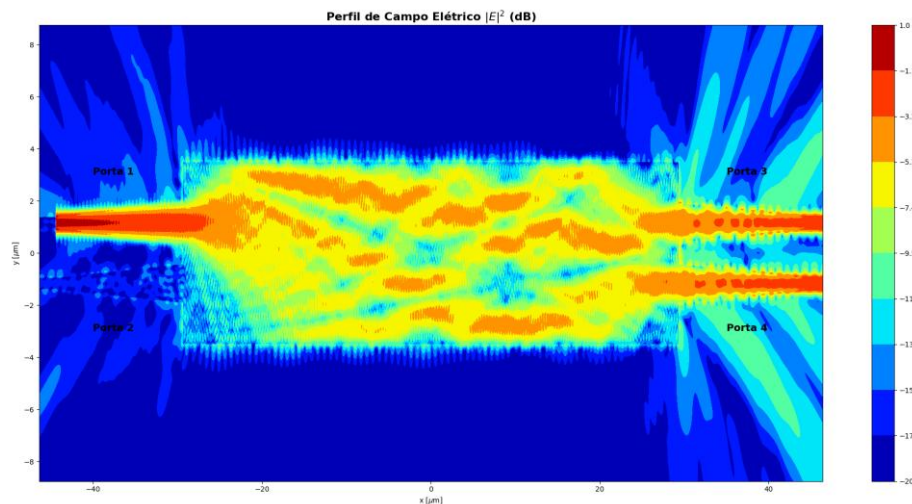
### Imbalance e Perda de Inserção nas portas – EME - Otimizado

