

A vez da Eólica offshore



Felipe M. Pimenta

*Lab. de Dinâmica dos Oceanos (Labdino)
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia
Universidade Federal de Santa Catarina*



Apoio: CNPq (486801/2013-4, 465672/2014-0, 311930/2016-6)

Outline

- 1) Energia eólica offshore no mundo
- 2) Panorama da eólica no Brasil
- 3) Mapeando os ventos em alto mar
- 4) Futuro das pesquisas

1. Energia eólica offshore no mundo

1ª fazenda eólica em alto mar

Vindeby, Dinamarca

Construção: 1991

Capacidade: 4.95 MW com 11 turbinas

Distância: 2.3 km da costa

Profundidade: 4 m

Voltagem: 10 kV

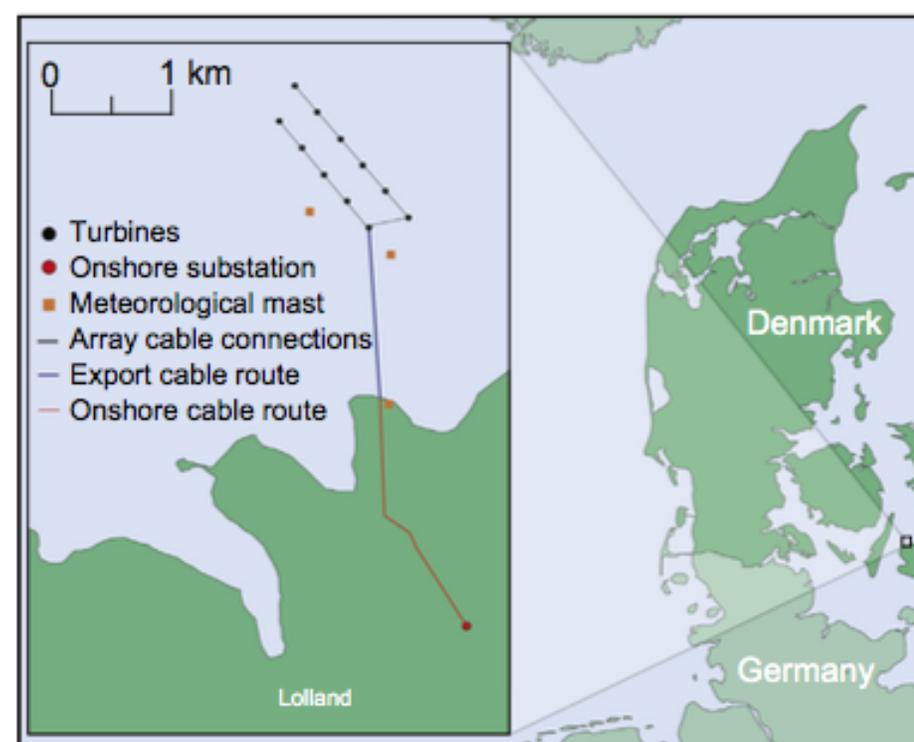


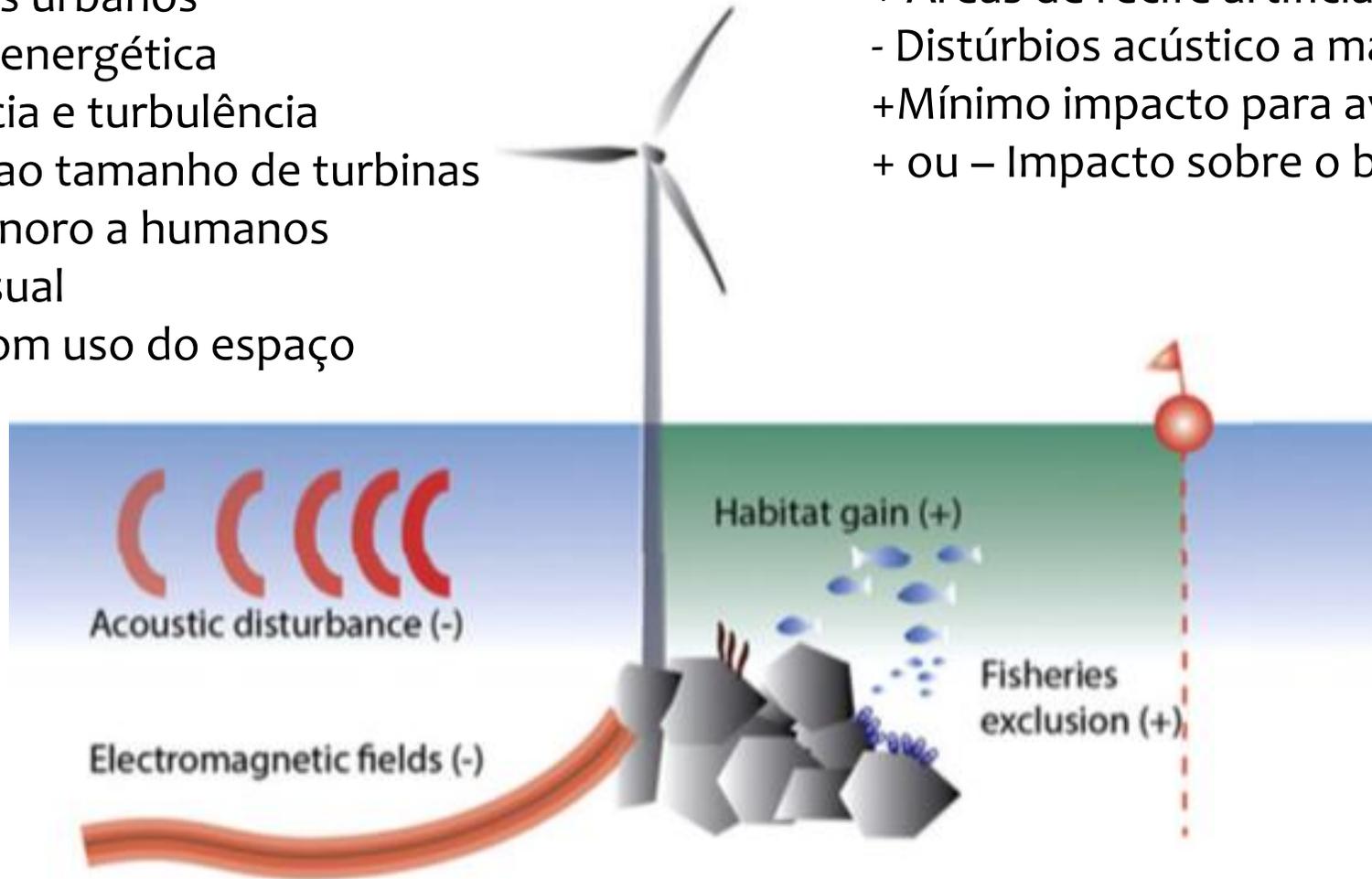
Fig. 3. Location and layout of the Danish Vindeby project.

Fatores positivos:

- +Distribuição global
- +Próximo a centros urbanos
- +Maior densidade energética
- +Baixa intermitência e turbulência
- +Não há restrição ao tamanho de turbinas
- +Baixo impacto sonoro a humanos
- +Baixo impacto visual
- +Menor conflito com uso do espaço

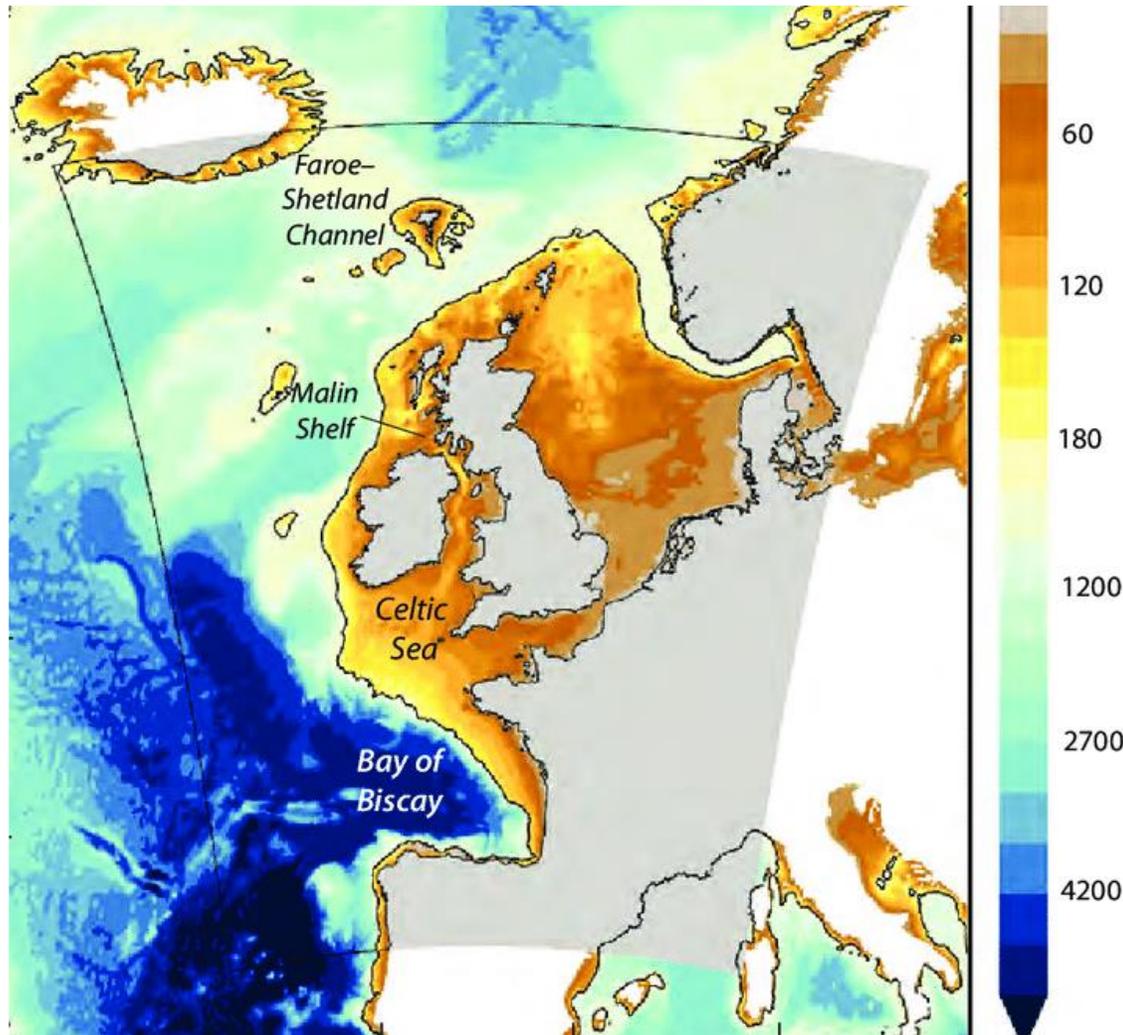
Fatores em estudo:

- + ou - Conflitos com pesca
- + Áreas de recife artificial
- Distúrbios acústico a mamíferos marinhos
- +Mínimo impacto para aves
- + ou – Impacto sobre o bentos marinho

