

ESTUDO DA CAMADA DE MISTURA OCEÂNICA DO ATLÂNTICO EQUATORIAL UTILIZANDO UM MODELO DE TURBULÊNCIA UNIDIMENSIONAL

STUDY OF THE EQUATORIAL ATLANTIC OCEANIC MIXING LAYER USING AN ONE-DIMENSIONAL TURBULENCE MODEL

Udo T. Skielka, Jacyra Soares e Amauri P. de Oliveira
Laboratório de Interação Ar-Mar – IAG/USP

IV Simpósio Brasileiro de Oceanografia
Dezembro de 2008

OBJETIVO

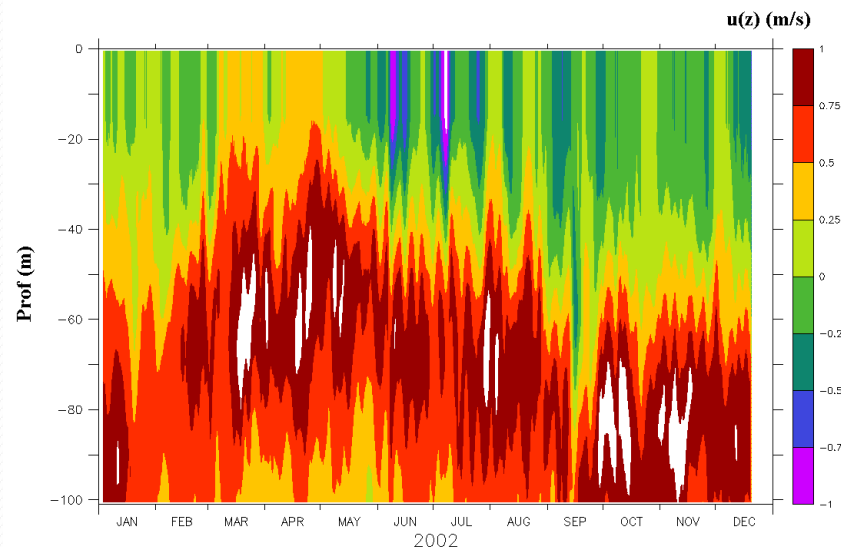
Utilizar um modelo oceânico de turbulência – fechamento de 2ª ordem - no estudo da estrutura e evolução da camada de mistura oceânica (CMO) no equador para:

- duas estações bem definidas (ZCIT e sem ZCIT);
- primeira dezenas de metros – CMO sob o efeito das forçantes atmosféricas, onde existe mistura turbulenta.

OCEANO EQUATORIAL - DINÂMICA

- diminuição do balanço geostrófico próximo ao equador;
- grad. de pressão zonal é em parte balanceado pela mistura vertical induzida pelo vento;
- maior parte do balanço ocasiona numa corrente de jato logo abaixo da CMO: a Sub-Corrente Equatorial (SCE).

PIRATA – 0° 23° W



Perfil da velocidade
zonal (m s^{-1})

OCEANO EQUATORIAL - TERMODINÂMICA

$$\frac{\partial TSM}{\partial t}$$

Região extra-equatorial: ciclo solar,
fluxos de radiação;

Região equatorial: forçantes oceânicas,
processos de interação ar-mar.

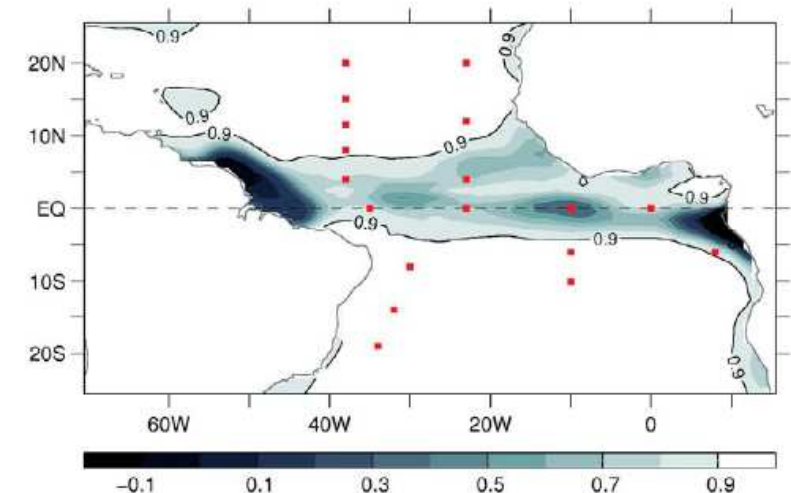


FIG. 5. Correlation between net air-sea heat flux and the rate of seasonal SST change (adapted from Yu et al. 2006).

- Chang et al. (2004) e Carlton et al. (2004) indicam que as deficiências dos MOCG estão, em parte, associados a falta de conhecimento da resposta oceânica a processos de interação com a atmosfera (feedbacks e mistura causada pelo vento).

FORÇANTES ATMOSFÉRICAS SOBRE O EQUADOR

Variação sazonal: Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT).

ZCIT: região de convecção atmosférica intensa (ppt e nebulosidade);

- > ventos horizontais fracos ($|\tau|$);
- > forma-se sobre região de $TSM > 27^{\circ}\text{C}$.

sem ZCIT: > período seco (chuvas), menor nebulosidade;

- > maior $|\tau|$.