## 2.2 Simulação - solver varFDTD

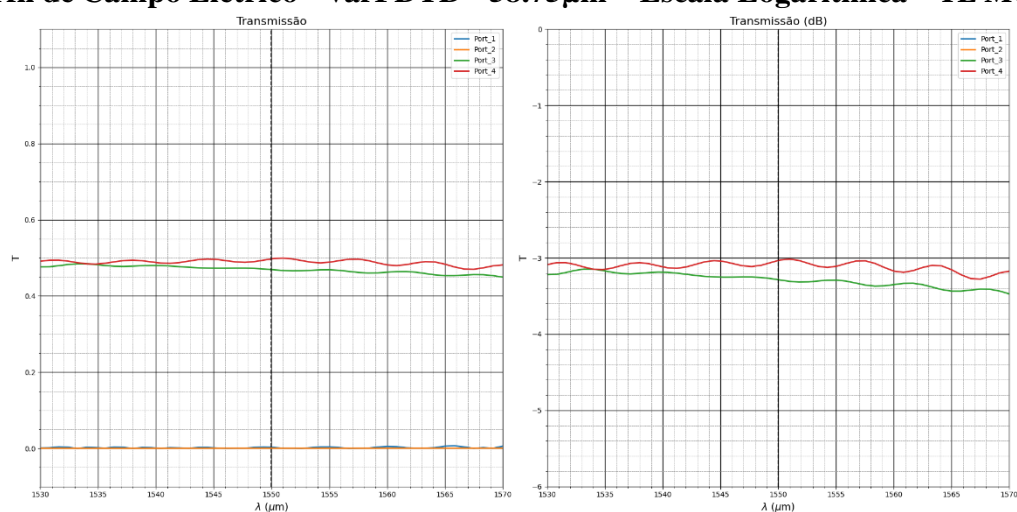
- Simulação do dispositivo



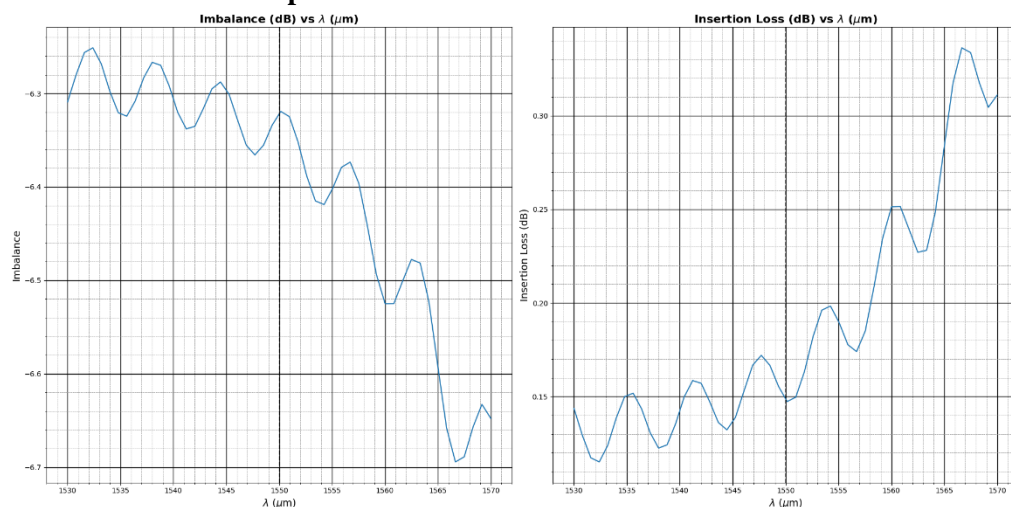
### Perfil de Campo Elétrico – varFDTD - 58.75μm – Escala Linear – TE MODE