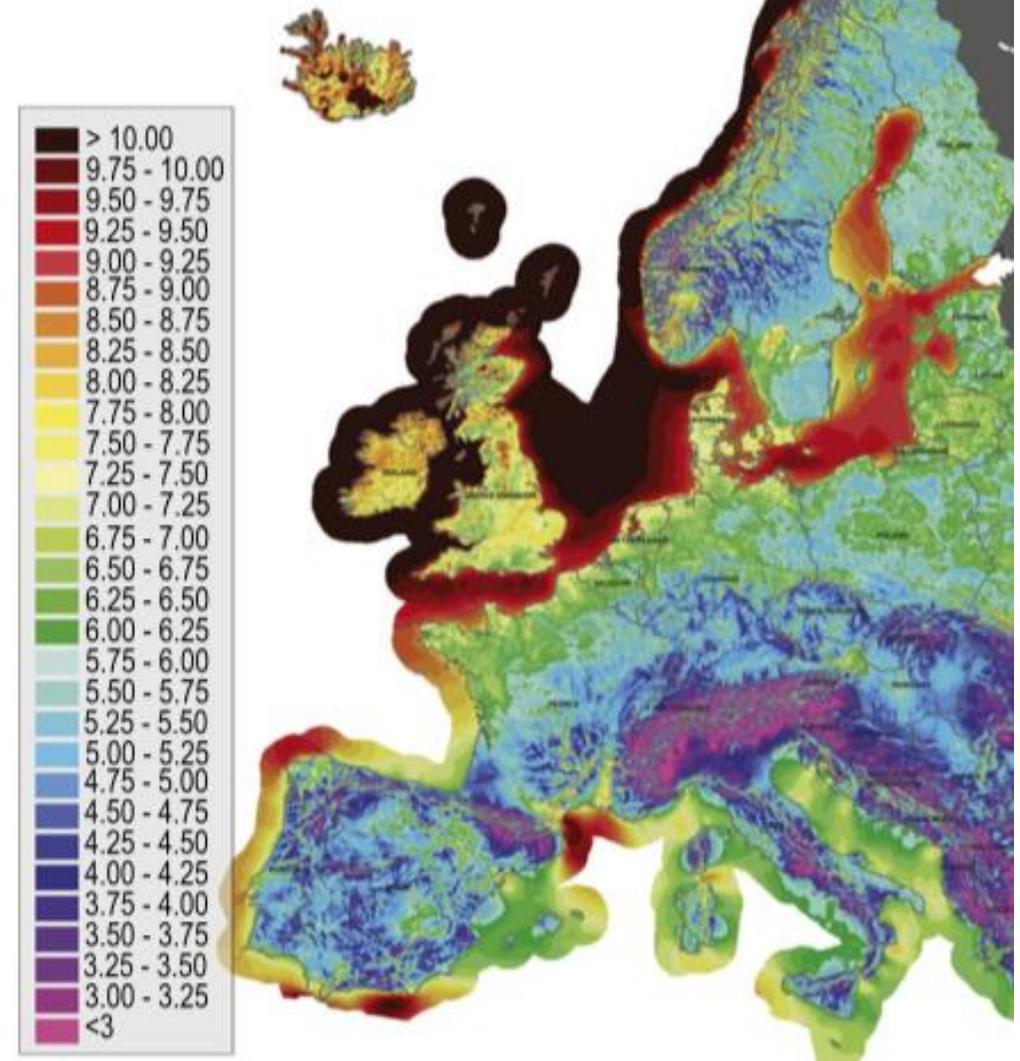


Kaldellis et al. (2014)

Profundidade (m)

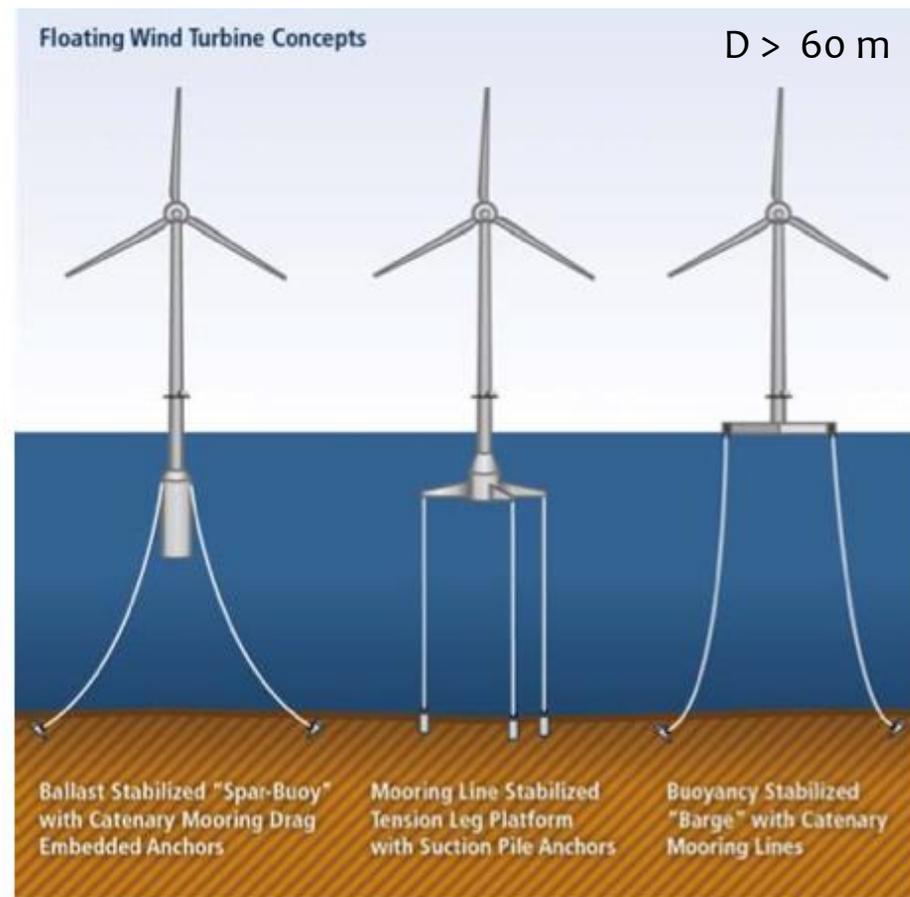
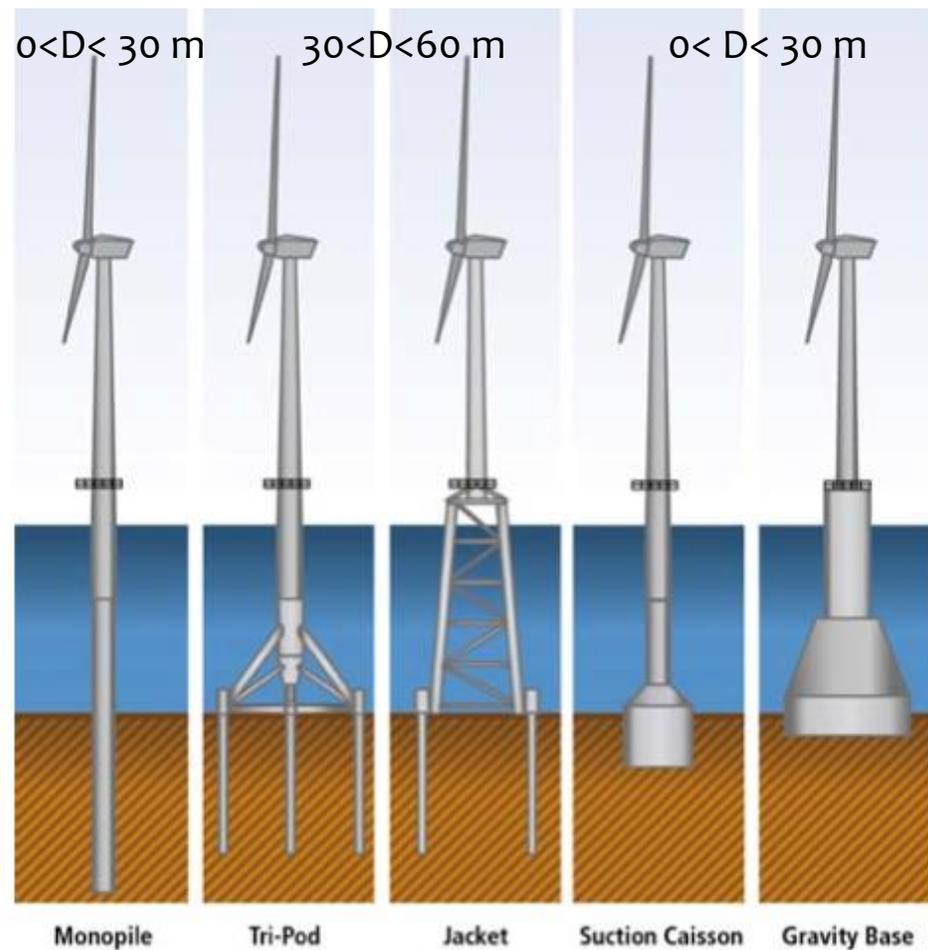


Velocidade média (m s⁻¹)



Rodrigues et al. (2015)

Tecnologia de fundações offshore



IPCC (2011)