CMO EQUATORIAL E AS ESTAÇÕES

Estudos observacionais sobre o Oceano Atlântico equatorial **SEQUAL** (e.g. Weingartner e Weisberg, 1991)

ZCIT →

- > formação de CMO rasa;
- > aumento da TSM: concentração do fluxo de calor na CMO, diminuição da mistura, advec zonal de calor.
- > estratificação da CMO devido à ppt (*barrier layer*)

sem ZCIT →

- > aumento da mistura induzida pelo vento
- > menor valor e variação da TSM;
- > advec não é importante.

CMO

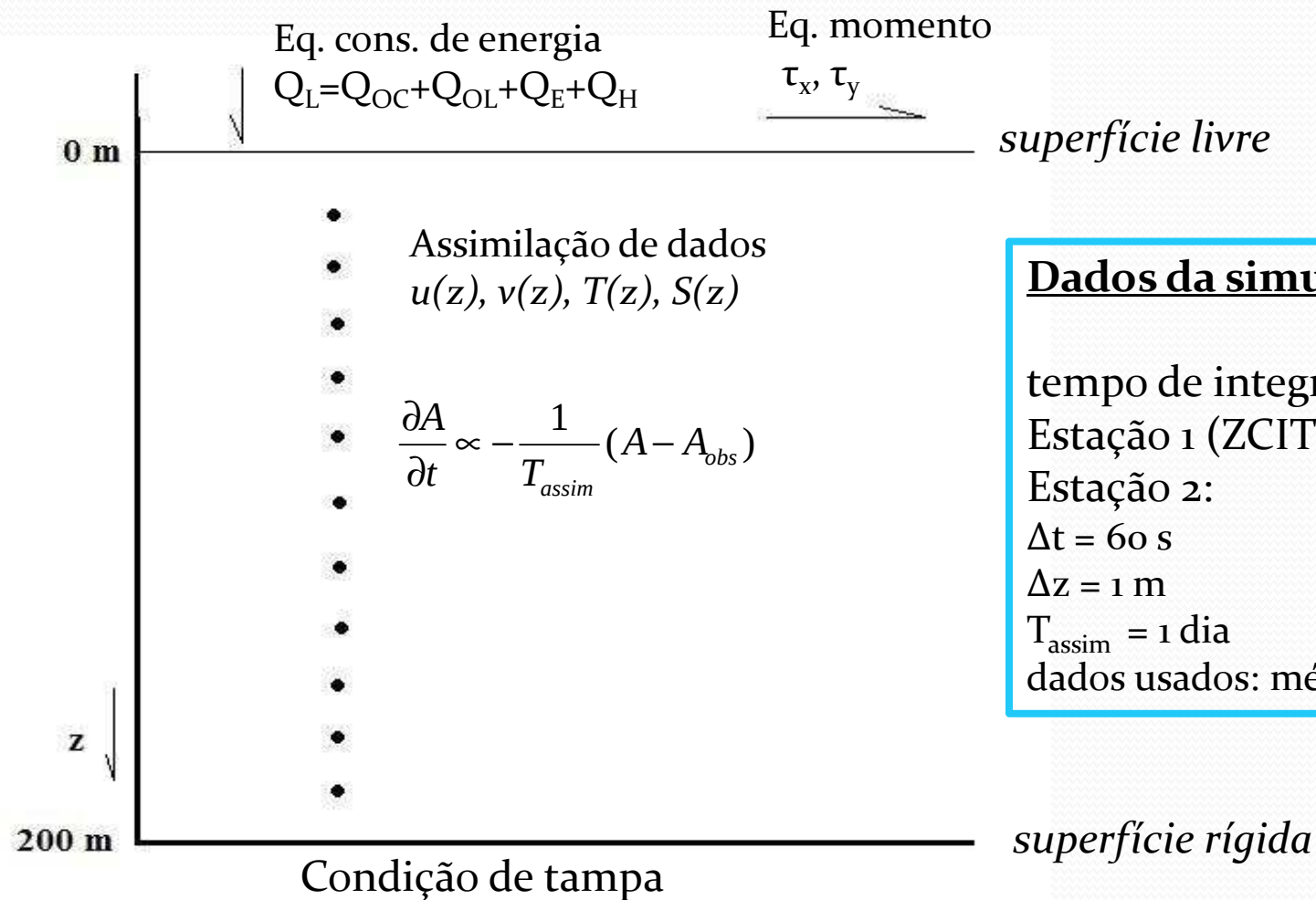
DADOS E SIMULAÇÃO

DADOS UTILIZADOS

- **Dados *in situ* – Bóia PIRATA em $0^{\circ} 23^{\circ} W$**
meteorológicos: u_o , v_o , T_{ar} , UR , $OC\downarrow$
oceanográficos: TSM , $u(z)$, $v(z)$, $T(z)$, $S(z)$
* fluxos turbulentos de superfície: COARE v3
(Fairall et al. 2003);
- **Satélite: Surface Radiation Budget-NASA**
fluxos de radiação: $OC\uparrow$, $OL\downarrow$, $OL\uparrow$

