

Nº 176978

Análise térmica de coletor solar plano via simulação CFD validade experimentalmente porteste emsimulador solar

Paulo José Schiavon Ara
Daniel Setrak Sowmy

*Palestra on line, apresentado no 8.Congresso Brasileiro de
Energia Solar, Salvador,2020, 30/10/2020*

A série "Comunicação Técnica" compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

www.ipt.br



VIII

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR ♦ 2020



26 A 30
OUTUBRO
2020



HOTEL
GRAN MARQUISE
FORTALEZA/CE



PLATAFORMA
INTEGRADA
NA WEB



VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020
28 A 30
OUTUBRO
2020
HOTEL
GRAN MARQUE
FURNICURE
PLATAFORMA
INTERAÇÃO
NA WEB

ANÁLISE TÉRMICA DE COLETOR SOLAR PLANO VIA SIMULAÇÃO CFD VALIDADA EXPERIMENTALMENTE POR TESTE EM SIMULADOR SOLAR

Paulo José Schiavon Ara – pauloara@ipt.br

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Escola Politécnica da universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Mecânica

Daniel Setrak Sowmy – dss@ipt.br

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Escola Politécnica da universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil

Realização



Coordenação



Organização





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 a 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRANMAQUÊ
FERNANDES

PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA WEB

Apresentador: **Paulo José Schiavon Ara**

Engenheiro Mestre e Pesquisador na área de energia solar térmica do IPT-SP, doutorando em energia e fluídos na POLI-USP. Professor convidado do Mestrado Profissional do IPT-SP e do Programa PECE da POLI-USP. Especialista em energia solar térmica.

Realização



Coordenação



Organização





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020
28 A 30
OUTUBRO
2020
HOTEL
GRAN MARQUÊS
FORTALEZA
PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA MES

CONTEXTUALIZAÇÃO

- demanda por energia térmica : 47% do consumo energético global → grande potencial da Energia Solar Térmica.
- coletores solares : absorção da radiação solar incidente e pela transferência de calor para a água/fluido que escoa em seu interior (coletor solar plano opção de ampla aplicação, especialmente para temperaturas abaixo de 100°C, a custos e níveis de manutenção relativamente inferiores às demais tecnologias).
- curva de eficiência : pode-se estimar a produção de energia do coletor para determinadas condições ambientais e de operação. Utilizada para dimensionamento de sistemas de aquecimento solar, estudos de viabilidade e esquemas de certificação ou etiquetagem de coletores solares.
- métodos experimentais : conforme normas nacionais (ABNT, 2009) e internacionais (ANSI/ASHRAE, 2003; ISO, 2017), demanda recursos financeiros e tempo. Além disso, experimentos, em geral, apresentam suas limitações quando se pretende realizar estudos paramétricos que demandam a fabricação de protótipos.

Realização



Coordenação



Organização





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020
28 A 30
OUTUBRO
2020
HOTEL
GRANMARQUE
FURNICARE
PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA WEB

OBJETIVO

- O objetivo do trabalho é **propor um modelo** solucionável numericamente por fluidodinâmica computacional (CFD) para **determinação da curva de eficiência térmica** de coletores solares fechados planos (FPC). O trabalho se propõe também a validar experimentalmente o modelo numérico. O modelo proposto permite a previsão da temperatura da água na saída do coletor para determinada temperatura da água na entrada, dadas às condições ambientais (radiação solar, temperatura ambiente, velocidade do ar), de operação (vazão de fluido) e geometria do coletor. Assim é possível obter, para um determinado coletor, a sua curva de eficiência térmica além de estudar o impacto de alterações construtivas e de operação no seu comportamento térmico.

Realização



Coordenação



Organização





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020
28 A 30
OUTUBRO
2020
HOTEL
GRANMAQUINE
FORTALEZA
PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA REDE

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- CFD para estudar coletores solares:
 - Gadi (2000) : Auxílio à projeto;
 - Fan; Shah; Furbo (2007) : efeitos de *buoyancy*;
 - Selmi; Ai-Khawaja; Marafia (2008) : coletor de pequeno porte;
 - Facão (2016) : otimização dimensional das calhas;
 - Ekramian; Etemad; Haghshenasfard (2014) : otimização dimensional dos risers;
 - Yadav; Bhagoria (2014) : coletores a ar;
 - He et al. (2016) : coletor como elemento construtivo;
 - Gunjo; Mahanta; Robi (2017) : análise exergetica;
 - Hosseinzadeh et al. (2018) : PVT

Realização



Coordenação



Organização





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020
28 A 30
OUTUBRO
2020
HOTEL
GRANMARQUÊS
FORTALEZA
PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA MES

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- CFD para estudar coletores solares:
 - Ángel et al. (2013): aquecedores acoplados;
 - Bassavanna; Shashishekar (2013): contato tubo e placa (seção triangular);
 - Cerón et al. (2015): simulação desacoplada;
 - Maouassi et al. (2018): nanofluidos;
 - Wang et al. (2015): coletores heat pipe;
 - Qader et al. (2019): análise paramétrica, coletor a ar.
 - **Os trabalhos não usam CFD como alternativa para a determinação da curva de eficiência.**

Realização



Coordenação



Organização



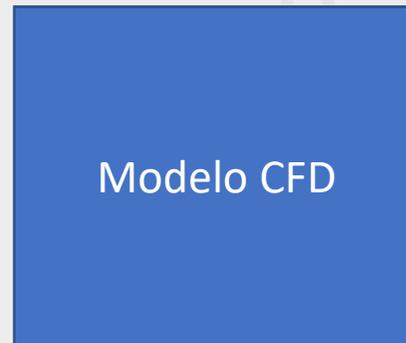


MODELO CFD PROPOSTO

Parâmetros do coletor



Condições climáticas



$$\eta = \eta_0 - a_1 T_m^* - a_2 G (T_m^*)^2$$

$$T_m^* = \frac{T_m - T_a}{G}$$



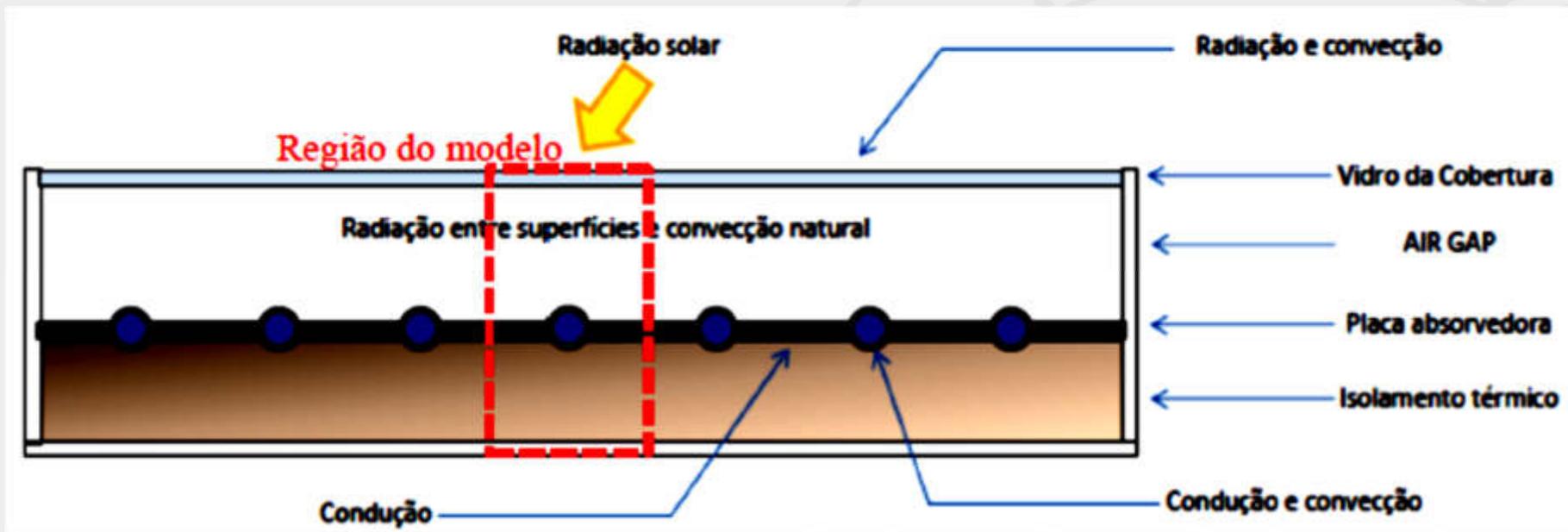
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 A 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRAN MARQUÊSE
FORTALEZA

PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA REDE

MODELO CFD PROPOSTO : resolução das equações governantes



$$\left[\frac{\partial}{\partial t} (\rho\phi) \right] + \left[\frac{\partial}{\partial x} (\rho u\phi) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho v\phi) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho w\phi) \right] = \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\Gamma \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\Gamma \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\Gamma \frac{\partial \phi}{\partial z} \right) \right] + S_\phi$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} - \text{div}(\alpha \text{grad } T) = 0$$

$$q = h_f(T_s - T_f) + q_{\text{rad}}$$

Realização



Coordenação



Organização





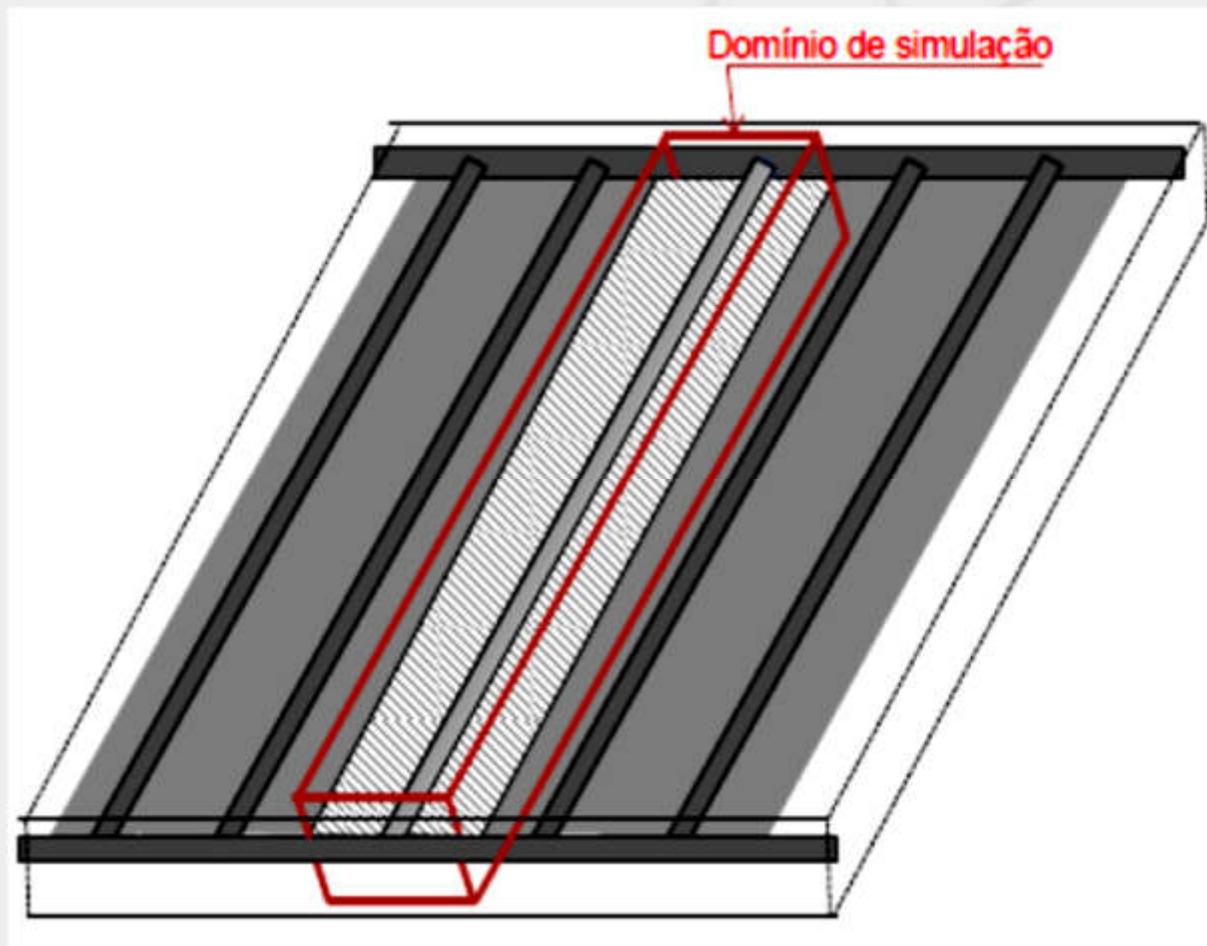
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 A 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRANMARQUESE
FORTALEZA

PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA REDE

MODELO CFD PROPOSTO : hipóteses e simplificações



Realização



Coordenação



Organização





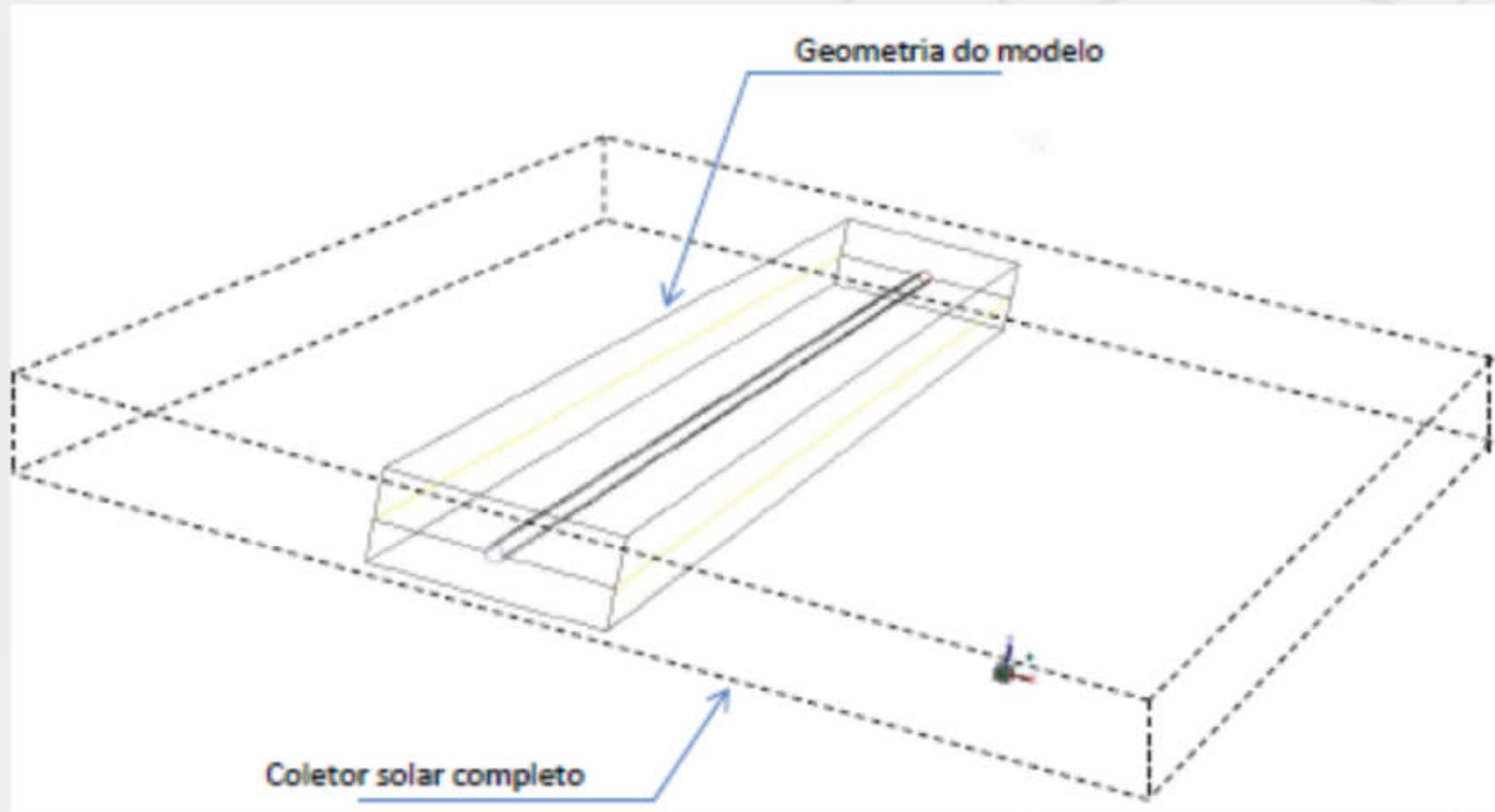
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 A 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRANMARQUESE
FORTALEZA

PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA REDE

MODELO CFD PROPOSTO : hipóteses e simplificações



Realização



Coordenação



Organização





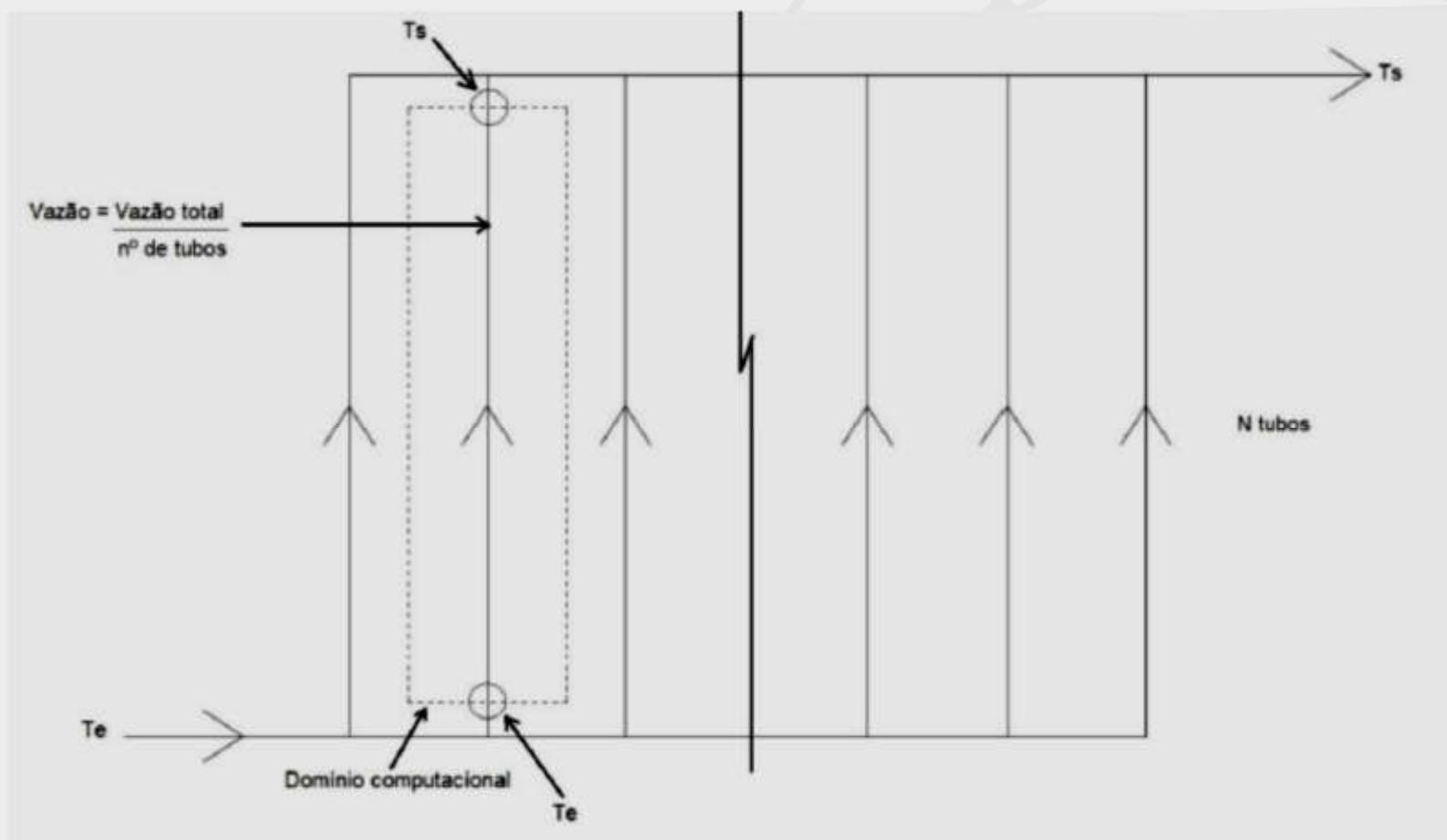
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 A 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRANMAISON
FORTALEZA

PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA NED

MODELO CFD PROPOSTO : hipóteses e simplificações



Realização



Coordenação

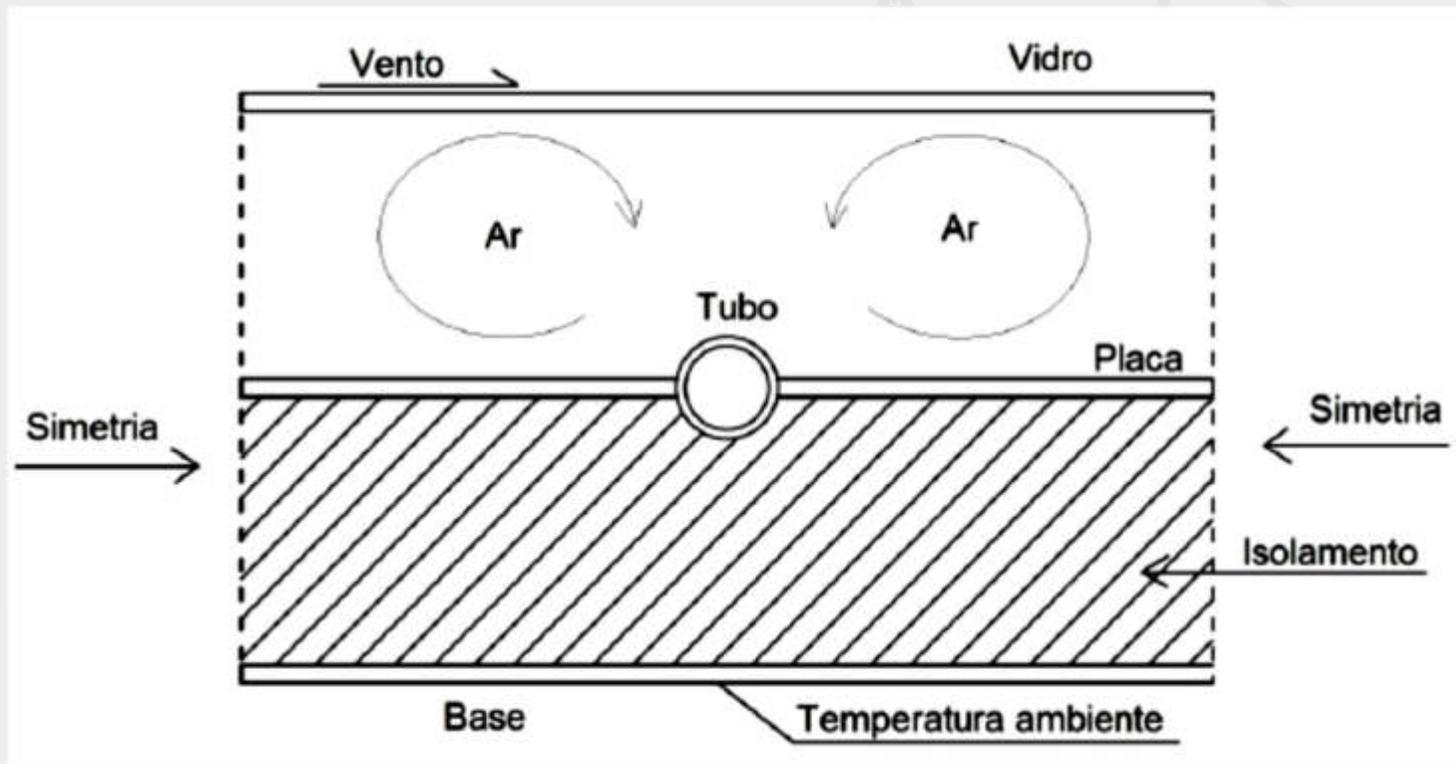
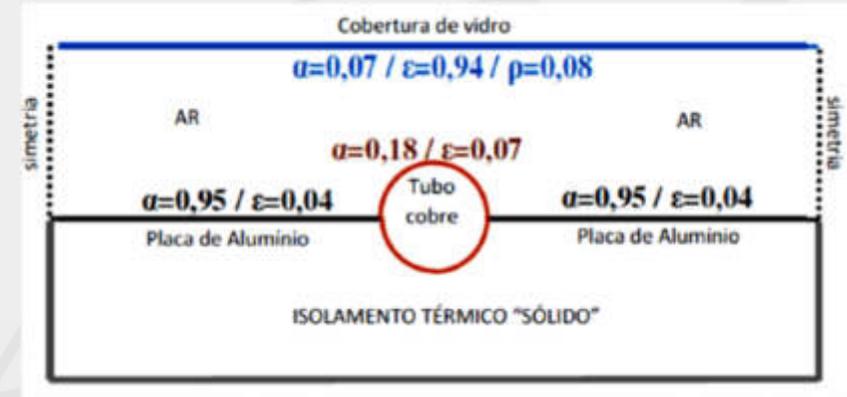