Gwynt y Môr, United Kingdom

Construção: 2015

Capacidade: 576 MW, 160 turbinas

Distância: 16 km da costa

Profundidade: 20 m

Voltagem: 132 kV

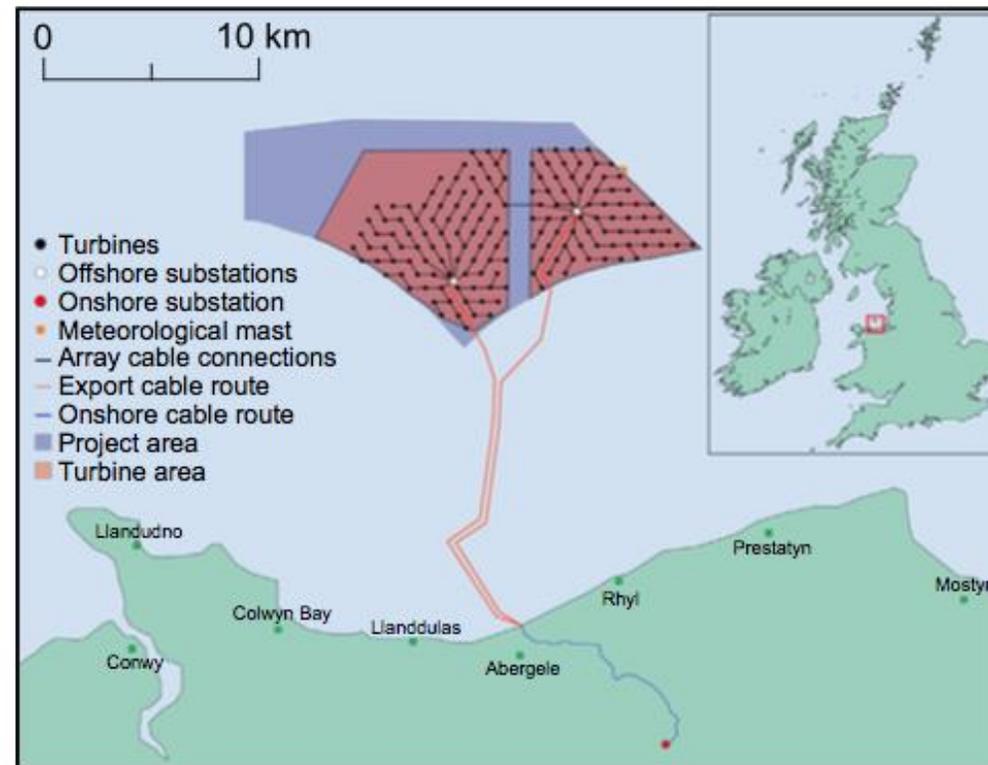
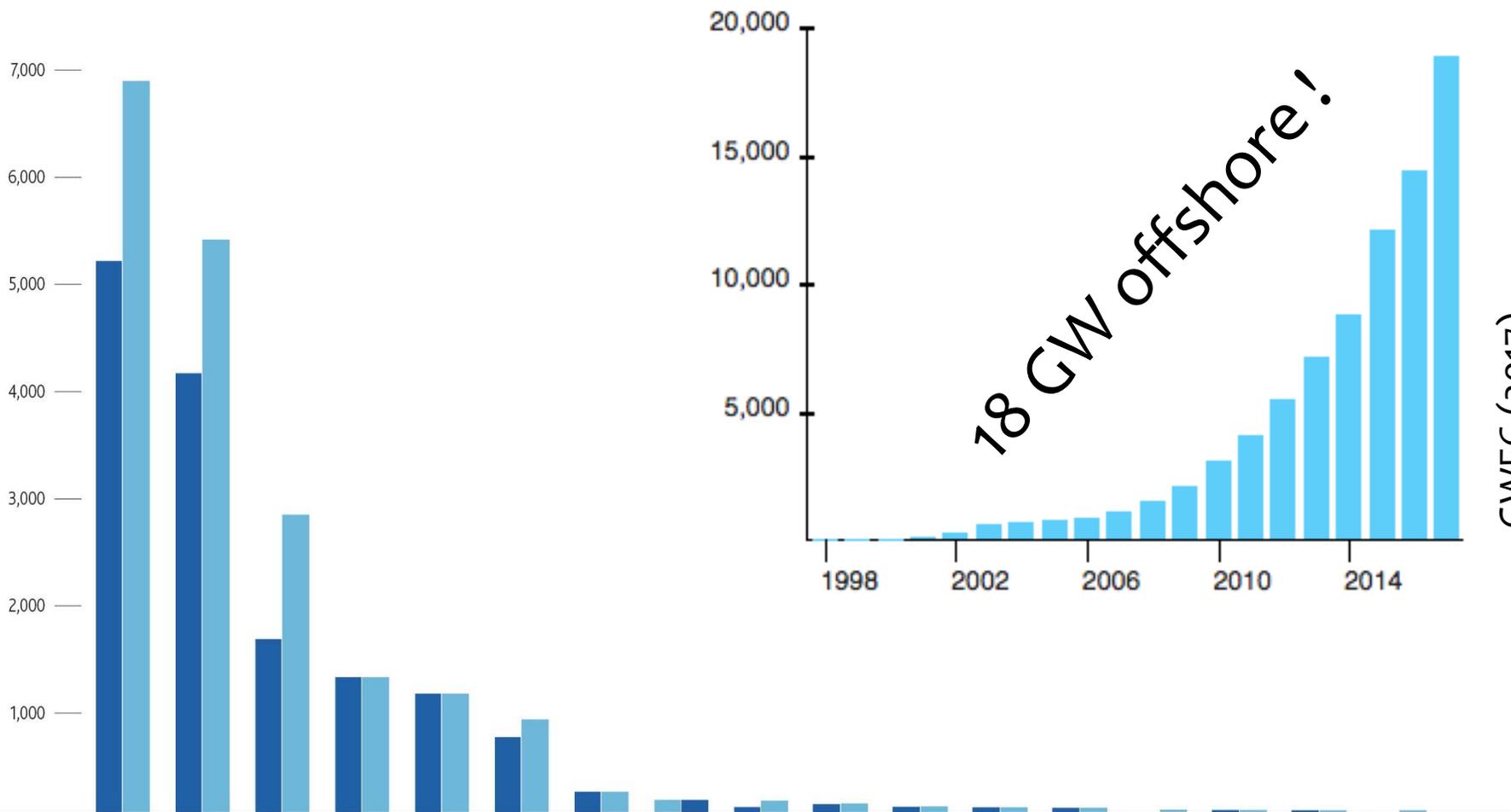


Fig. 7. Location and layout of the British Gwynt y Môr OWP [48].

Capacidade instalada acumulada

8,000 — MW ■ Cumulative capacity 2016 ■ Cumulative capacity 2017



18 GW offshore!

GWEC (2017)

(total eólica: 539 GW)

	UK	Germany	PR China	Denmark	Netherlands	Belgium	Sweden	Vietnam	Finland	Japan	South Korea	United States	Ireland	Taiwan	Spain	Norway	France	Total
Total 2016	5,156	4,108	1,627	1,271	1,118	712	202	99	32	60	35	30	25	0	5	2	0	14,483
New 2017	1,680	1,247	1,164	0	0	165	0	0	60	5	3	0	0	8	0	0	2	4,334
Total 2017	6,836	5,355	2,788	1,271	1,118	877	202	99	92	65	38	30	25	8	5	2	2	18,814

Source: GWEC

Hywind, Scotland

Construção: 2017

Capacidade: 30 MW, 6 turbinas

Distância: 25km da costa

Profundidade: 120 m

Voltagem: 132 kV



<http://www.statoil.com>



Supergrids do futuro

Rodrigues et al. (2015)

2. Panorama da Eólica no Brasil



O TAMANHO
DA INDÚSTRIA
NO BRASIL

13,4GW

DE CAPACIDADE
INSTALADA

534

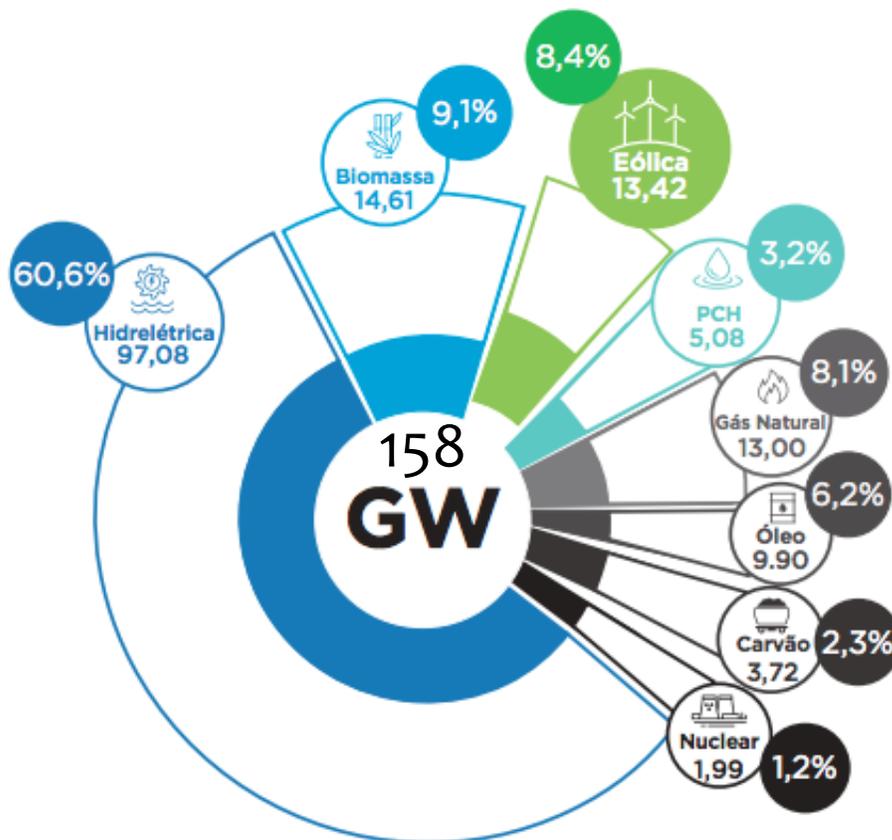
PARQUES
EÓLICOS

MAIS DE:
6.600

AEROGERADORES
EM OPERAÇÕES

OPERANDO

EM **12**
ESTADOS

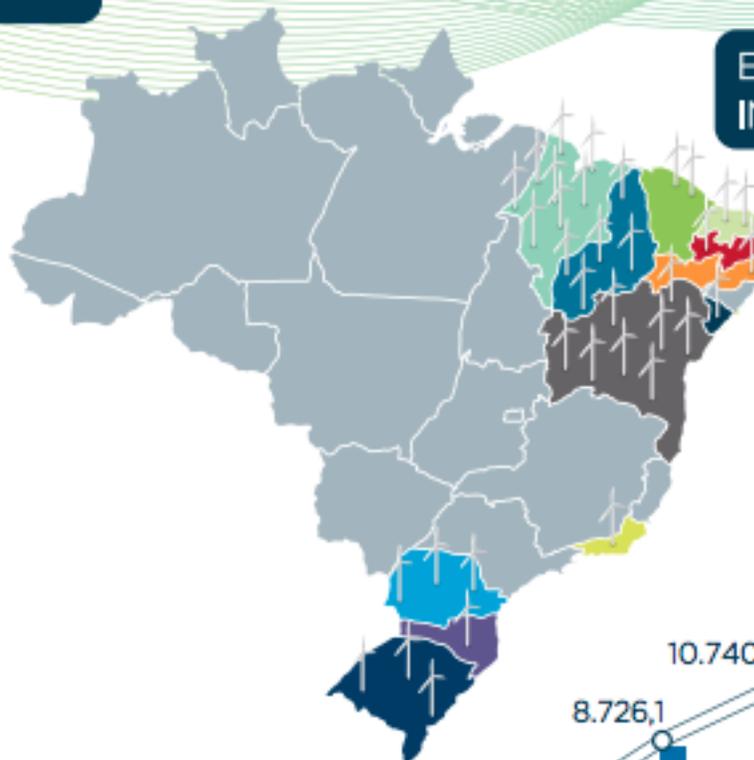


63% Hidro
08% Eólica
(81% Renovável)

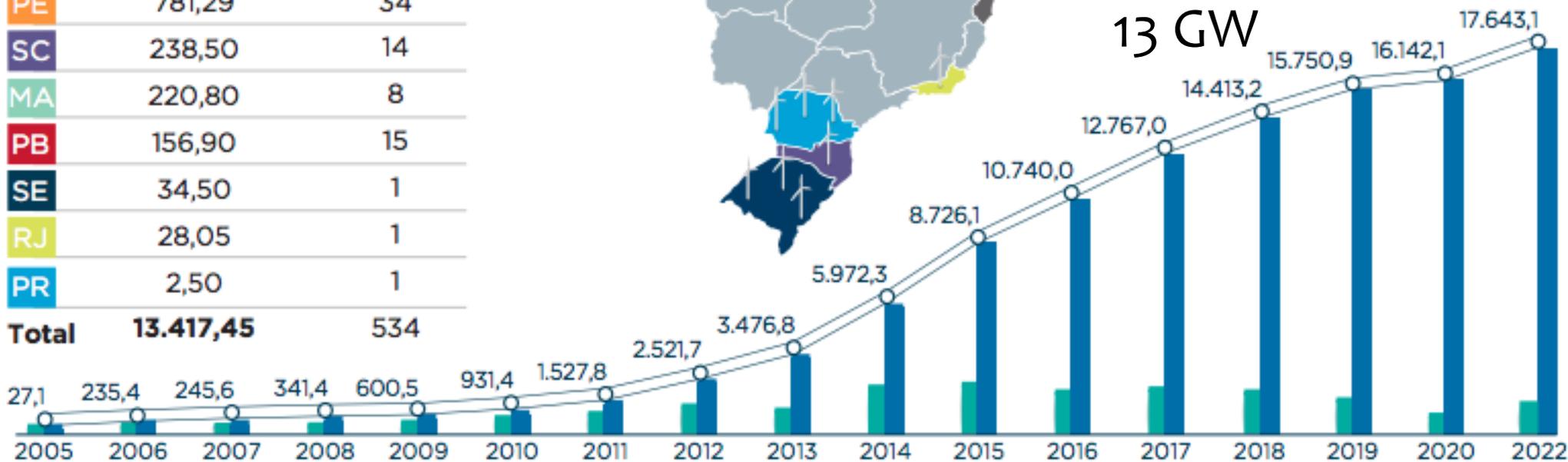
16% Trio fóssil

CAPACIDADE INSTALADA E NÚMERO DE PARQUES POR ESTADO

UF	POTÊNCIA (MW)	PARQUES
RN	3.722,45	137
BA	2.907,64	111
CE	2.049,86	80
RS	1.831,87	80
PI	1.443,10	52
PE	781,29	34
SC	238,50	14
MA	220,80	8
PB	156,90	15
SE	34,50	1
RJ	28,05	1
PR	2,50	1
Total	13.417,45	534



EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA (MW)



Fonte: ANEEL/ABEEólica

August 9, 2018

O futuro é offshore

A 9ª edição do Brazil Windpower foi encerrada com o debate "Existe futuro para a energia eólica offshore no Brasil?". A moderação ficou a cargo do fundador da Tecsis, Bento Koike, que provocou a plenária a imaginar se alguém, após o esforço de todos os players para consolidar o mercado onshore, imaginaria que novas fronteiras viriam e desta vez em alto mar. E ainda lançou um pedido para a presidente executiva da ABEEólica, Élbia Ganoum: **"Após este debate, o que acha de criarmos um novo departamento na Associação voltado para as offshores?"**.