SIMULAÇÃO

DOMÍNIO



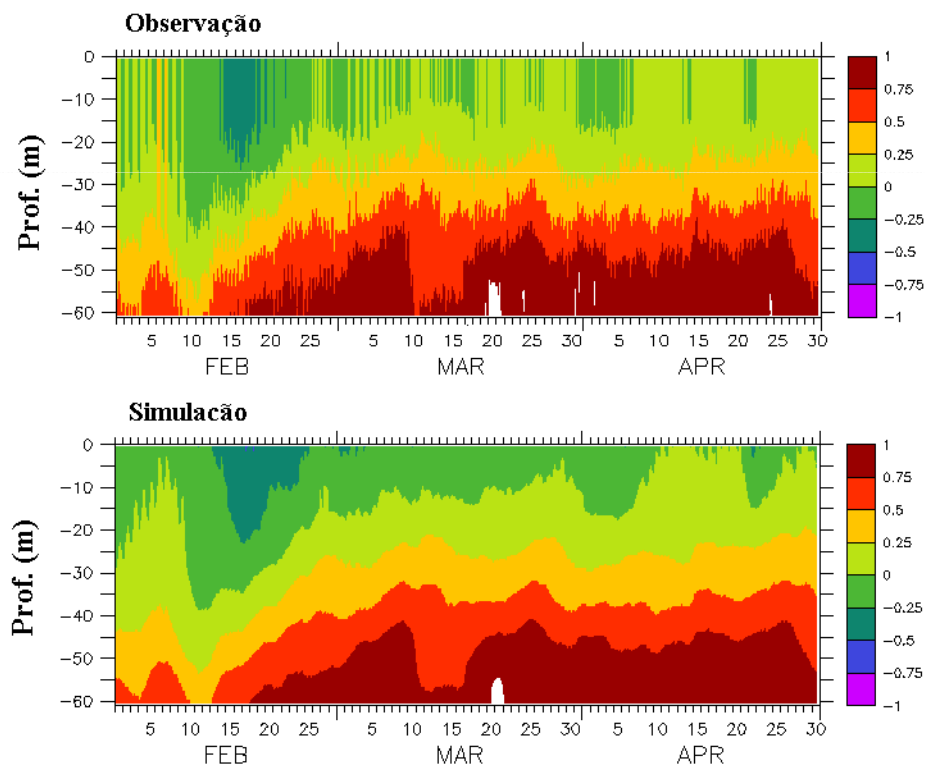
Dados da simulação:

tempo de integração: 3 meses
Estação 1 (ZCIT): fev, mar, abr
Estação 2: ago, set, out
 $\Delta t = 60 \text{ s}$
 $\Delta z = 1 \text{ m}$
 $T_{assim} = 1 \text{ dia}$
dados usados: médias horárias

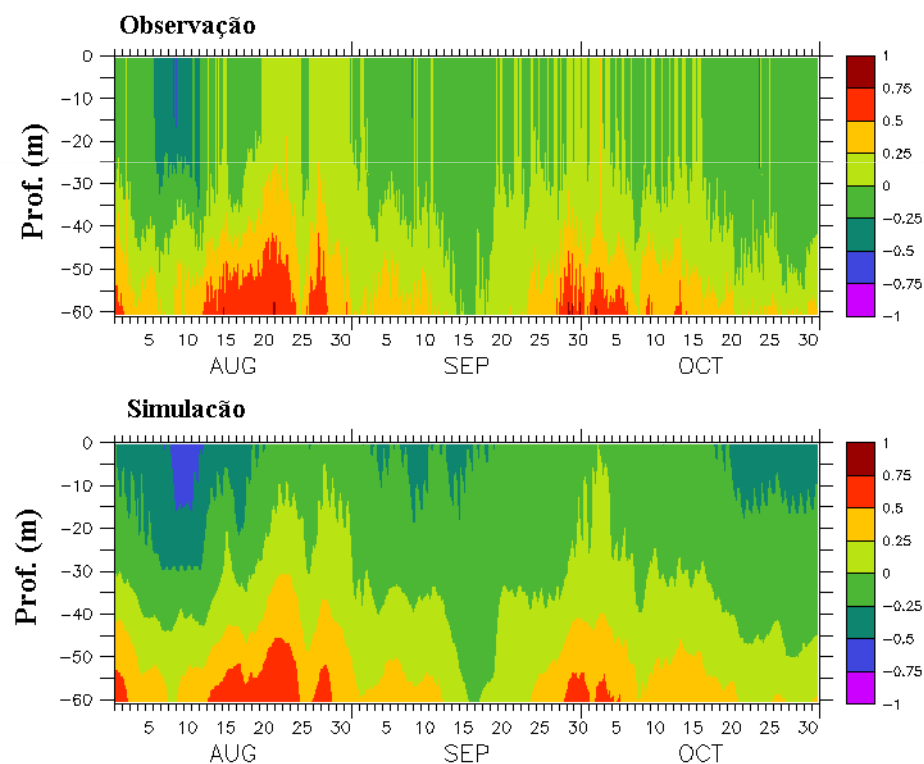
RESULTADOS

OBS X SIM – velocidade zonal (m s^{-1})