**Perfil de Campo Elétrico – varFDTD - 58.75 $\mu\text{m}$  – Escala Logarítmica – TE MODE**

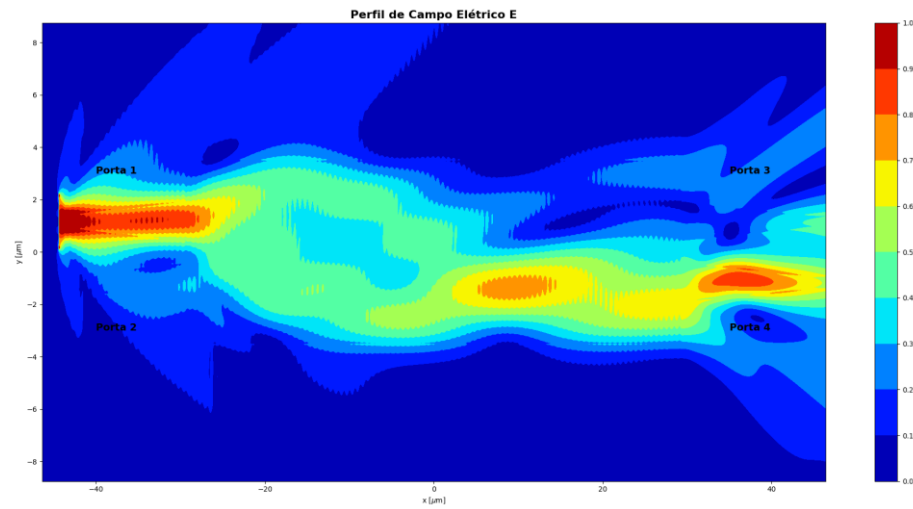


**Transmissão nas portas do MMI – varFDTD – Otimizado – TE MODE**

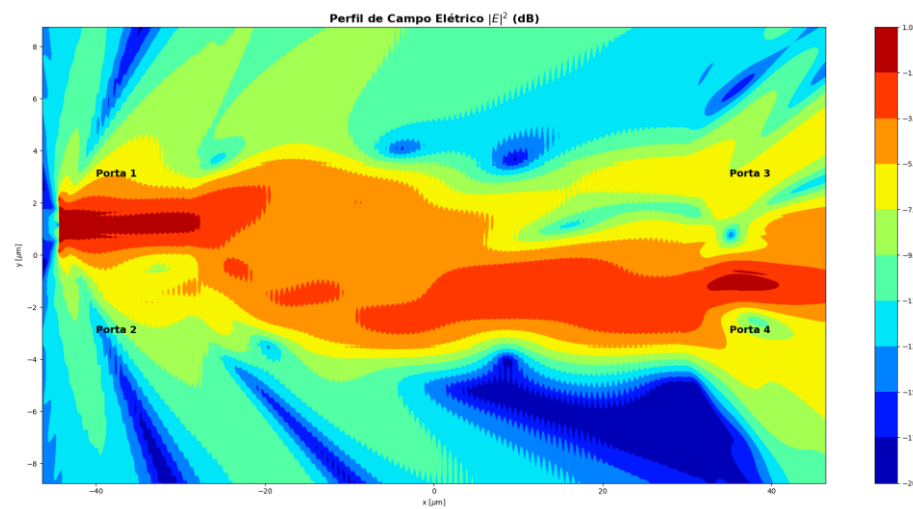


**Imbalance e Perda de Inserção nas portas – varFDTD – Otimizado – TE MODE**

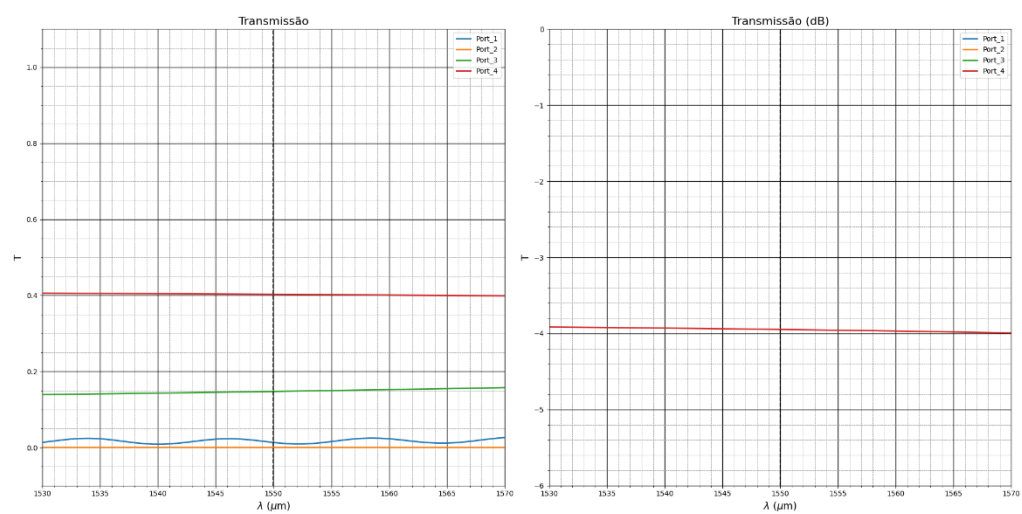
A transmissão para 1550nm foi de aproximadamente 0,5 ou -3dB, isto é, as portas seguem um tipo 50/50, a perda de inserção para o mesmo comprimento de onda é de aproximadamente 0.15dB. O uso do varFDTD é mais confiável, seu tipo de simulação ele faz uma aproximação no plano 2D do dispositivo 3D que não é o caso do EME solver, mostrado na extração dos resultados da perda de inserção e nas transmissões.