Fatos e Dados



Estamos desenvolvendo o primeiro projeto piloto de energia eólica offshore do Brasil

22.Ago.2018

 Recomendar 89

 Tweetar

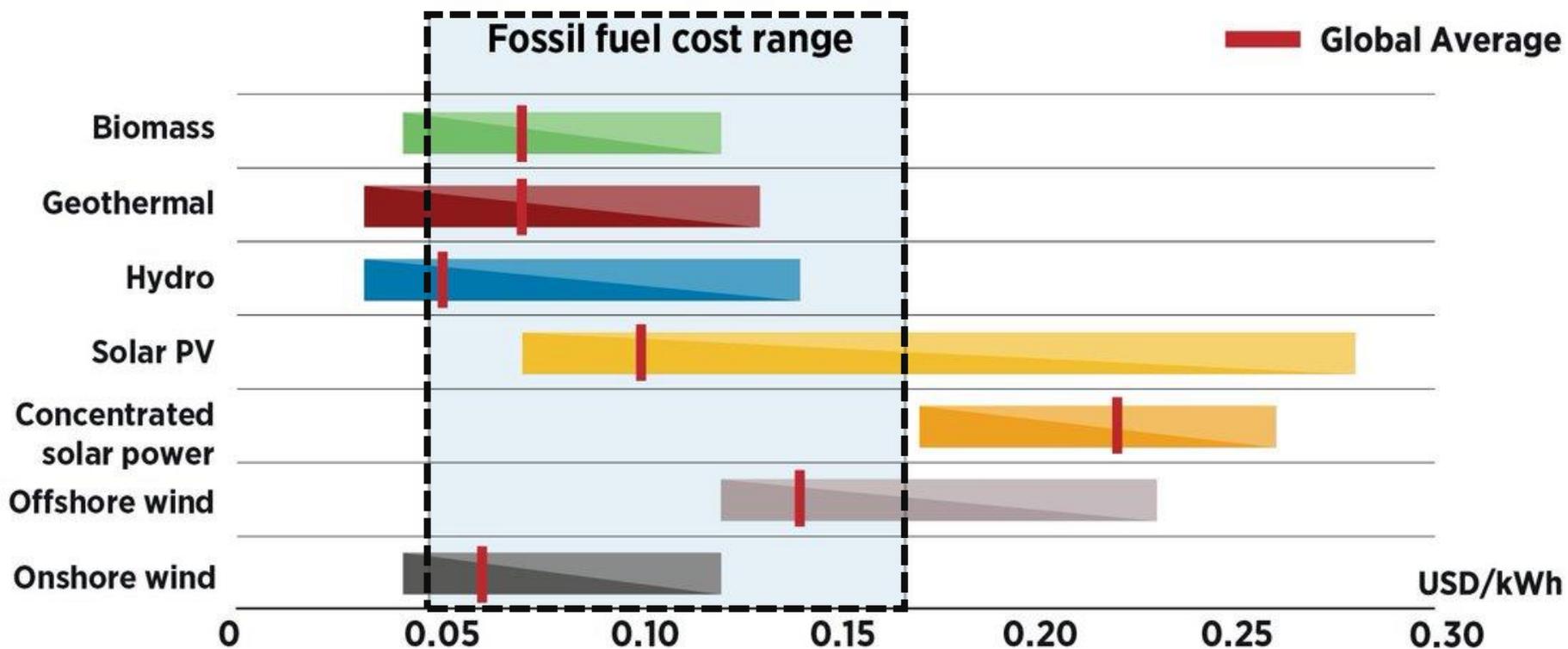
 Compartilhar

A energia eólica, que utiliza a força dos ventos para gerar eletricidade, ocupa a terceira posição entre as principais fontes de energia no país, superada apenas pela hidroeletricidade e pela biomassa. O crescimento contínuo da eólica nos últimos anos fez o Brasil despontar, no ano passado, como o 8º colocado no ranking mundial que mede a capacidade instalada de geração.

“Uma das estratégias do nosso Plano de Negócios e Gestão (PNG) prevê *preparar a companhia para um futuro baseado em uma economia de baixo carbono*, a partir da redução de emissões de CO₂, do *investimento em novas tecnologias e de negócios de alto valor em energia renovável*. Em linha com essa estratégia, instalaremos até 2022 a **primeira planta eólica do Brasil em alto-mar**, no polo de Guamaré, no Rio Grande do Norte”

(Petrobrás, Total e Statoil)

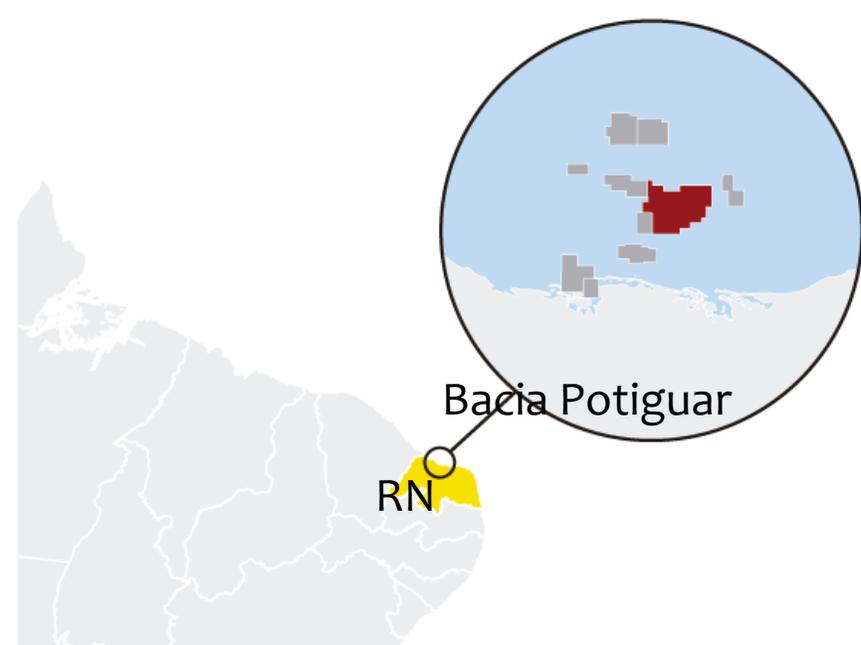
Average renewable power generation costs in the fossil fuel range in 2017



www.irena.org

 IRENA
International Renewable Energy Agency

International Renewable Energy Agency (Fev 2018)