Organização





MODELO CFD PROPOSTO : C.C.





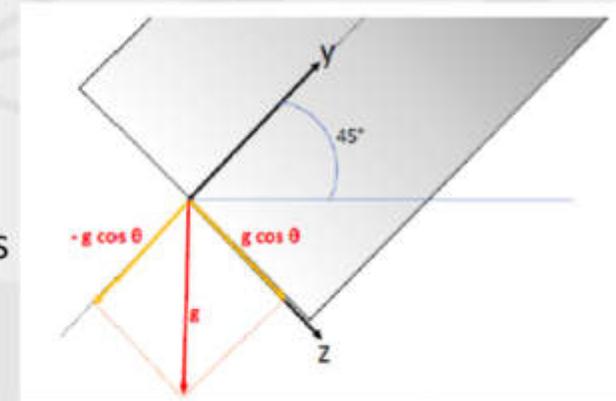
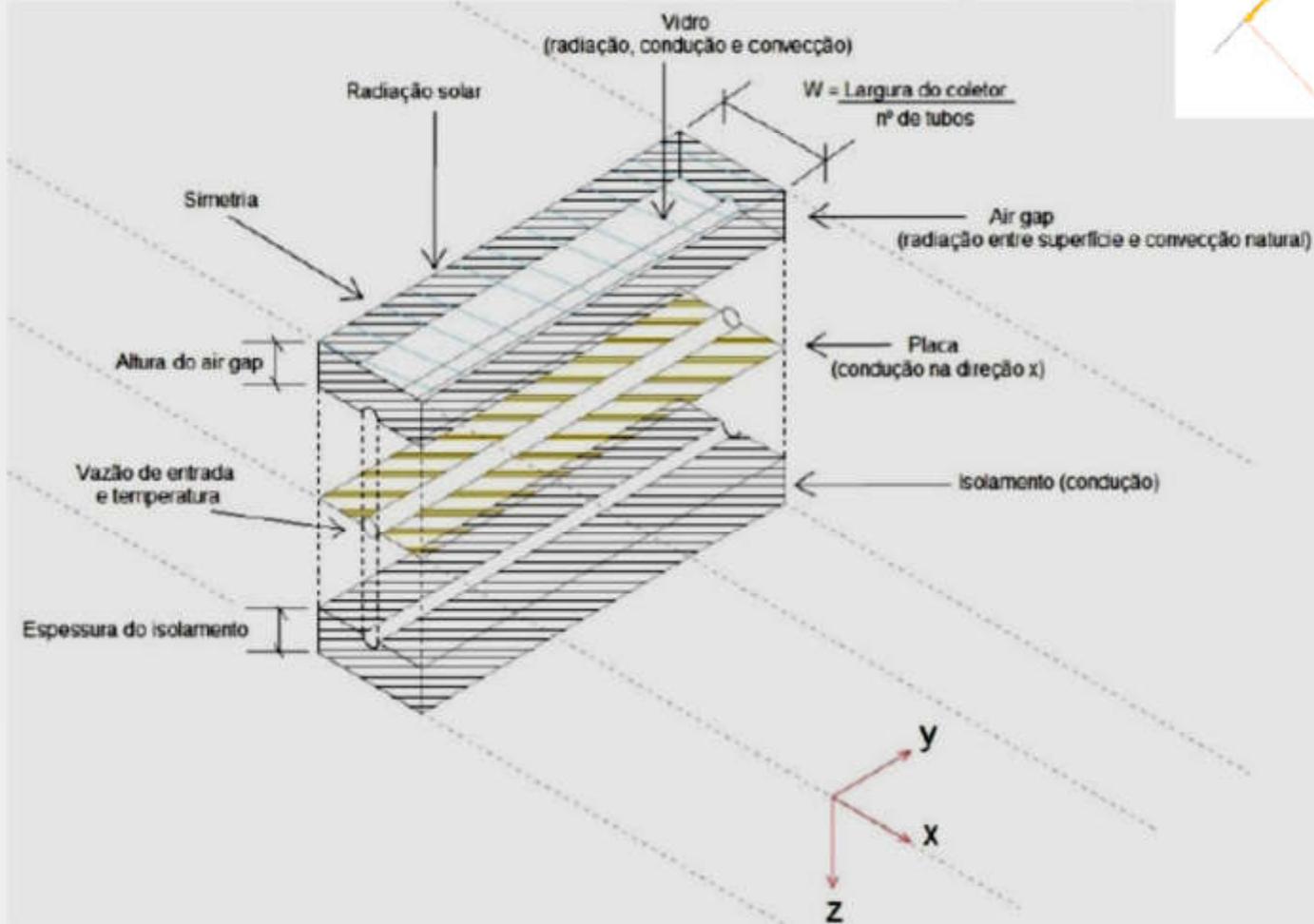
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 a 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
SANTARQUINA
PAMPLONA