**Perfil de Campo Elétrico – varFDTD - 58.75μm – Escala Linear – TM MODE**

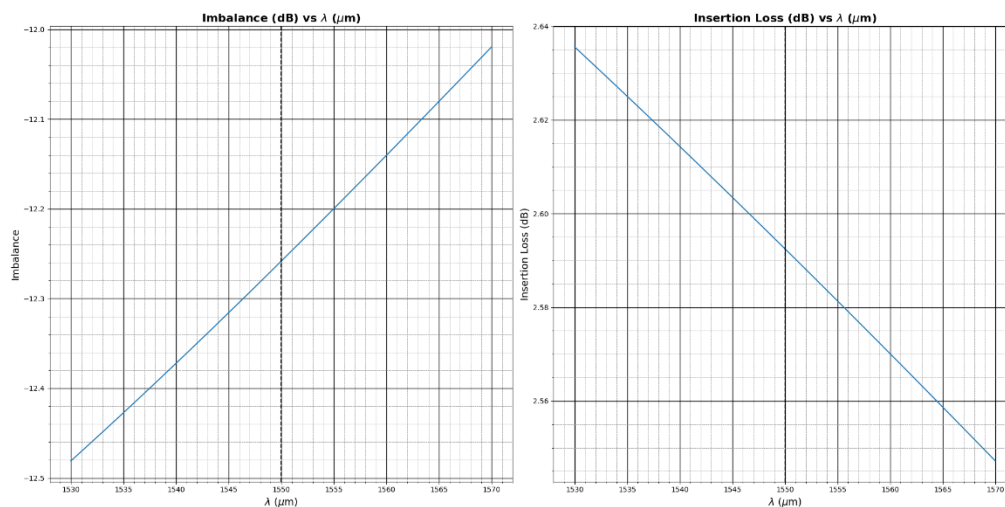


**Perfil de Campo Elétrico – varFDTD - 58.75μm – Escala Logarítmica – TM MODE**



**Transmissão nas portas do MMI – varFDTD – Otimizado – TM MODE**



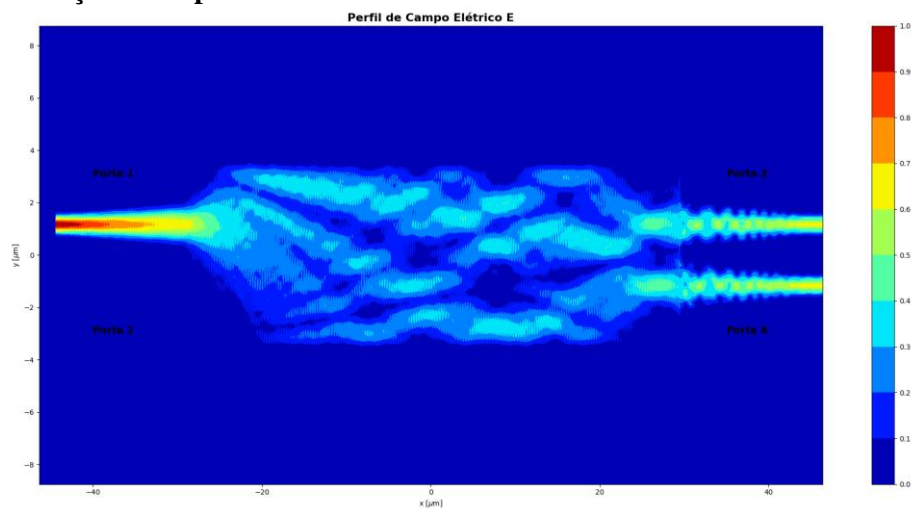


### Imbalance e Perda de Inserção nas portas – varFDTD – Otimizado – TM MODE

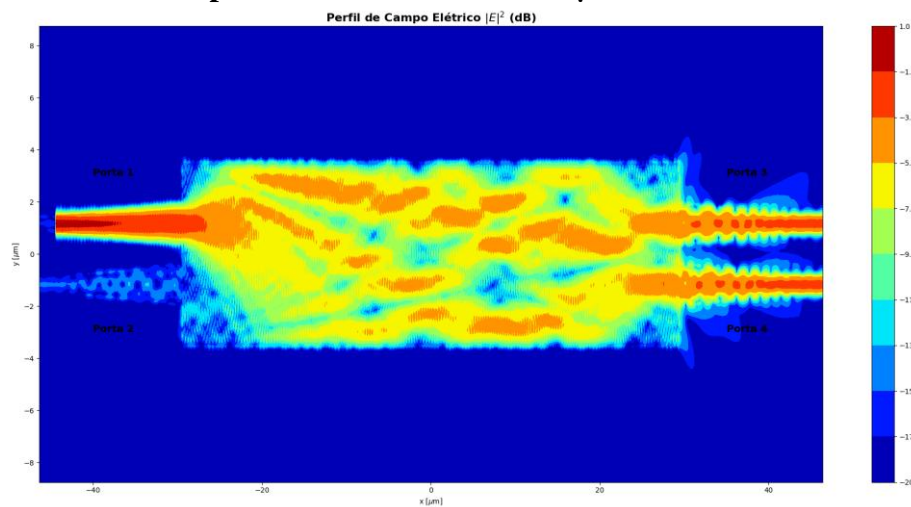
Como pode ser observado, para o TM MODE o dispositivo não apresenta um comportamento satisfatório com muito mais perda de inserção nas portas e dissipação de potência.