Concessão renovada pela ANP 2016 até 2034



Foto: Plataforma fixa de concreto e auto-elevatória de Ubarana

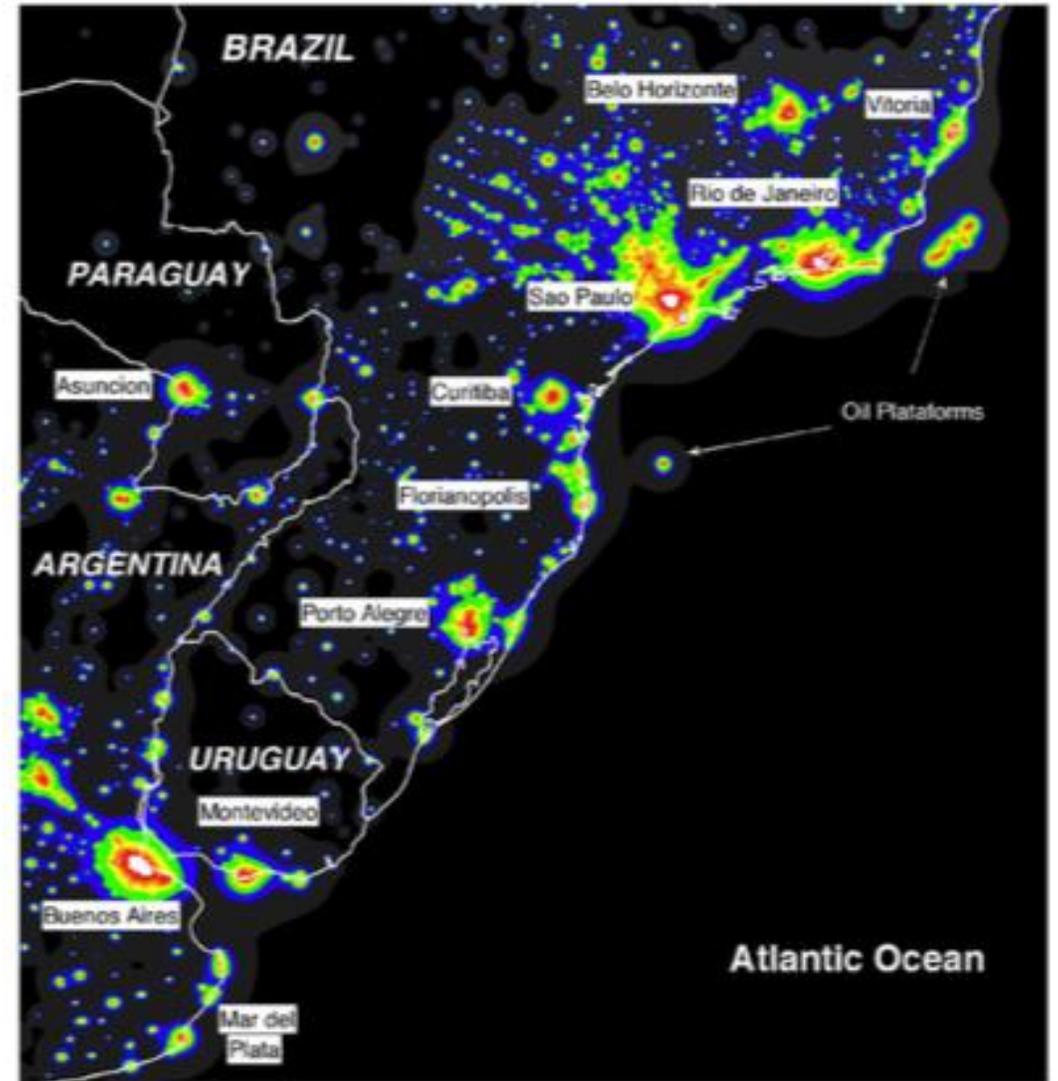
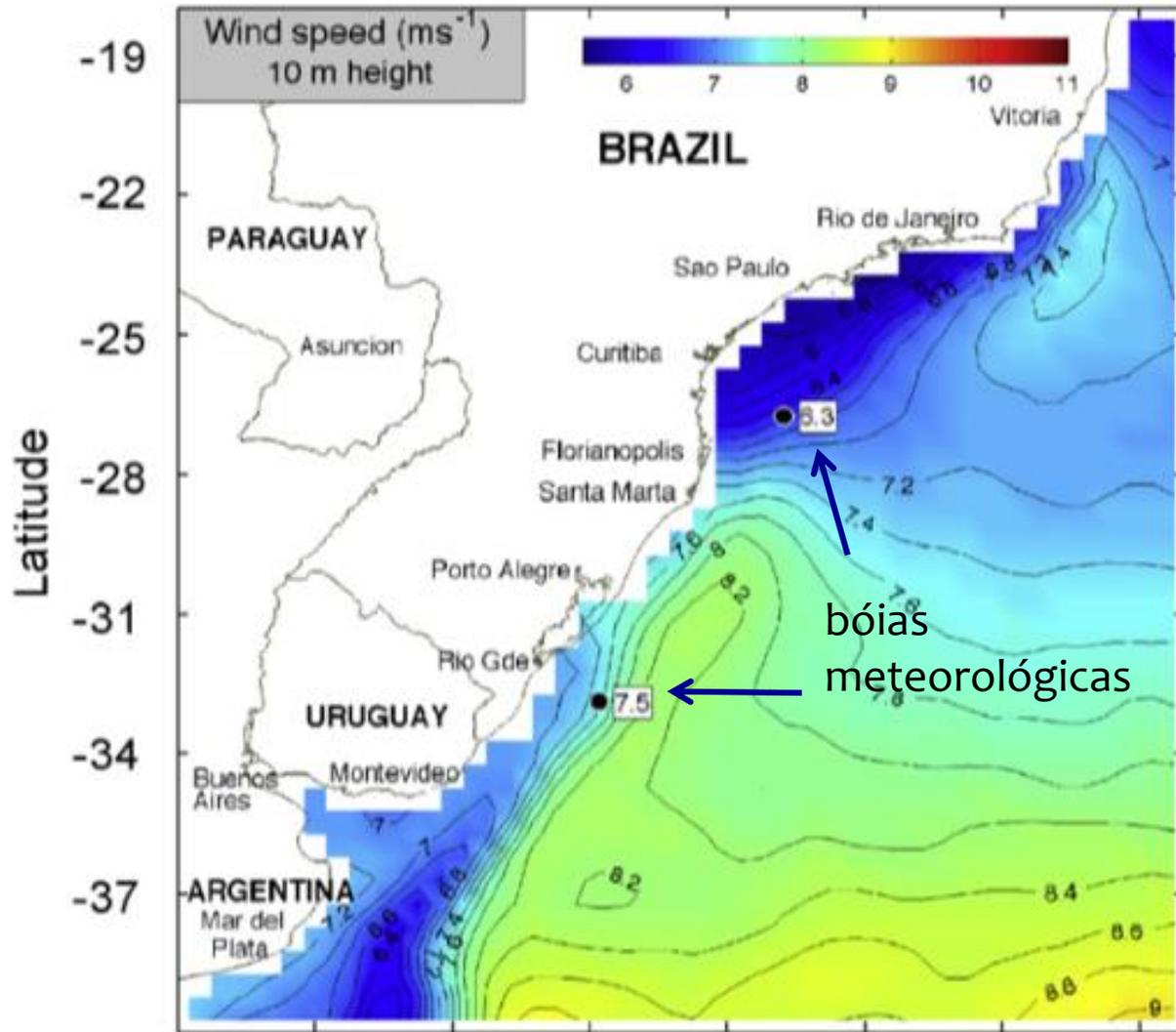


UBARANA

Nº do Contrato:	48000.003782/97-71
Operador do Contrato:	Petróleo Brasileiro S.A.
Estado:	Rio Grande do Norte
Bacia:	Potiguar
Localização:	Mar
Lâmina d'água:	16 m
Fluido Principal:	Óleo
Área:	119,774 km ²
Situação:	Em produção
Descoberta:	14/11/1973
Início de Produção:	30/06/1976

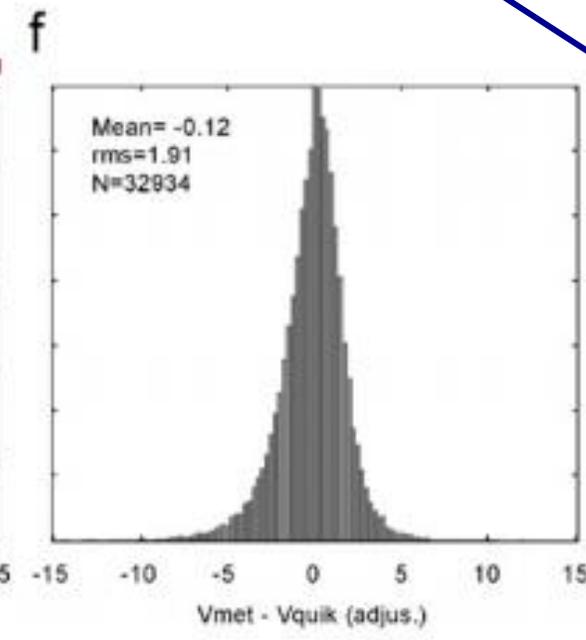
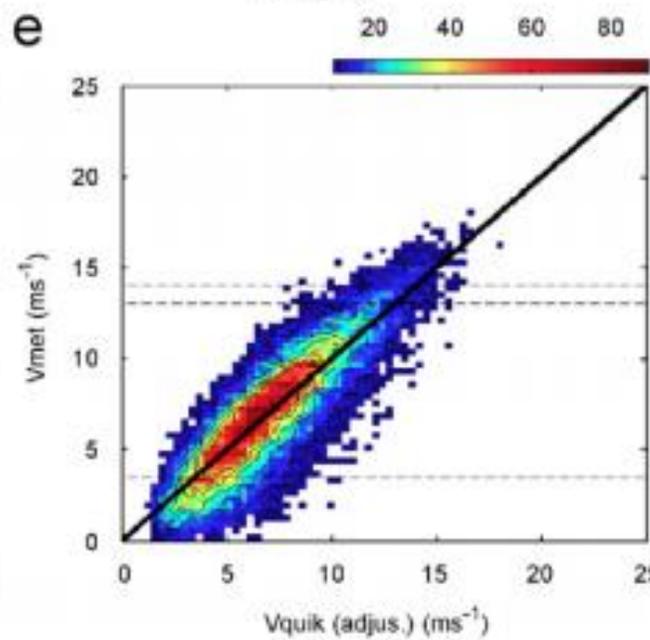
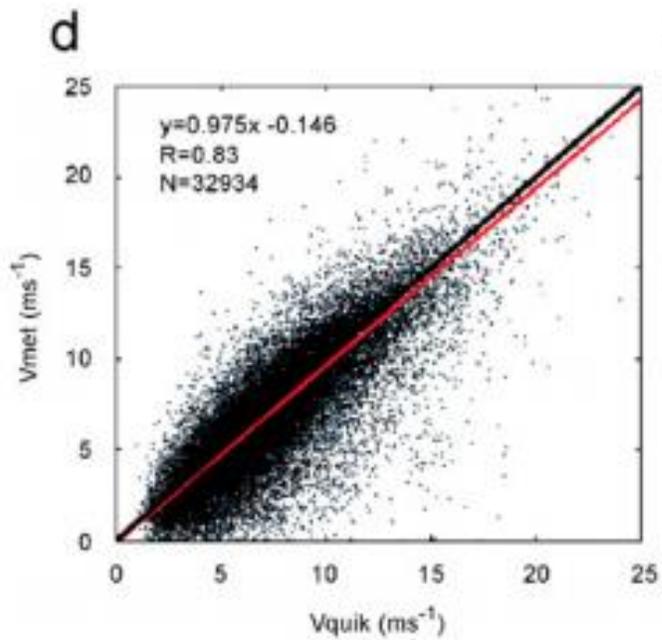
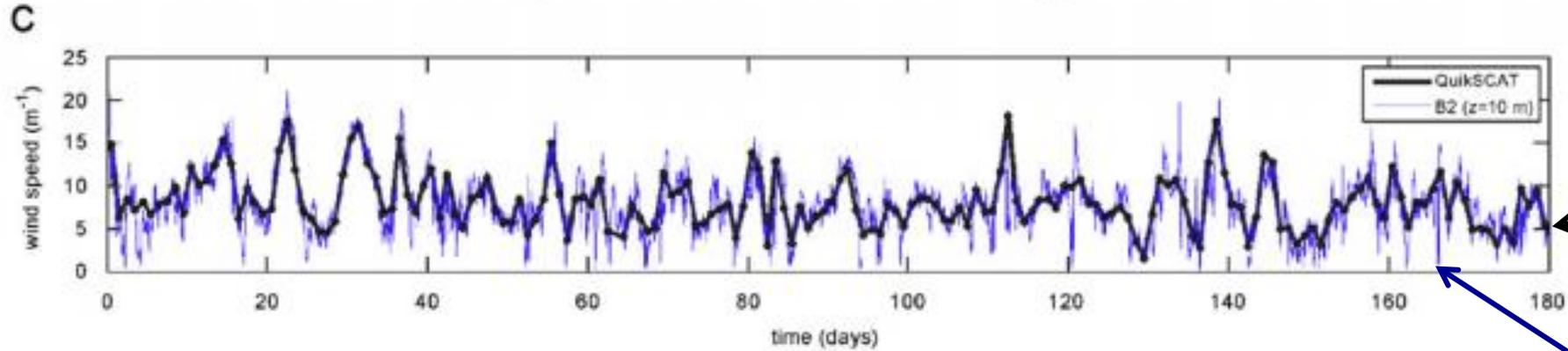
3. Mapeando os ventos em alto mar

Ventos a 10 m (dados satelitários)