ESTAÇÃO 1

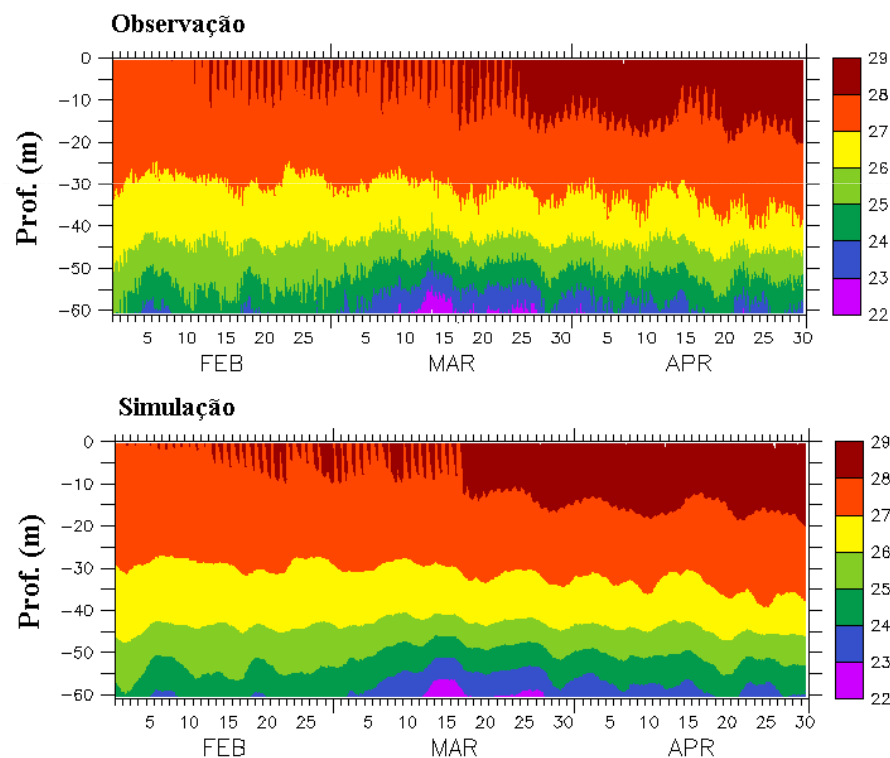


ESTAÇÃO 2

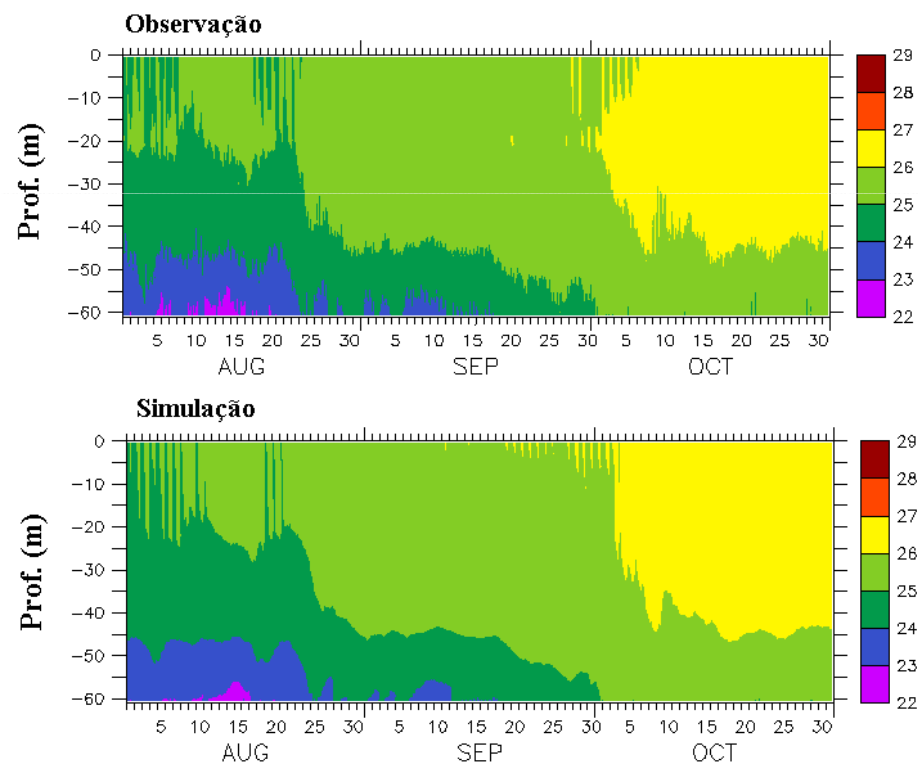


OBS X SIM – temperatura (°C)