## 2.3 Simulação - solver FDTD

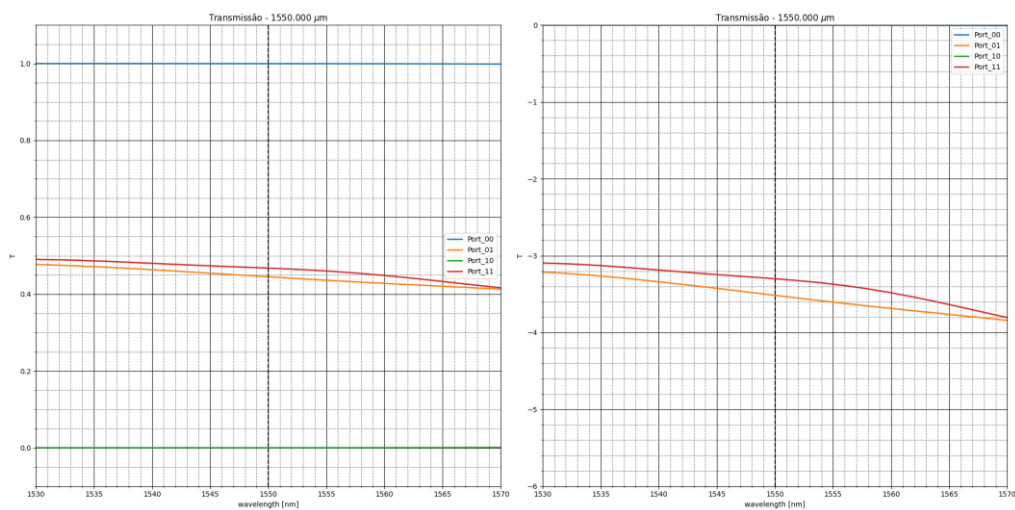
- Simulação do dispositivo



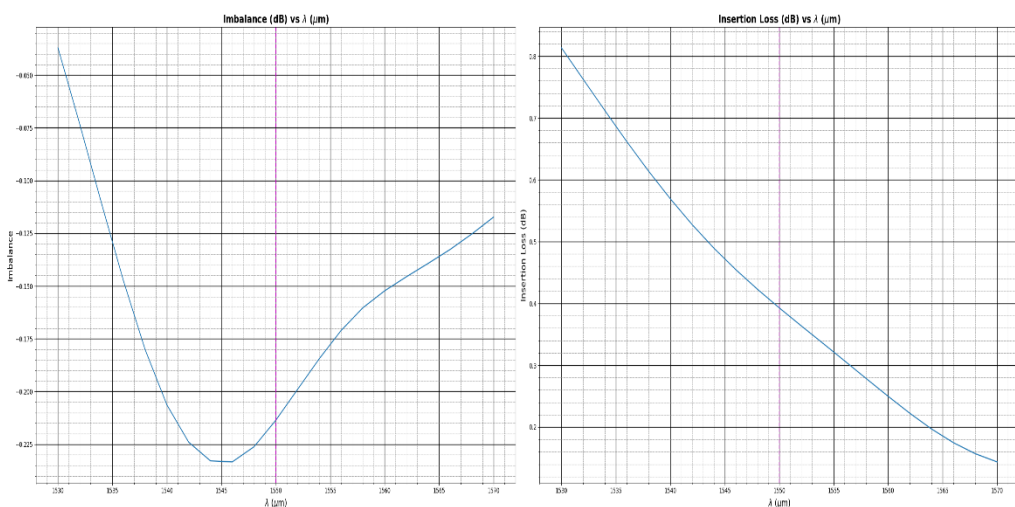
### Perfil de Campo Elétrico – FDTD - $58.75\mu\text{m}$ – Escala Linear – TE MODE