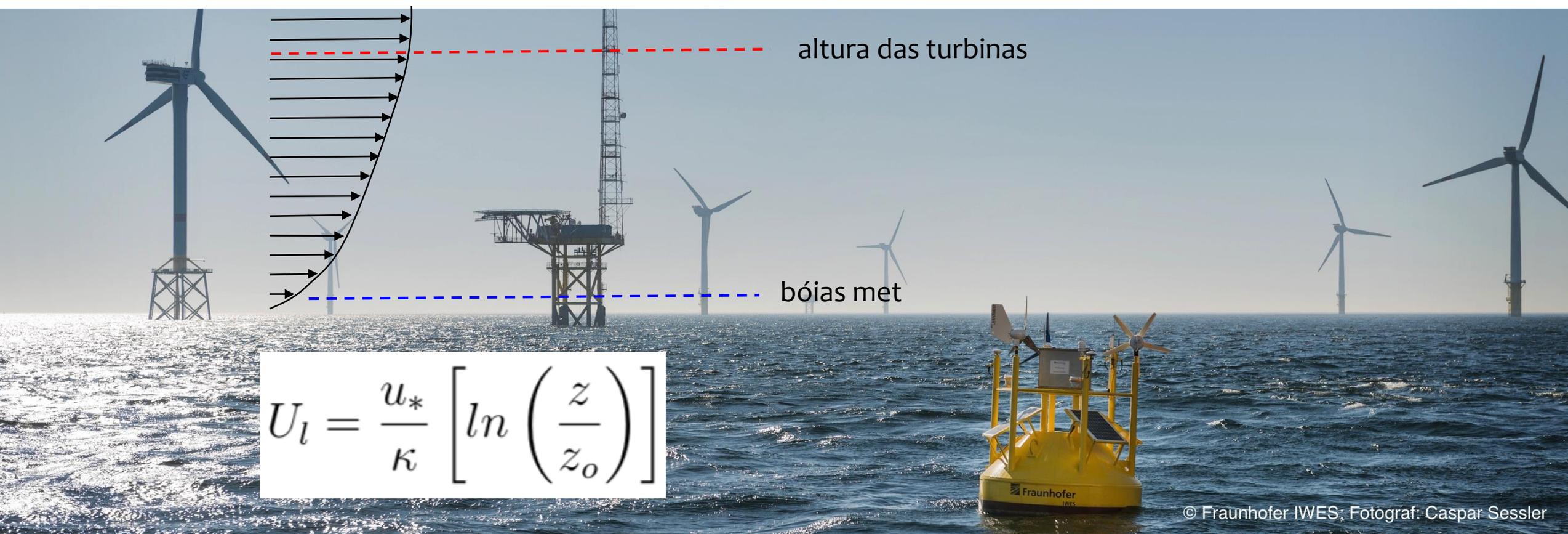


Pimenta et al. (2008)

Dados satelitários vs bóia meteorológica

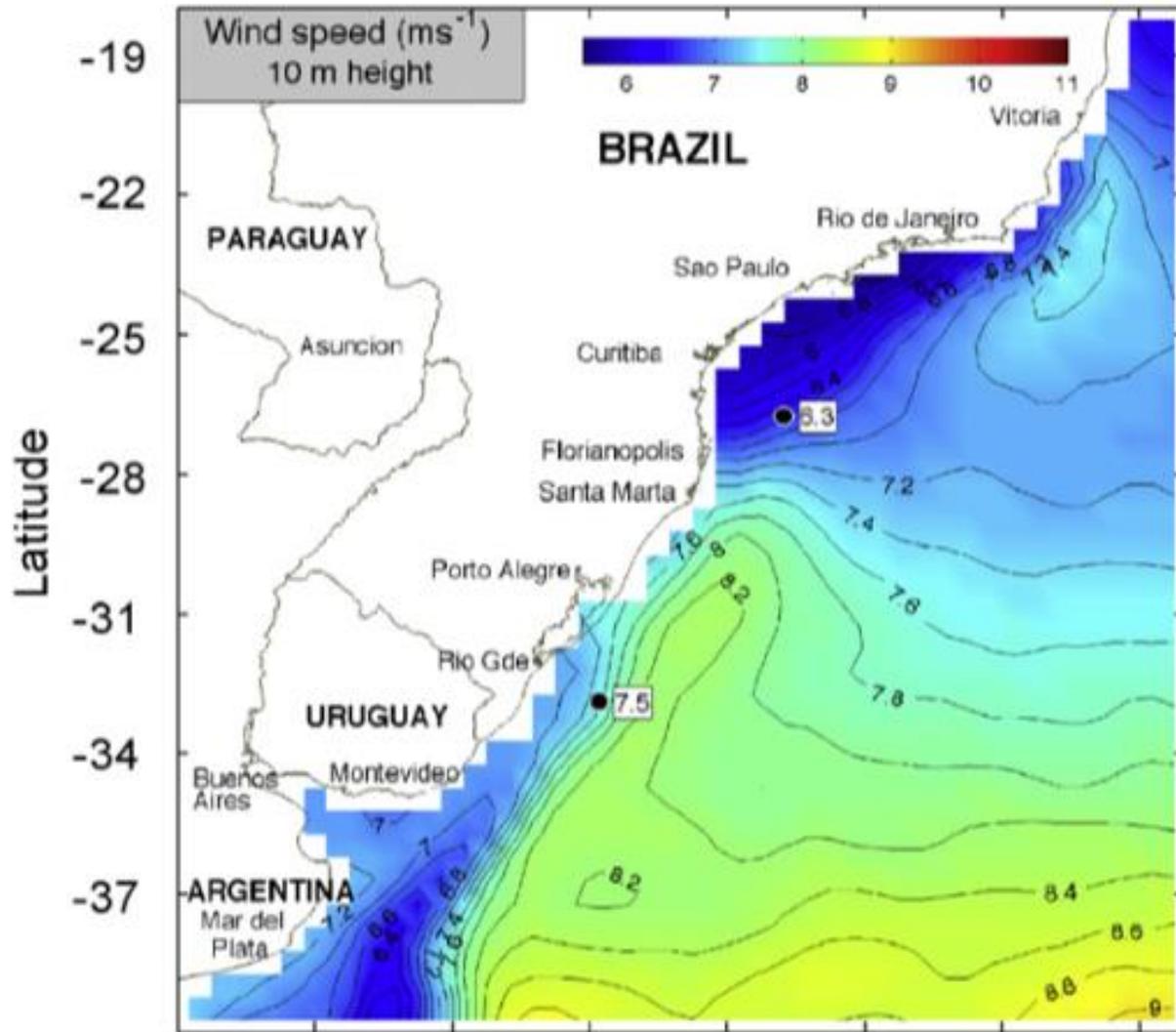


Extrapolação vertical dos ventos

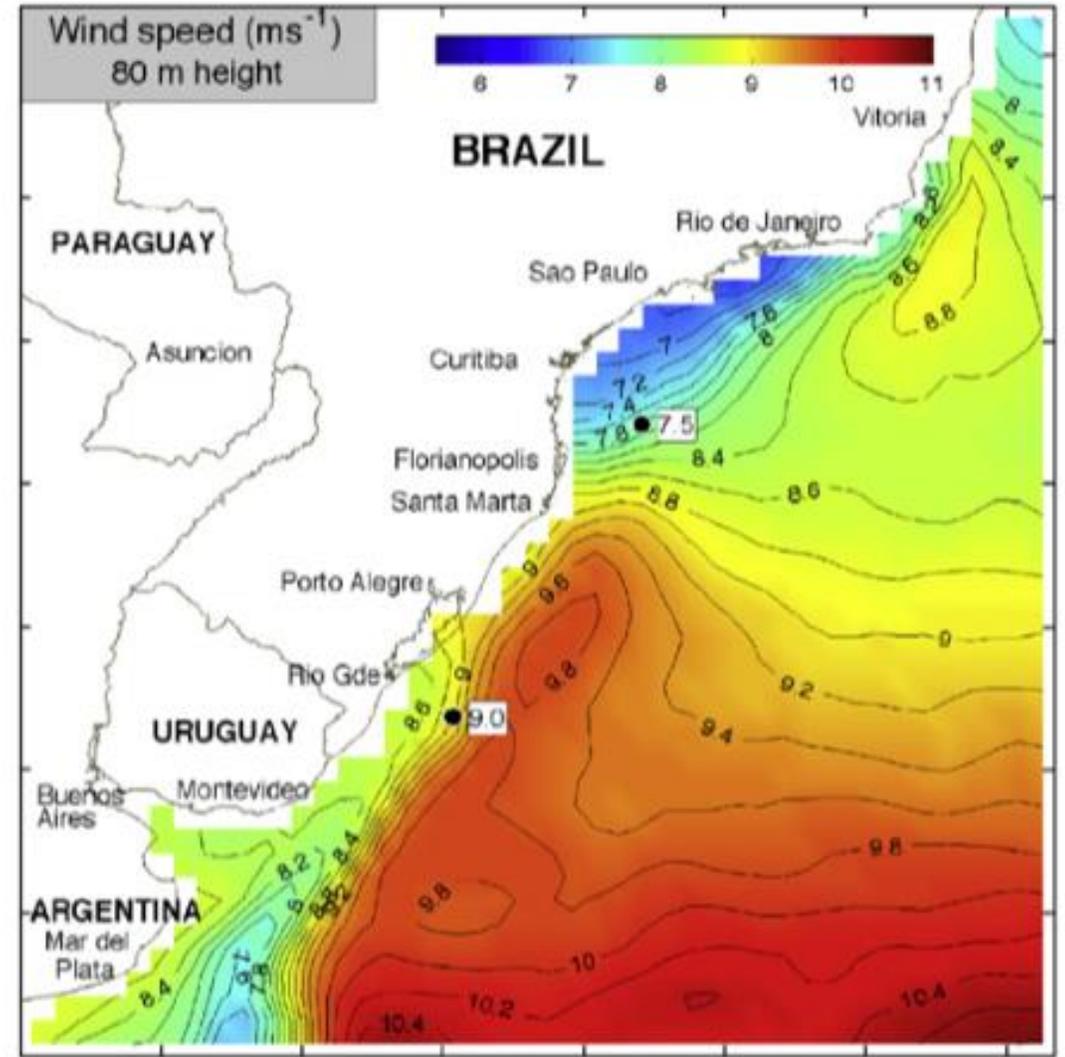


(log-law tradicional)