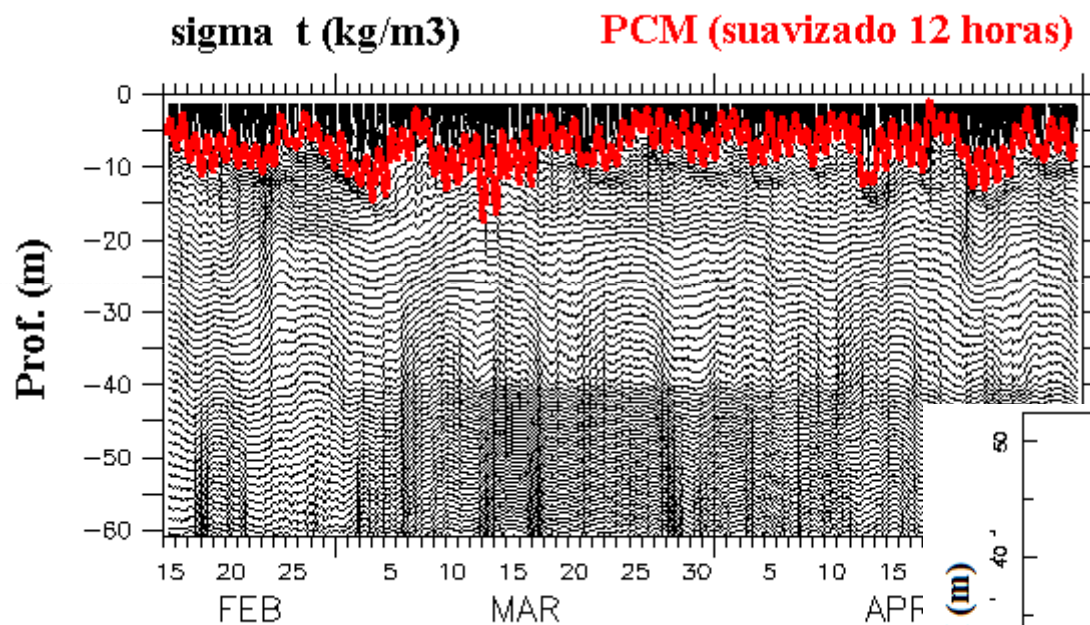
ESTAÇÃO 1



ESTAÇÃO 2

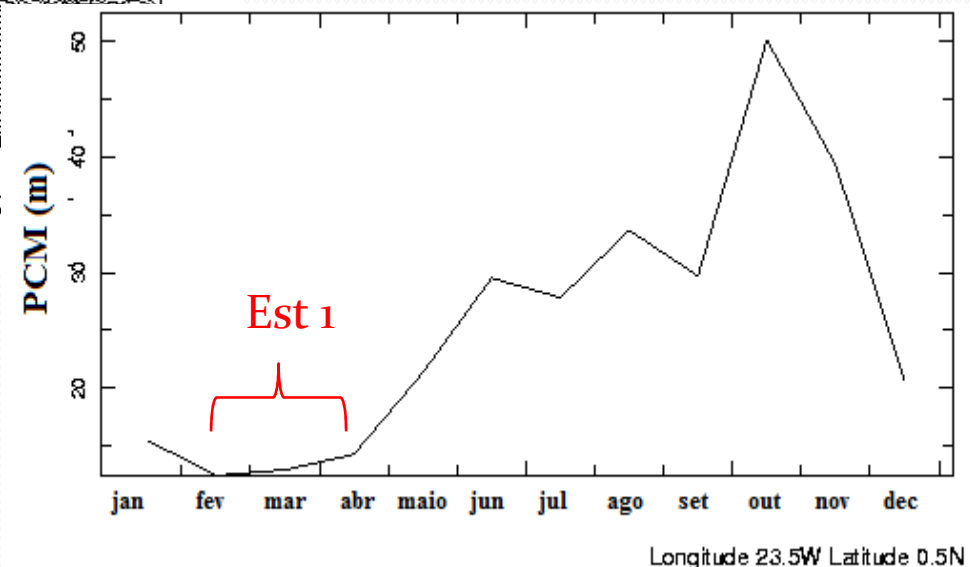


Profundidade da CMO (PCM) – Estação 1

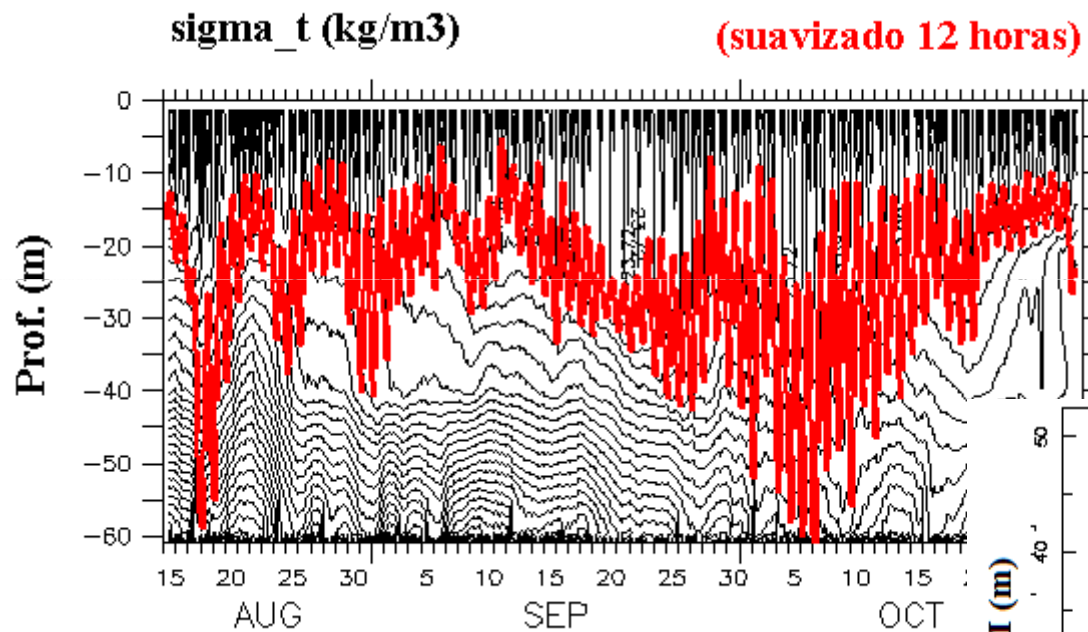


Energia cinética turbulenta
threshold $> 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$