### Perfil de Campo Elétrico – FDTD - $58.75\mu\text{m}$ – Escala Logarítmica – TE MODE

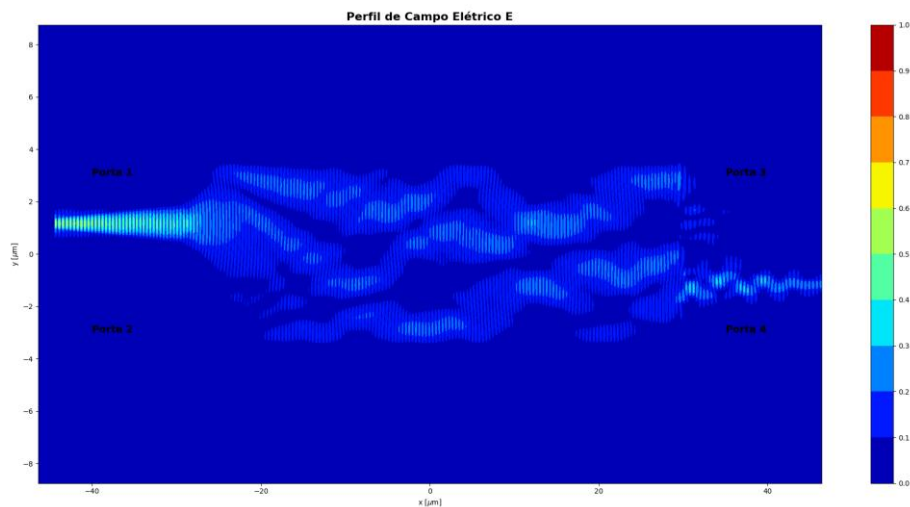


### Transmissão nas portas do MMI – FDTD – Otimizado – TE MODE



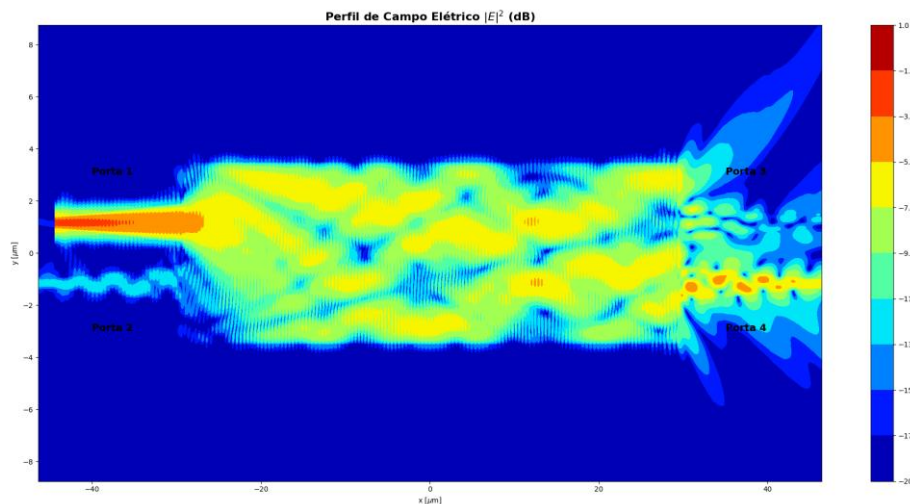
### Imbalance e Perda de Inserção nas portas – FDTD – Otimizado – TE MODE

A transmissão para 1550nm analisando os graficos foi de aproximadamente 0,45 ou -3.6dB, isto é, as portas seguem um tipo 50/50, cuja perda de inserção para o mesmo comprimento de onda é de aproximadamente 0.4dB. O uso do FDTD é mais confiável devido ao seu tipo de simulação o qual faz uma 3D do dispositivo, mostrado na extração dos resultados da perda de inserção e nas transmissões.