Ventos a 10 m

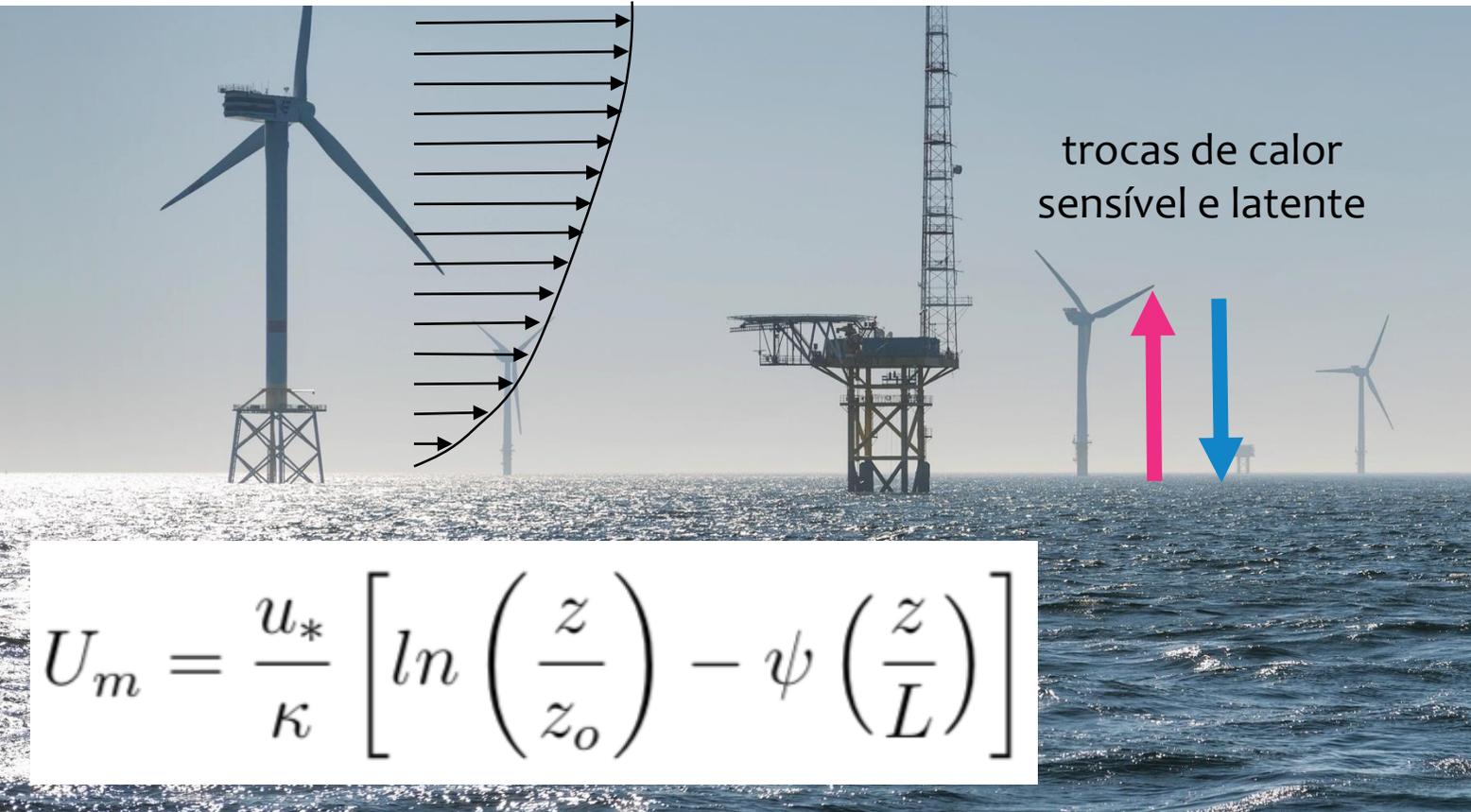


Ventos a 80 m



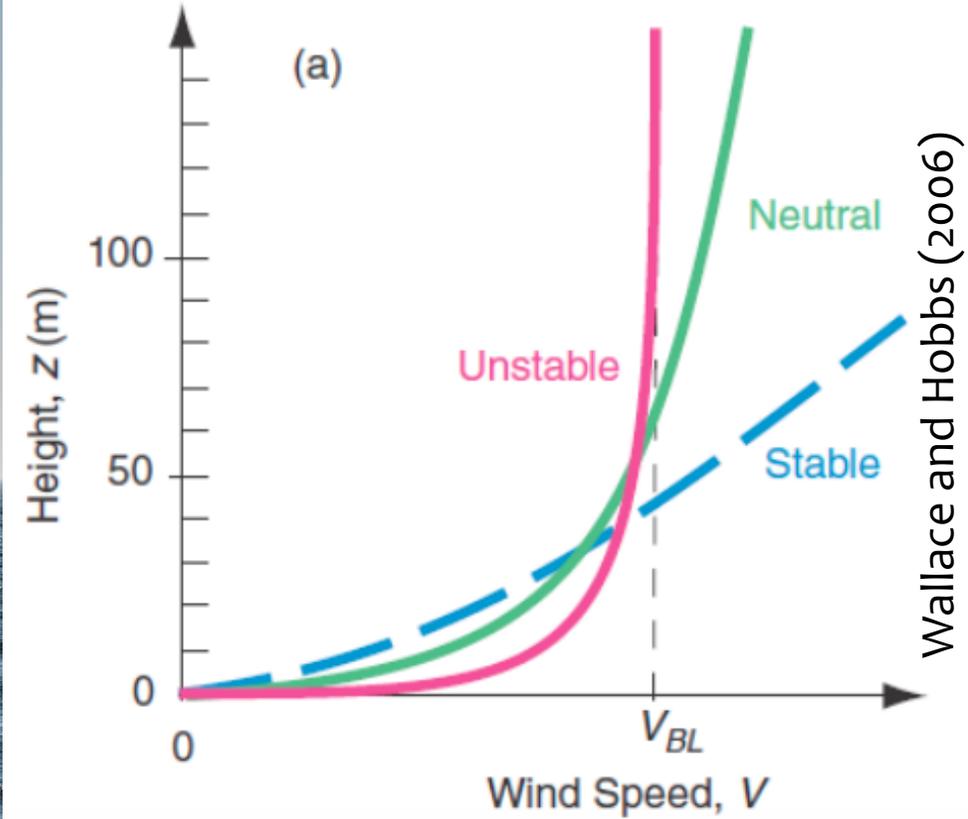
Pimenta et al. (2008)

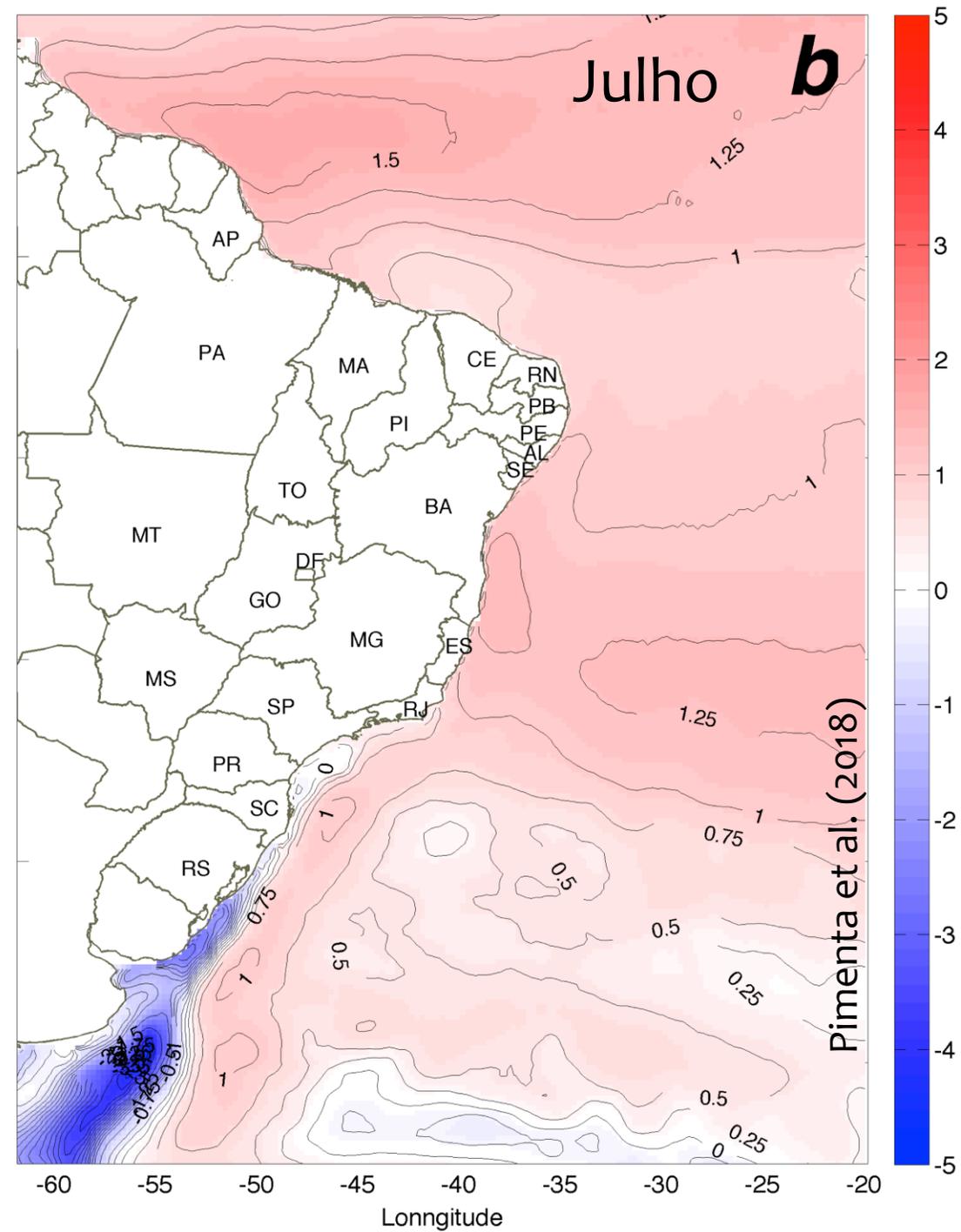
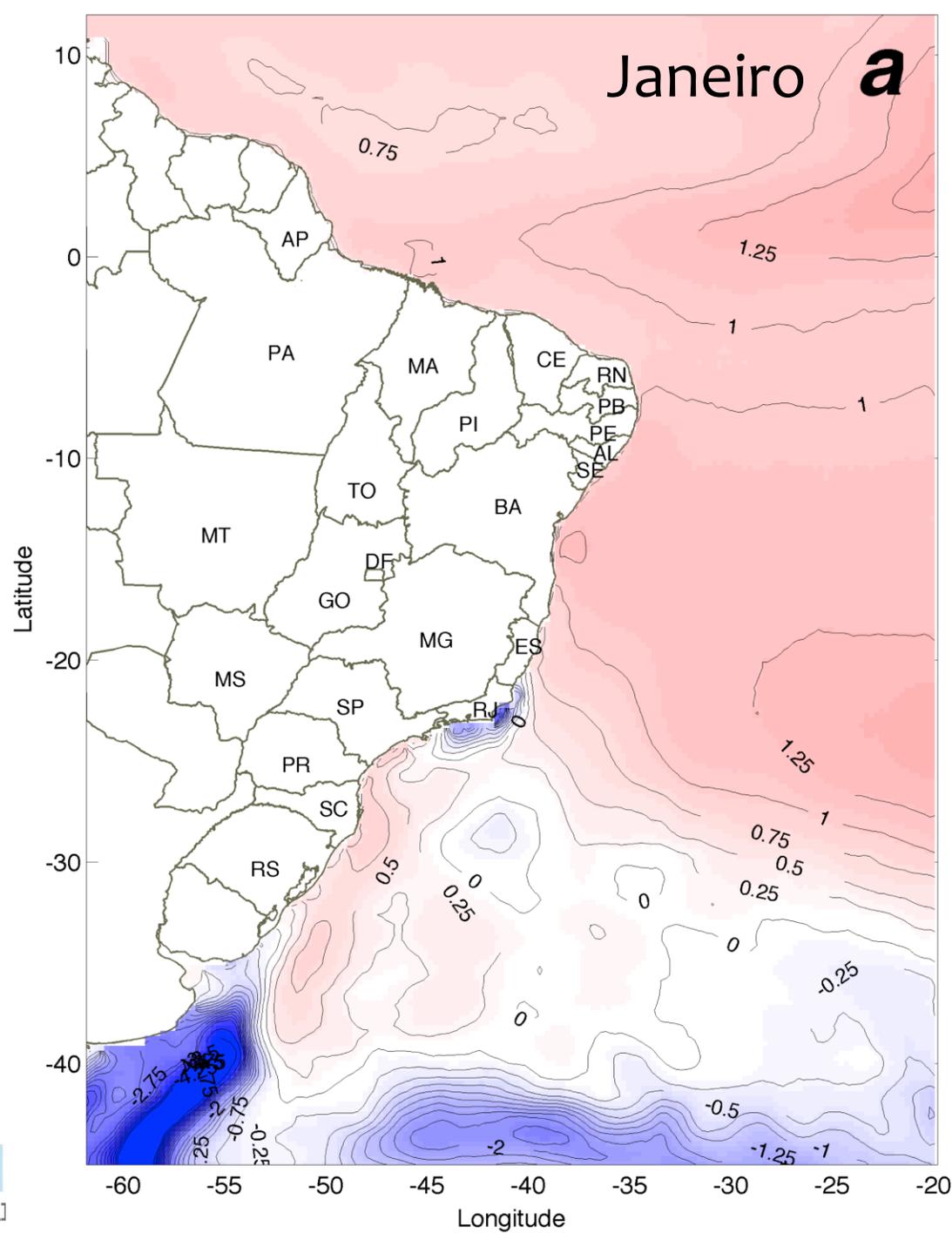
Extrapolação vertical e estabilidade atmosférica