PLATAFORMA
INTEGRADA
NA WEB

MODELO CFD PROPOSTO : Domínio e zonas computacionais



Realização



Coordenação

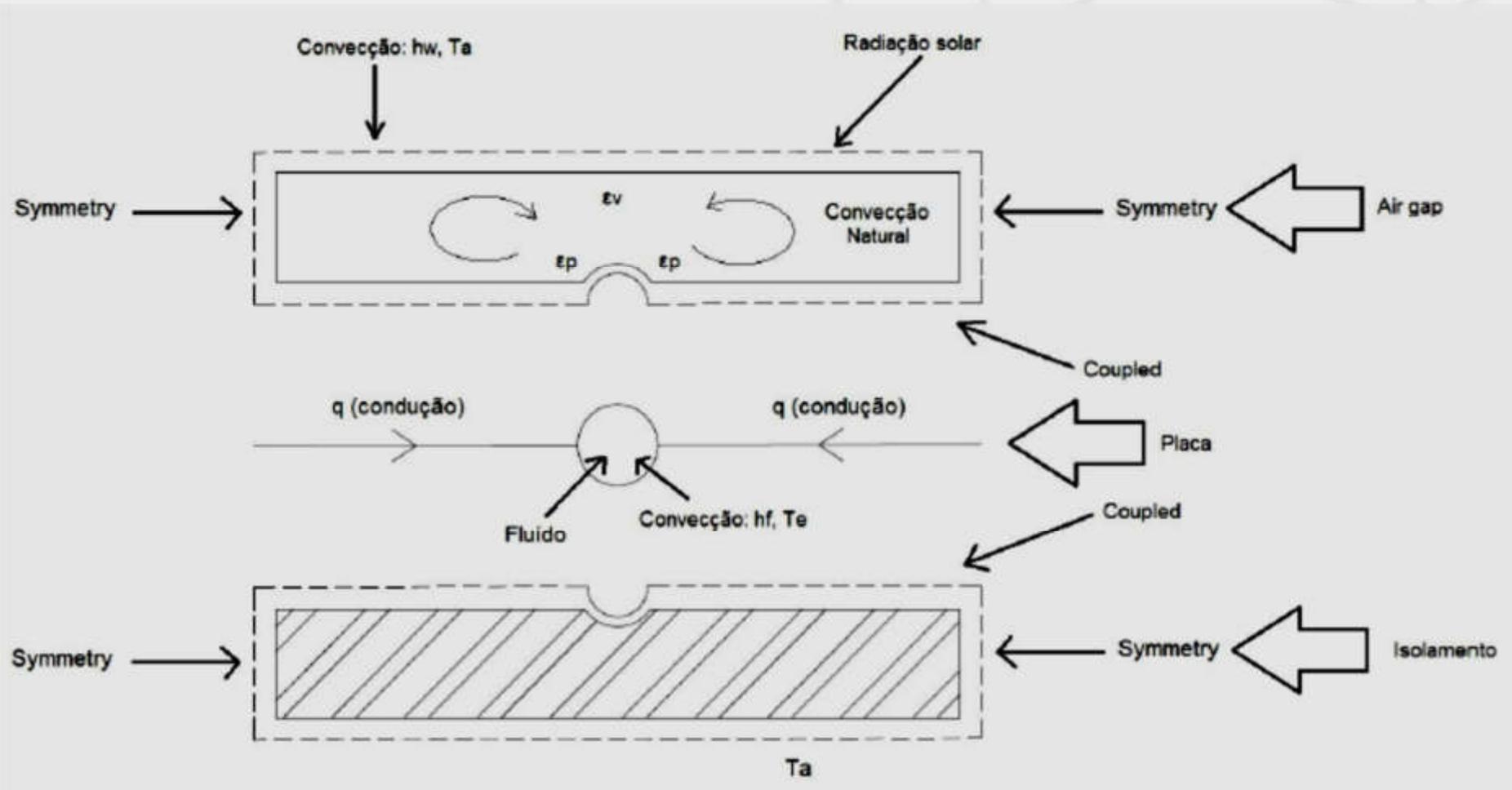


Organização



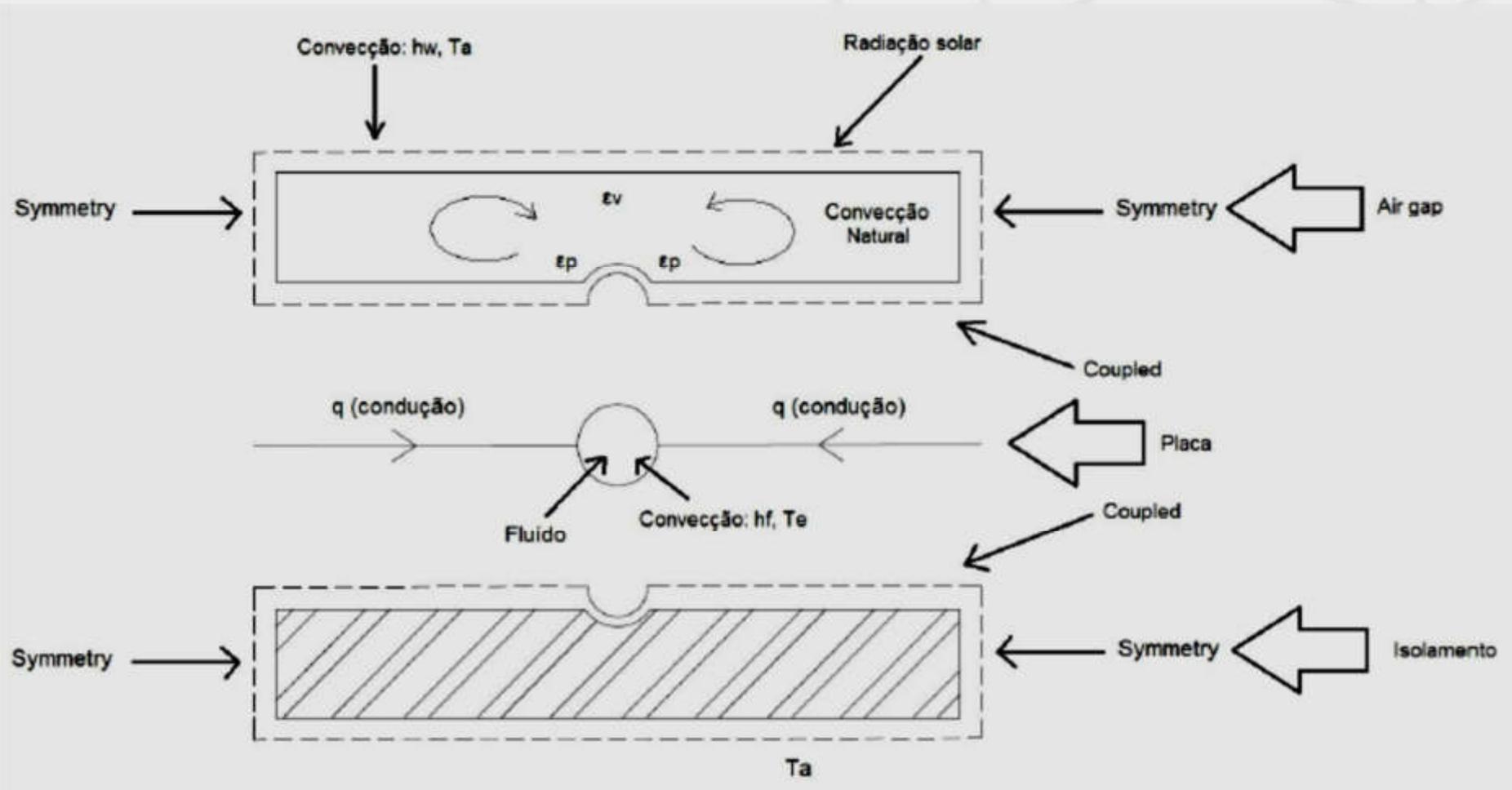


MODELO CFD PROPOSTO : Fenômenos físicos envolvidos





MODELO CFD PROPOSTO : Fenômenos físicos envolvidos





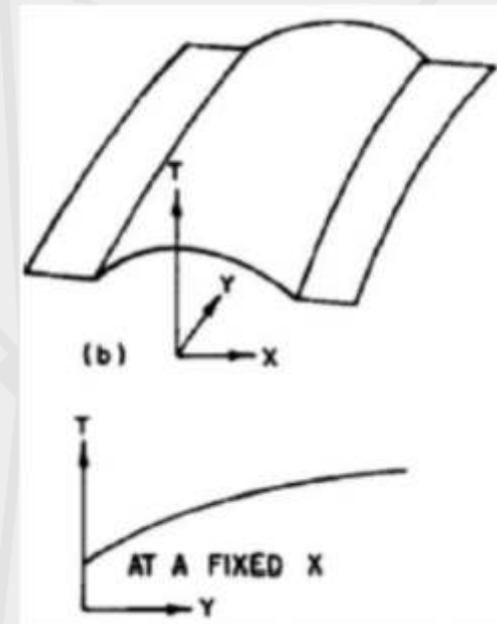
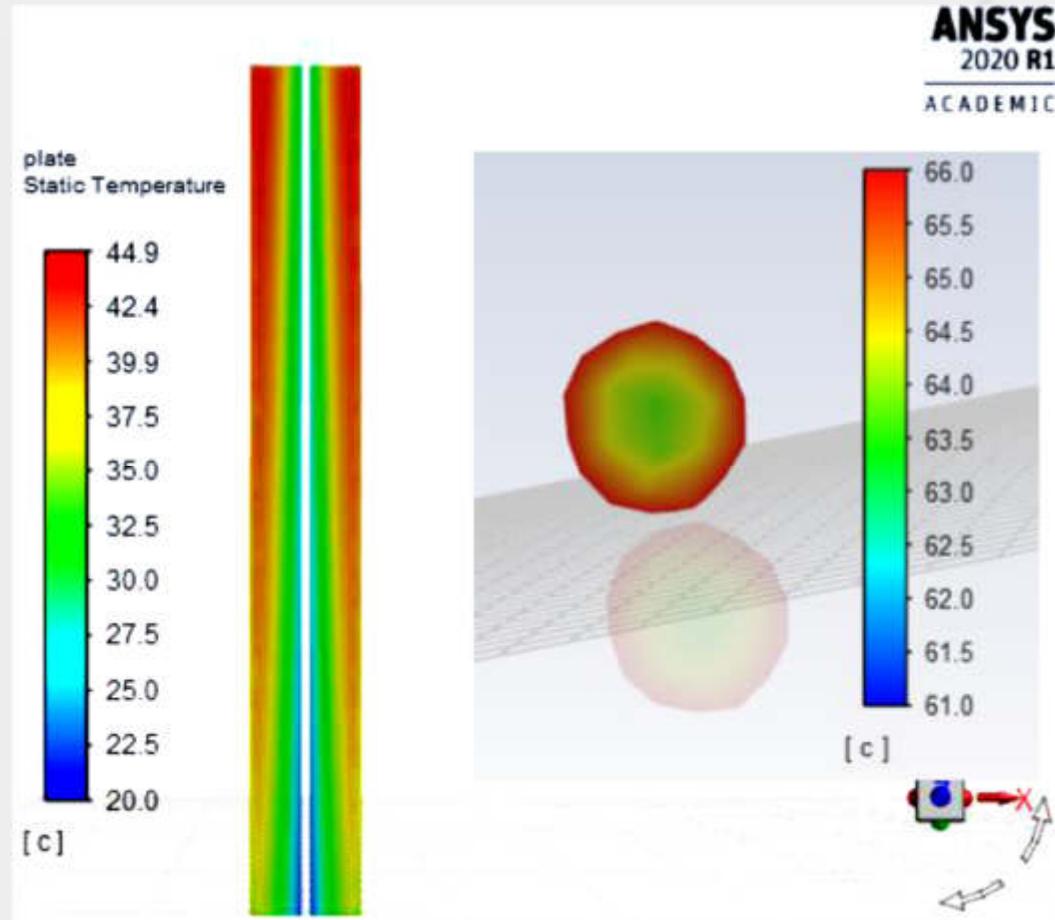