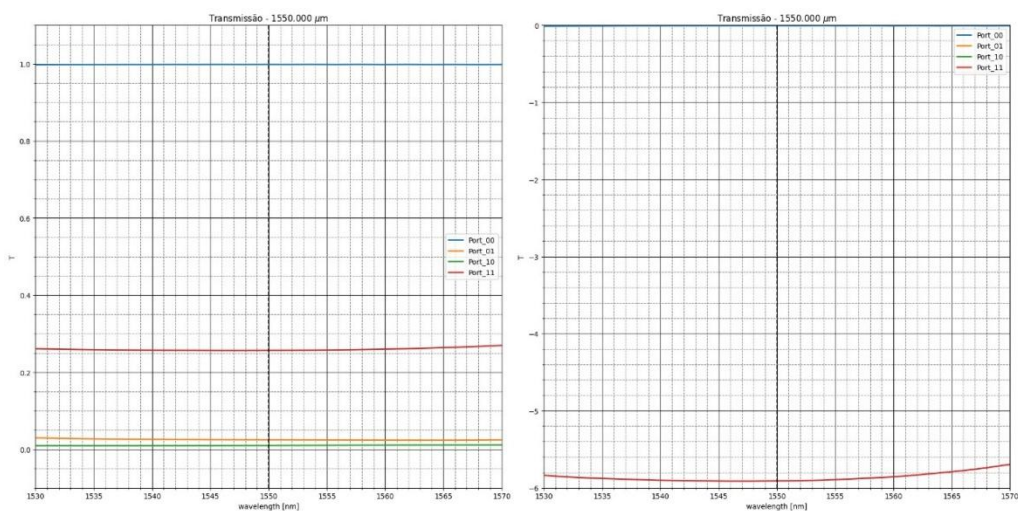


### Perfil de Campo Elétrico – FDTD - 58.75 $\mu\text{m}$ – Escala Linear – TM MODE

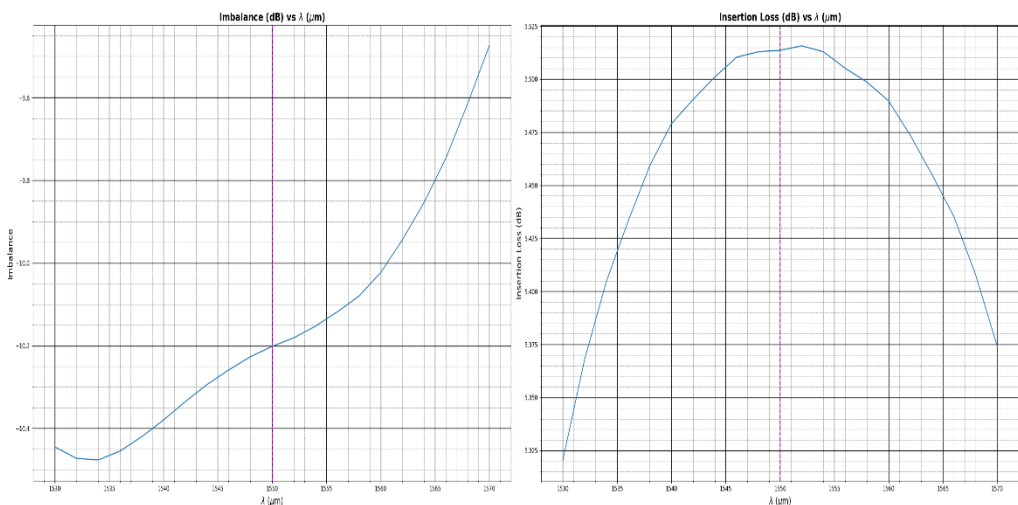




**Perfil de Campo Elétrico – FDTD - 58.75μm – Escala Logarítmica – TM MODE**



**Transmissão nas portas do MMI – FDTD – Otimizado – TM MODE**

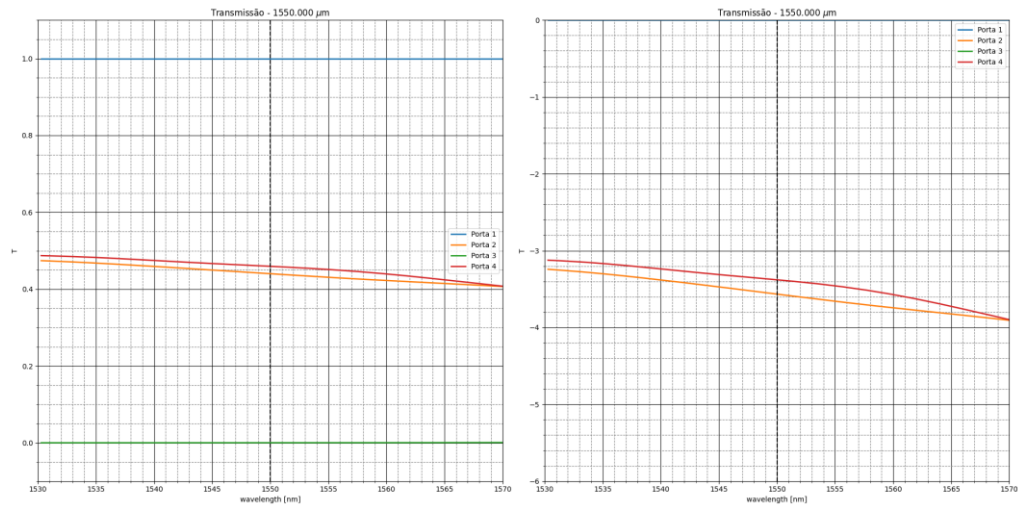


**Imbalance e Perda de Inserção nas portas – FDTD – Otimizado – TM MODE**

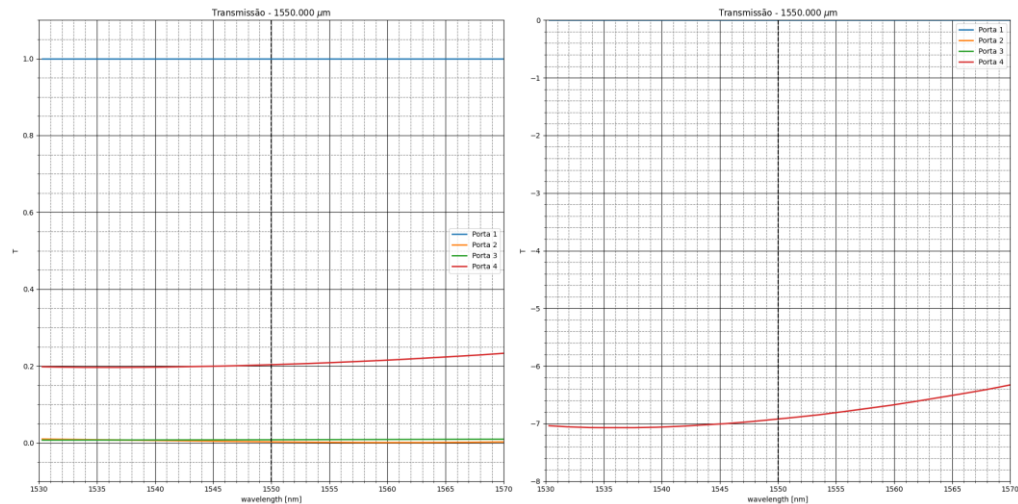
Como pode ser observado, para o TM MODE o dispositivo não apresenta um comportamento satisfatório com muito mais perda de inserção nas portas e dissipação de potência.

## 2.4 Simulação - solver INTERCONNECT

- Simulação do dispositivo



### Transmissão nas portas do MMI – INTERCONNECT – Otimizado – TE MODE



### Transmissão nas portas do MMI – INTERCONNECT – Otimizado – TM MODE

Comparado com os demais solvers utilizados, o resultado do INTERCONNECT se assemelha com o FDTD e difere um pouco com o EME e varFDTD em alguns pontos como é o caso das transmissões e perda de inserção.

## Referências

- [1] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/categories/360001998954-Scripting-Language>
- [2] <https://developer.ansys.com/docs/lumerical/python-lumapi>
- [3] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/articles/360042305194-Multi-Mode-Interference-MMI-Coupler>
- [4] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/articles/4412892724243-EME-Convergence-Testing-An-Intuitive-Approach>