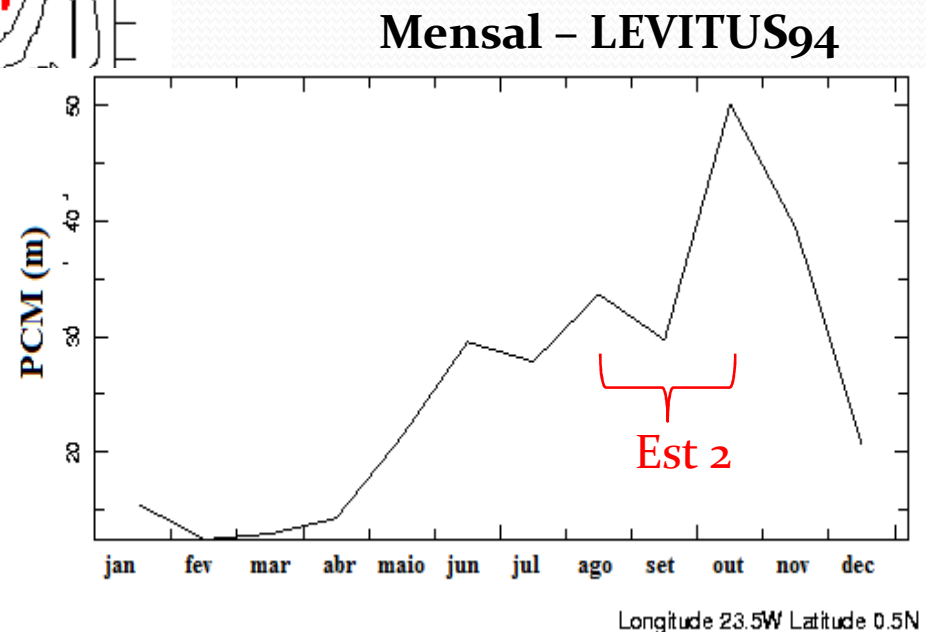
Mensal – LEVITUS94



Profundidade da CMO (PCM) – Estação 2

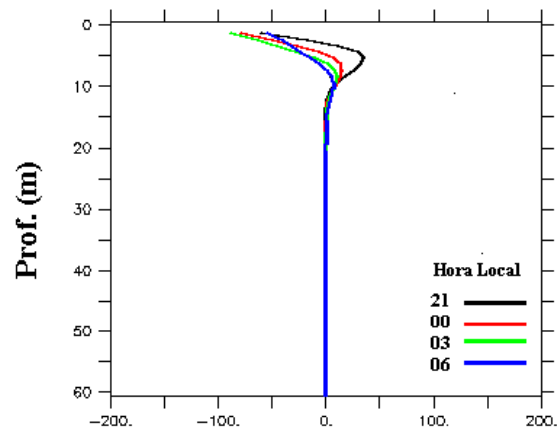


Energia cinética turbulenta
threshold $> 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$

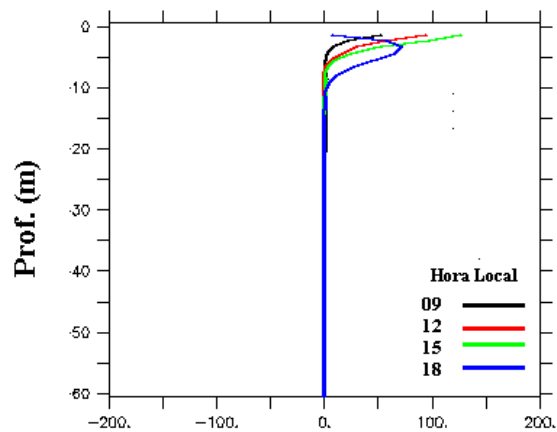


Perfil do fluxo de calor: $H = -\rho_0 c_p \alpha_t \frac{\partial T}{\partial z}$