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 A 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRAN MARQUÊS
FORTALEZA

PLATAFORMA
INTERAÇÃO
NA WEB

RESULTADOS: Contornos de temperatura



DUFFIE; BECKMAN (2013)

Realização



Coordenação



Organização





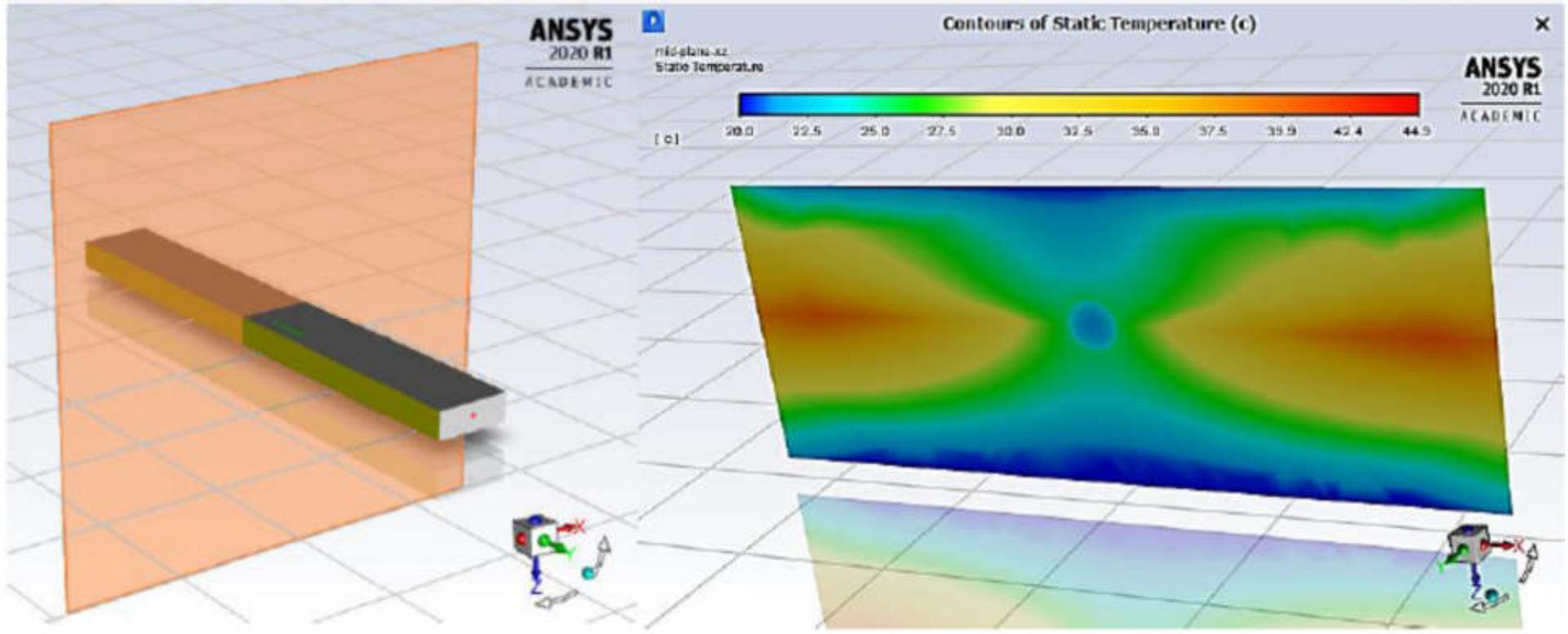
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 A 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRANMAISON
FORTALEZA

PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA WEB

RESULTADOS: Contornos de temperatura



Realização



Coordenação



Organização





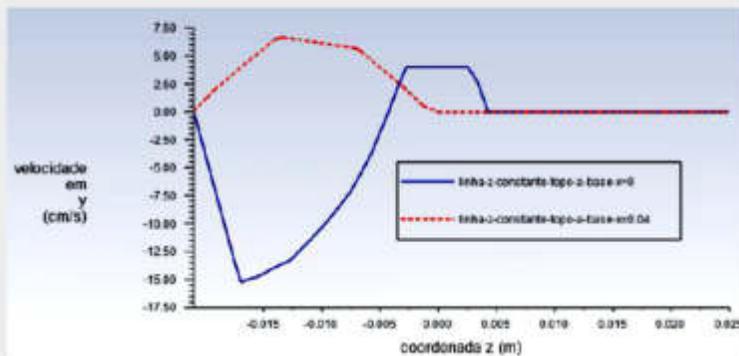
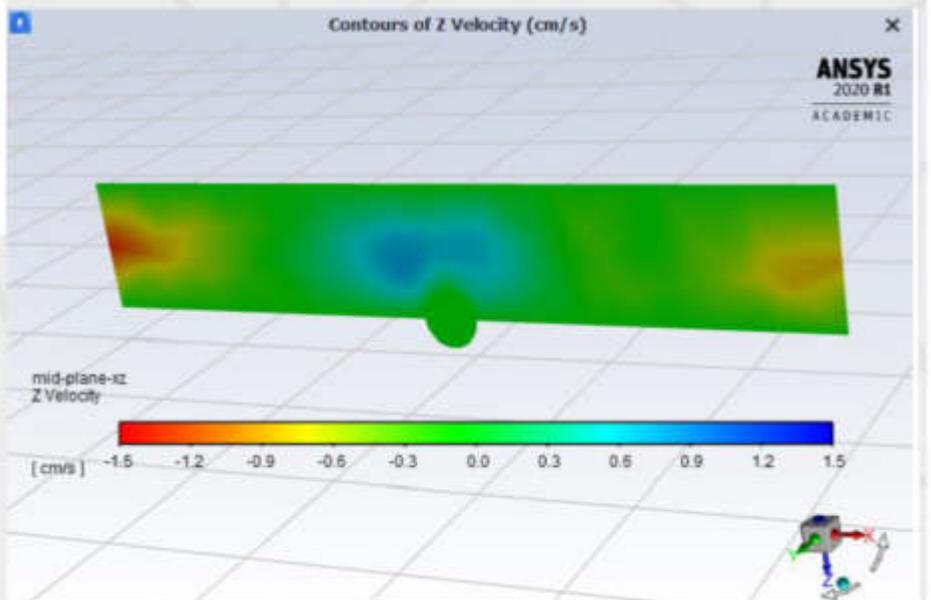
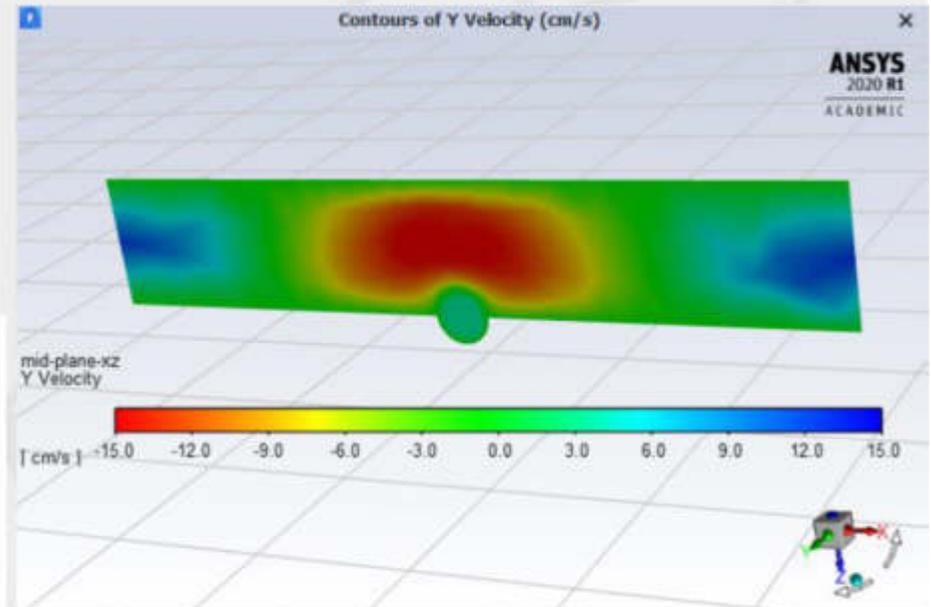
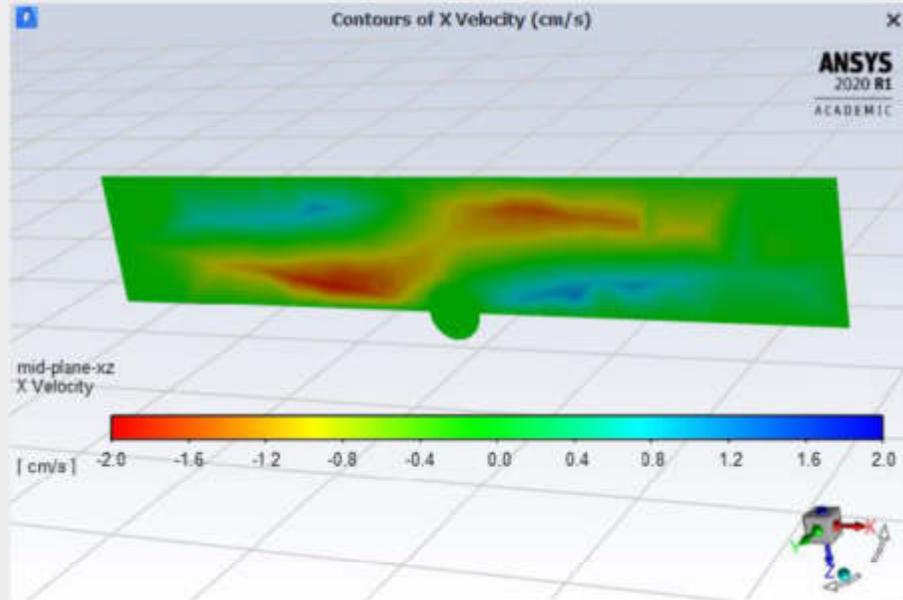
VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

24 a 29
OUTUBRO
2020

HOTEL
OLIMPIA MARQUES
PORTUGAL

PLATAFORMA
INTERNA
HU-102

RESULTADOS: Contornos de velocidade



Realização



Coordenação



Organização





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

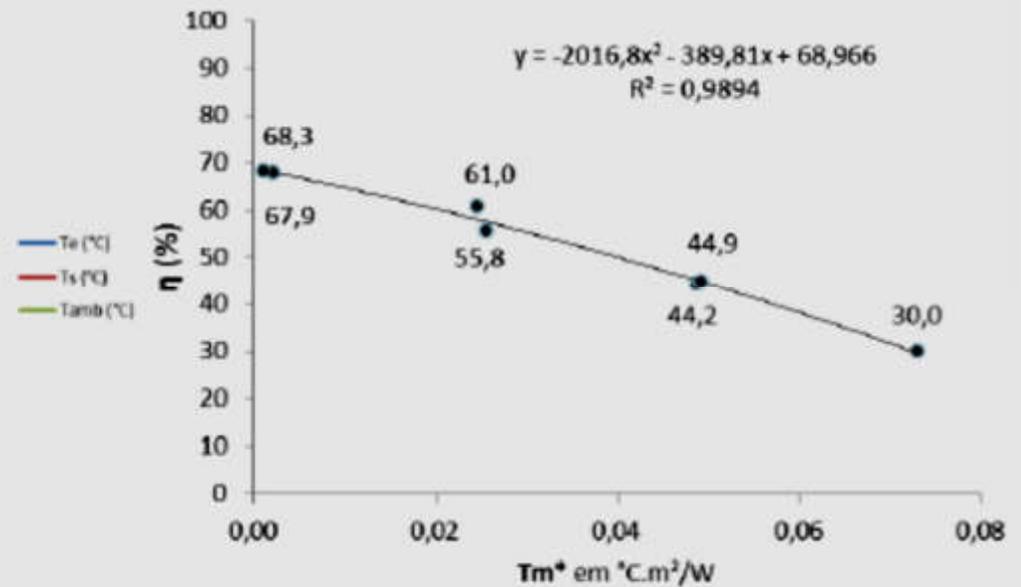
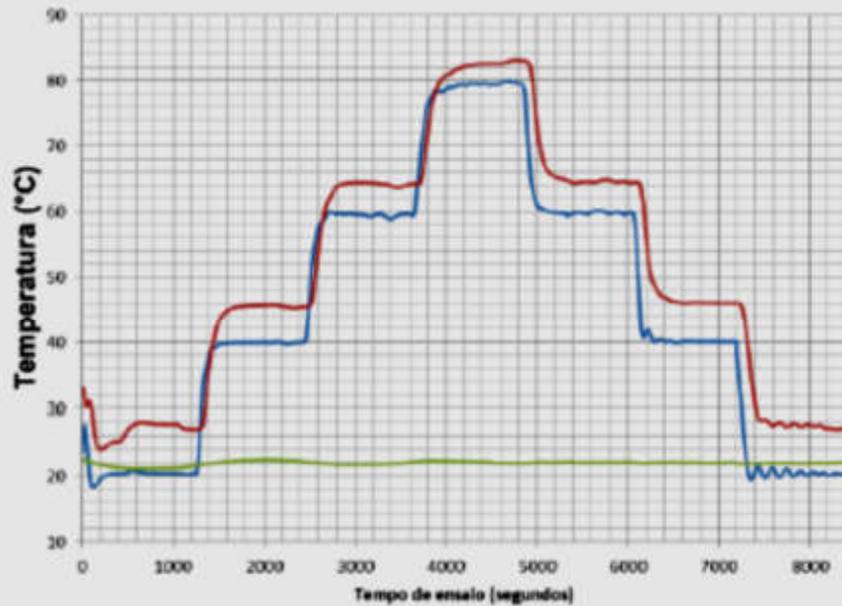
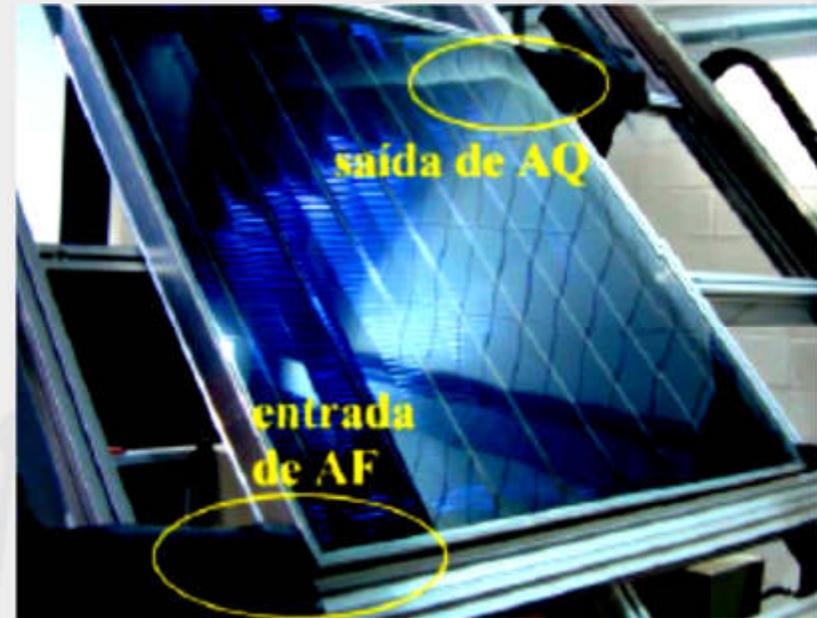
24 a 28
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRAN MARACUJÁ
PARNAGUÁ

PLATAFORMA
INTERIÓRIA
NA HIEB

RESULTADOS: validação experimental:

* Ensaio no simulador solar do IPT-SP



Realização



Coordenação

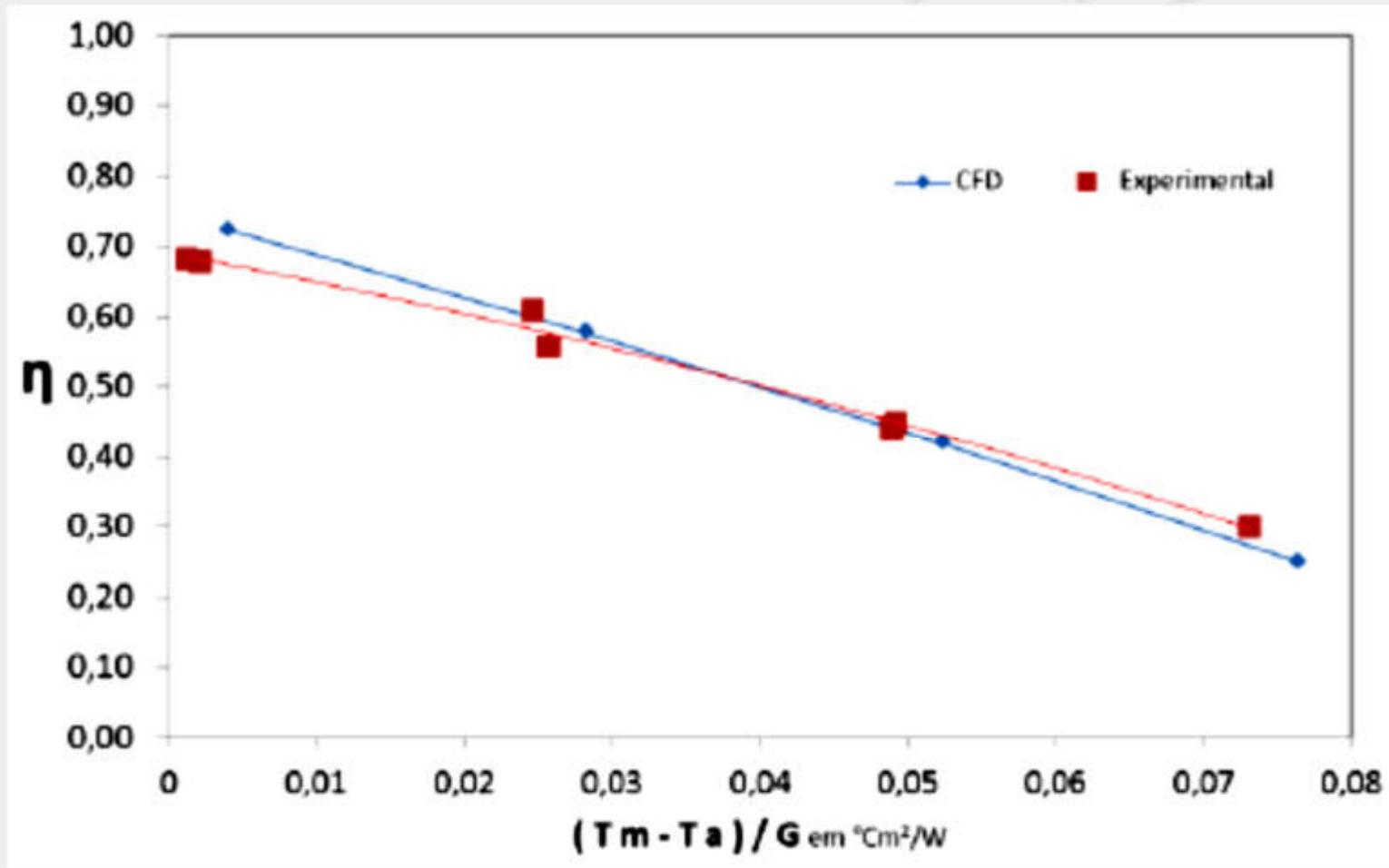


Organização





RESULTADOS: Curva de eficiência EXPERIMENTAL X NUMÉRICA





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020
28 A 30
OUTUBRO
2020
HOTEL
GRANMARQUE
FURNICARE
PLATAFORMA
INTERAÇÃO
NA WEB

CONCLUSÃO:

O modelo CFD foi capaz de gerar uma curva de eficiência de um coletor solar plano a partir de seus dados geométricos e de operação e apresentou boa concordância com a obtida experimentalmente. Os pontos experimentais tiveram um desvio padrão residual inferior a 5% em relação ao modelo CFD. A acurácia da curva de eficiência é maior para valores de T_m^* próximos a $0,04 \text{ m}^2\text{°C/W}$, fazendo com que o modelo possa ser utilizado como boa ferramenta de previsão da eficiência térmica média. as simulações forneceram contornos e perfis de temperatura nas regiões internas do coletor mostrando que há gradientes significativos de temperatura na placa e circulação natural de ar na cavidade entre o vidro e a placa.

Realização



Coordenação



Organização





VIII
CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENERGIA SOLAR • 2020

28 A 30
OUTUBRO
2020

HOTEL
GRANMARQUESE
FORTALEZA

PLATAFORMA
INTEGRAÇÃO
NA NET

OBRIGADO!

Agradecimentos:

- FINEP CTInfra - Convênio 01.18.0082.00
- Fapesp PDIP - Processo 2017/50343-2
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e FIPT

Realização



Coordenação



Organização