Estação 1

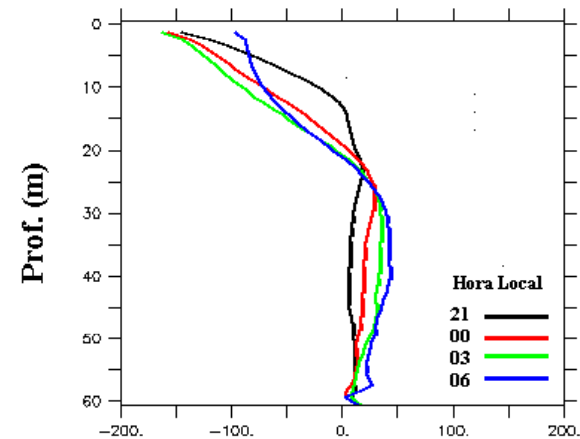


Fluxo (W/m2) - NOITE

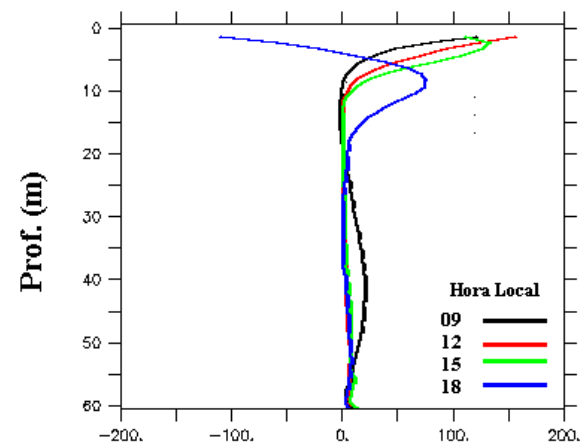


Fluxo (W/m2) - DIA

Estação 2



Fluxo (W/m2) - NOITE

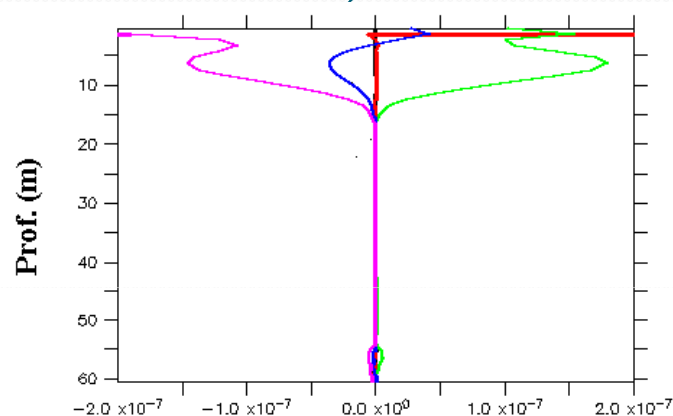


Fluxo (W/m2) - DIA

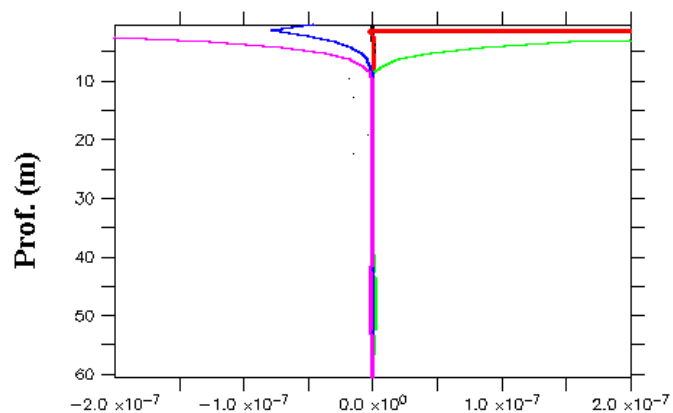
Termos da Eq. da ECT ($\text{m}^2 \text{s}^{-2}$)

$$\text{LC} = \text{S} + \text{B} + \text{Tr} + \text{Diss}$$

Estação 1

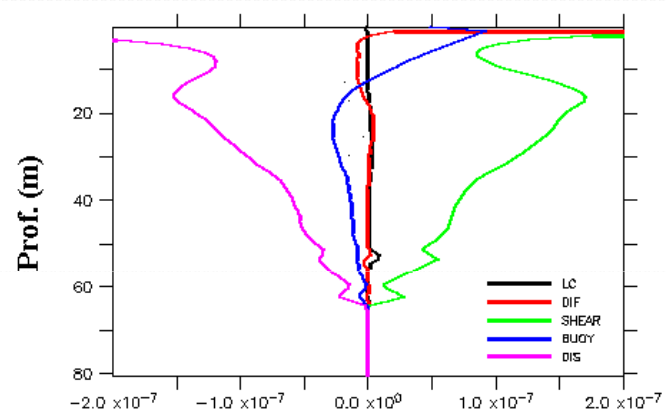


00h local

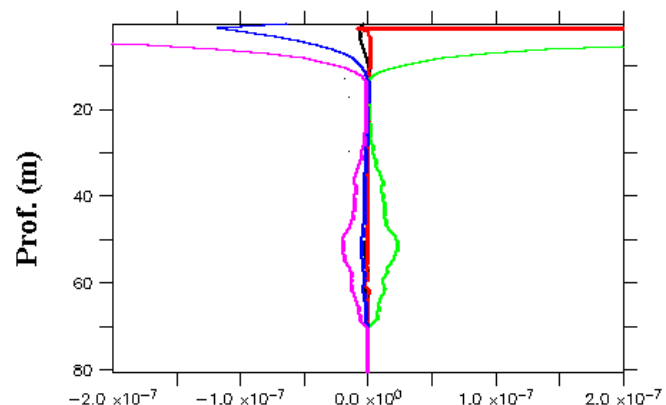


12h local

Estação 2



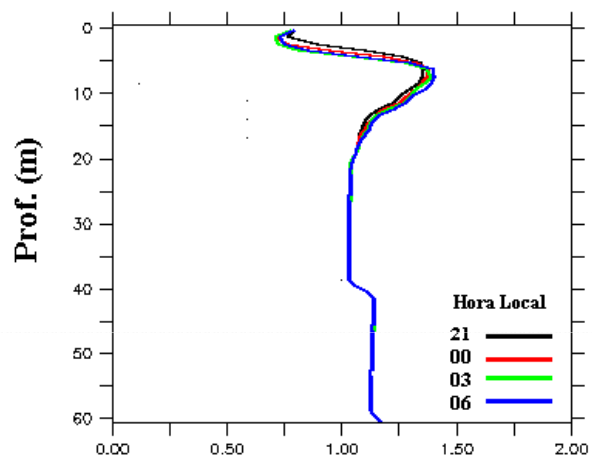
00h local



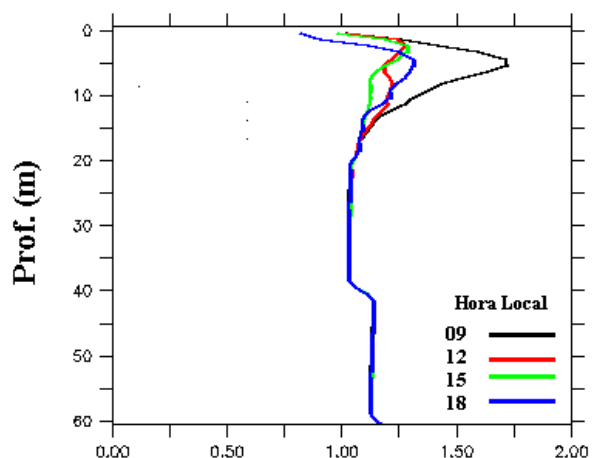
12h local

Número de Prandtl: $Pr = \nu_t / \alpha_t$

Estação 1

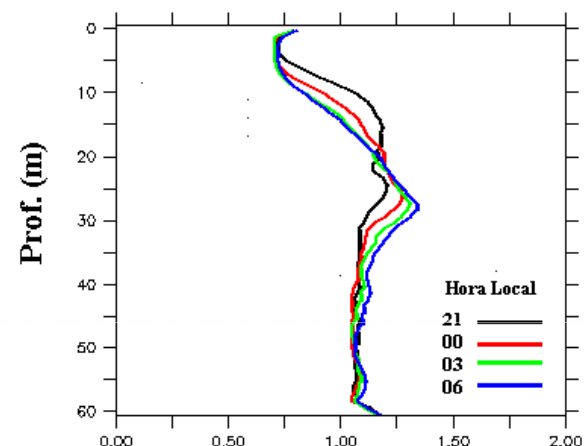


NOITE

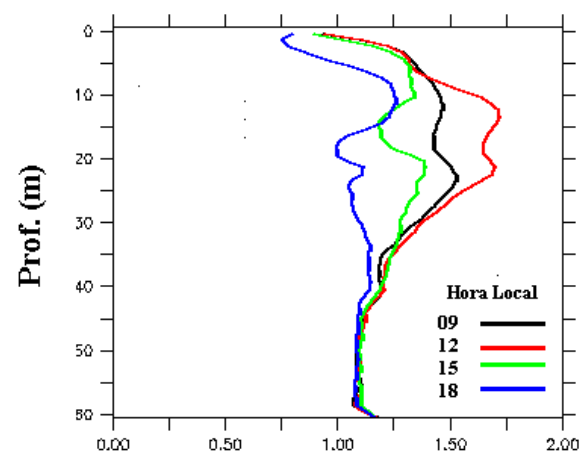


DIA

Estação 2



NOITE



DIA

Conclusões

- O GOTM se mostrou uma ferramenta adequada no estudo da estrutura da CMO na região equatorial;
- As profundidades da CMO estimada em ambas as estações são compatíveis com outros bancos de dados;
- A CMO apresentou estruturas similares, bem conhecidas na literatura, no estudo da camada limite atmosférica;
- Não há interação entre a CMO e a SCE na estação da ZCIT devido à estabilidade estática.

OBRIGADO

Perguntas ...



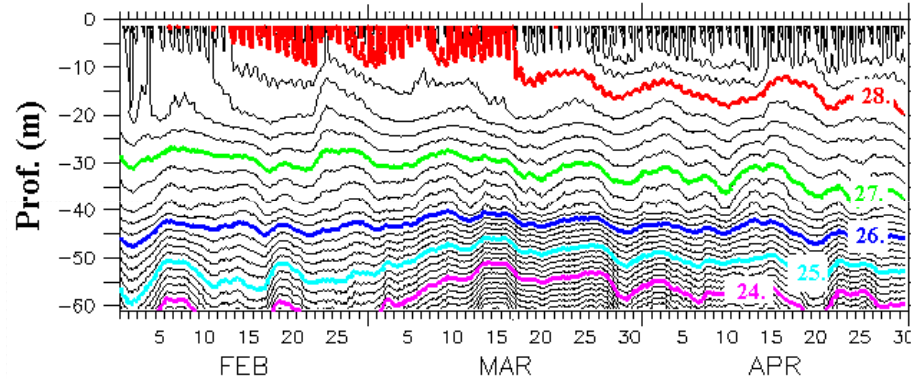
Crêterios de Boyer et al. (2004)

$$\Delta T = 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

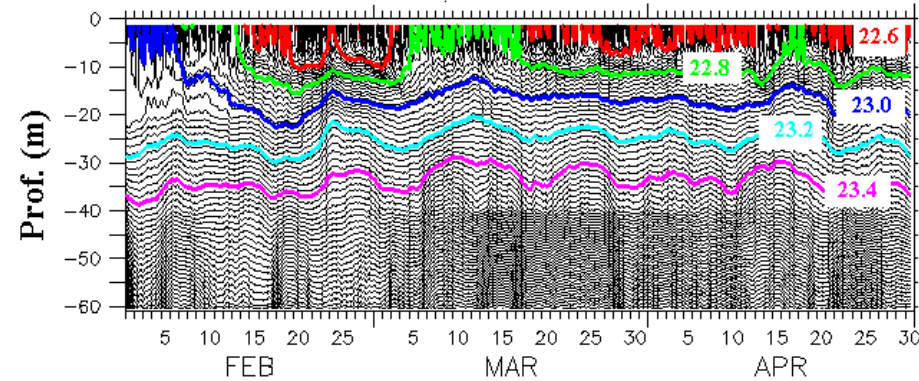
$$\Delta \sigma_t = 0,03 \text{ kg m}^{-3}$$

Esta  o ZCIT

Temperatura (Celsius)

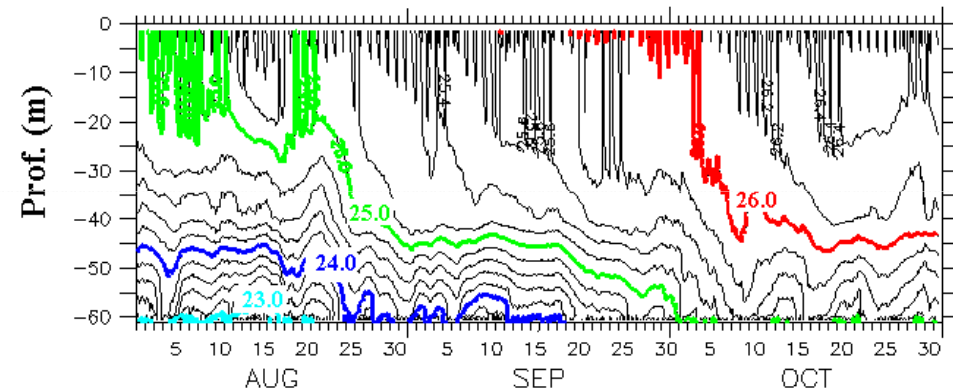


Sigma t (kg/m3)



Esta  o sem ZCIT

Temperatura (Celsius)



Sigma t (kg/m3)