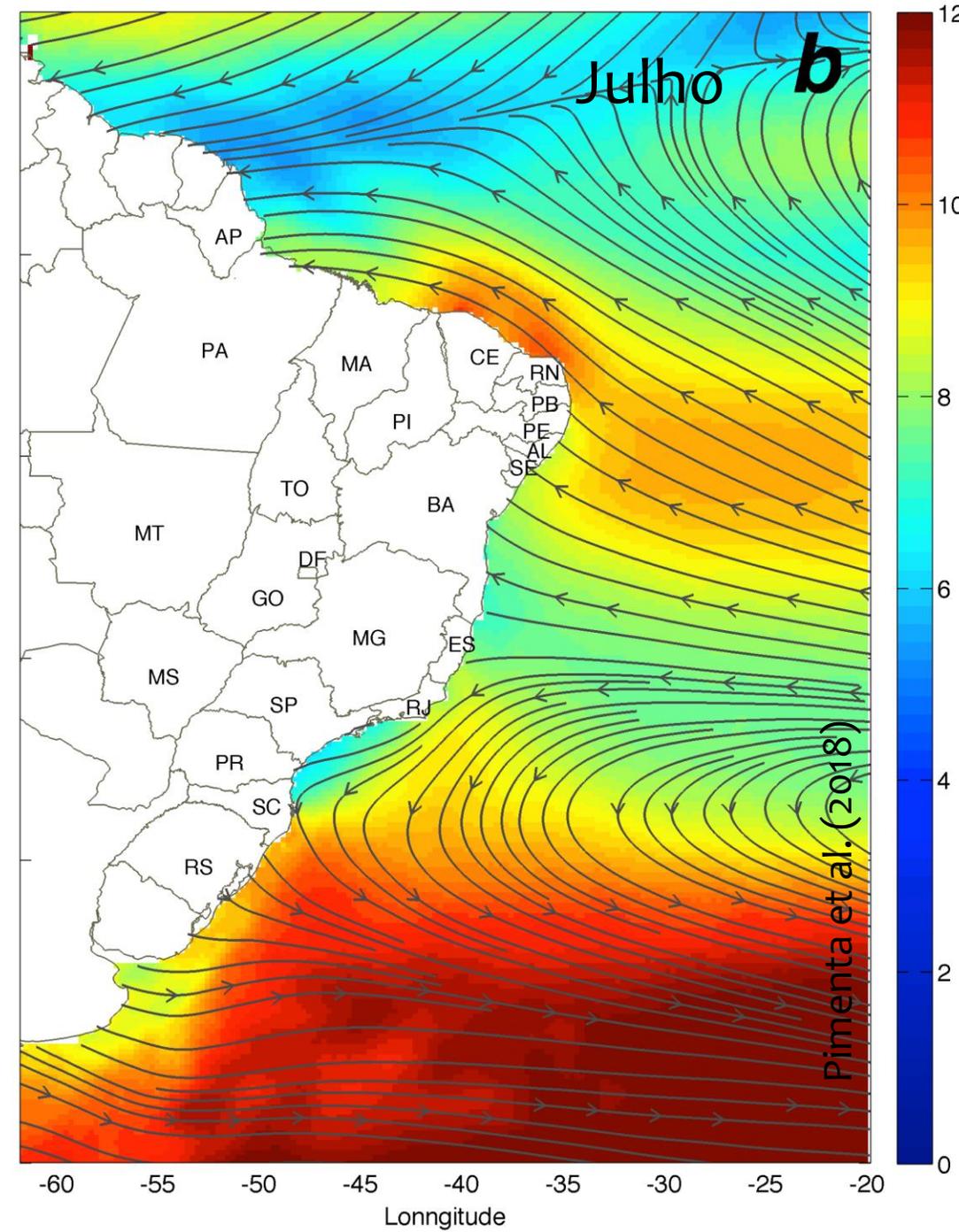
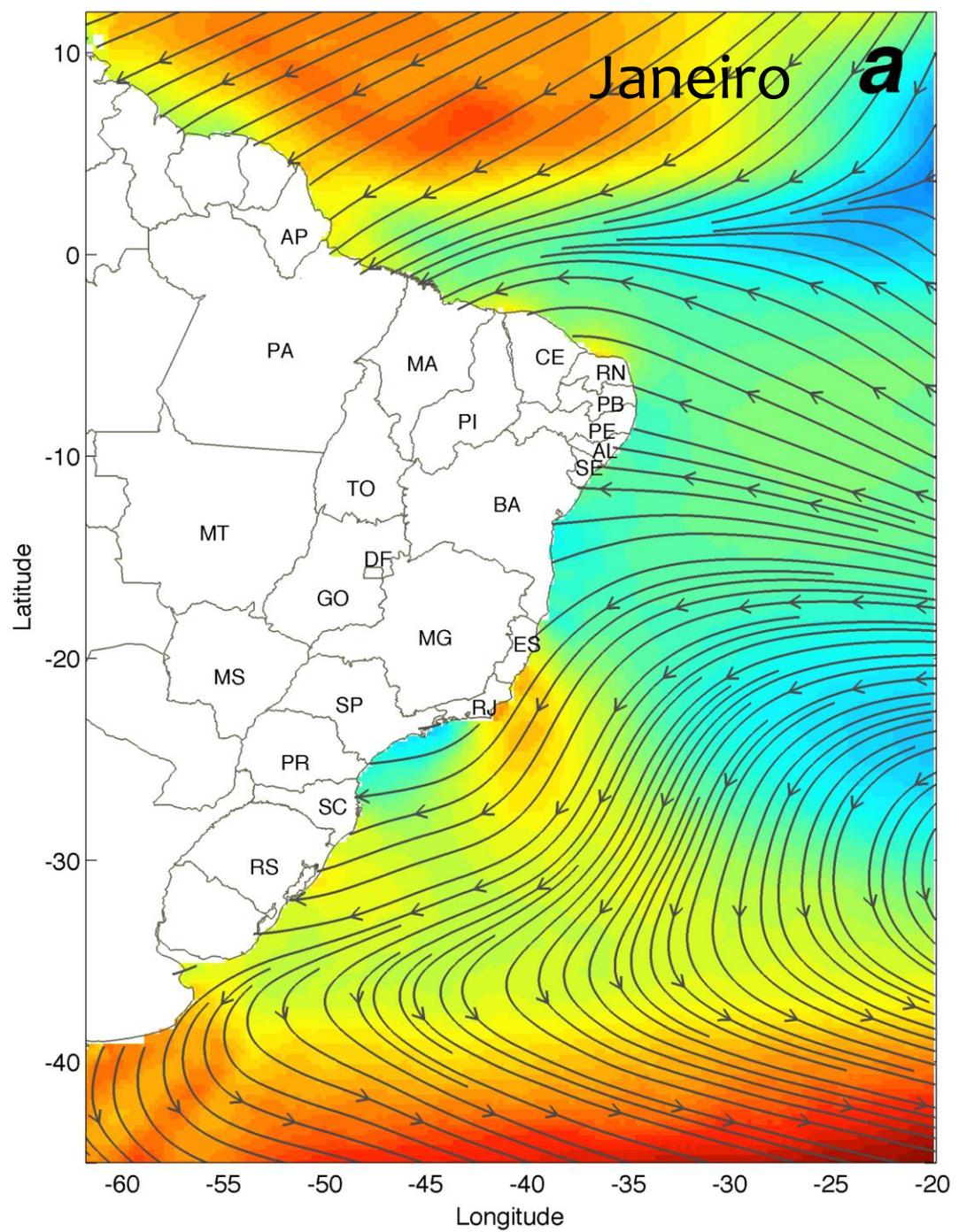
$$U_m = \frac{u_*}{\kappa} \left[\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) - \psi \left(\frac{z}{L} \right) \right]$$

(Monin-Obukhov)



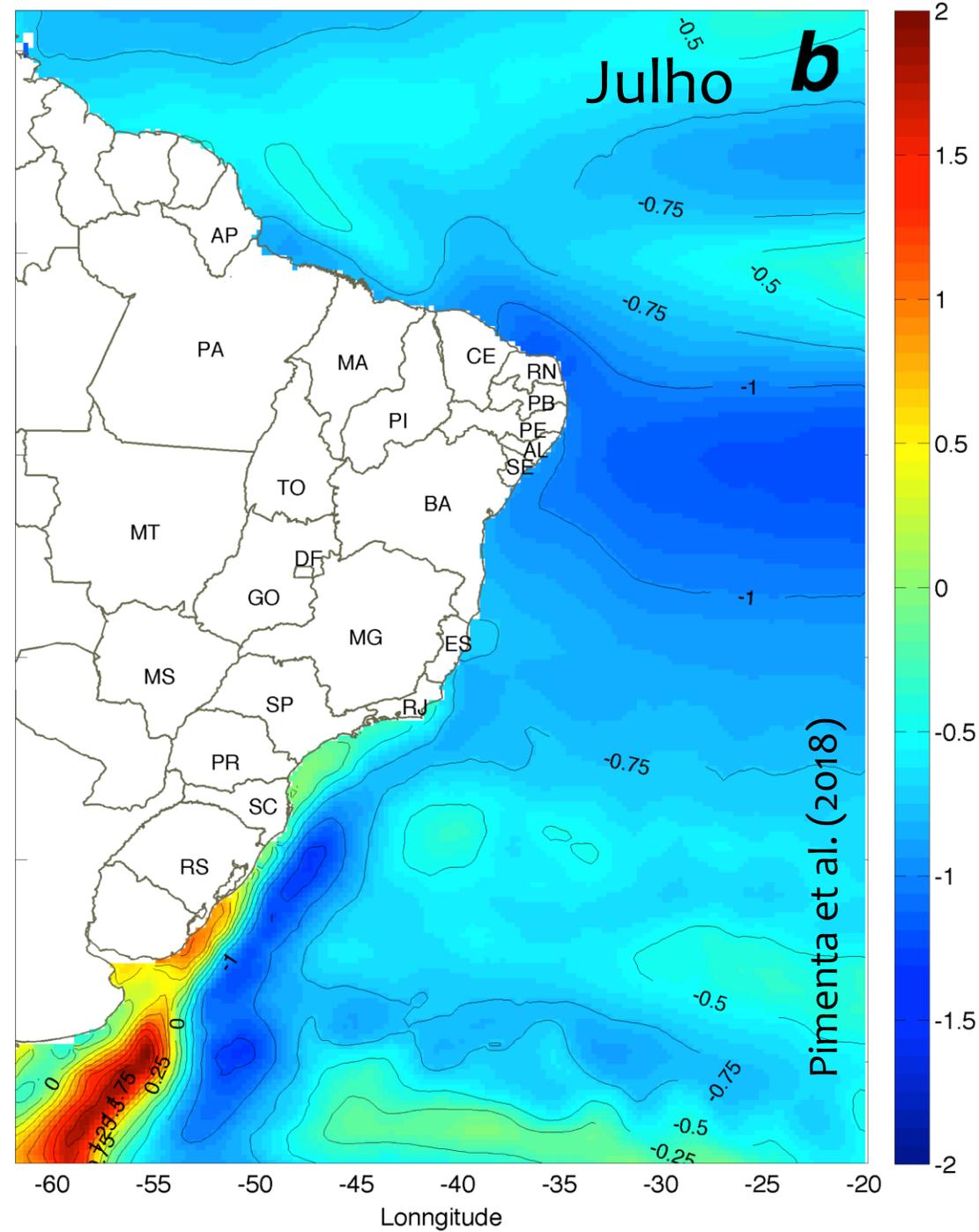
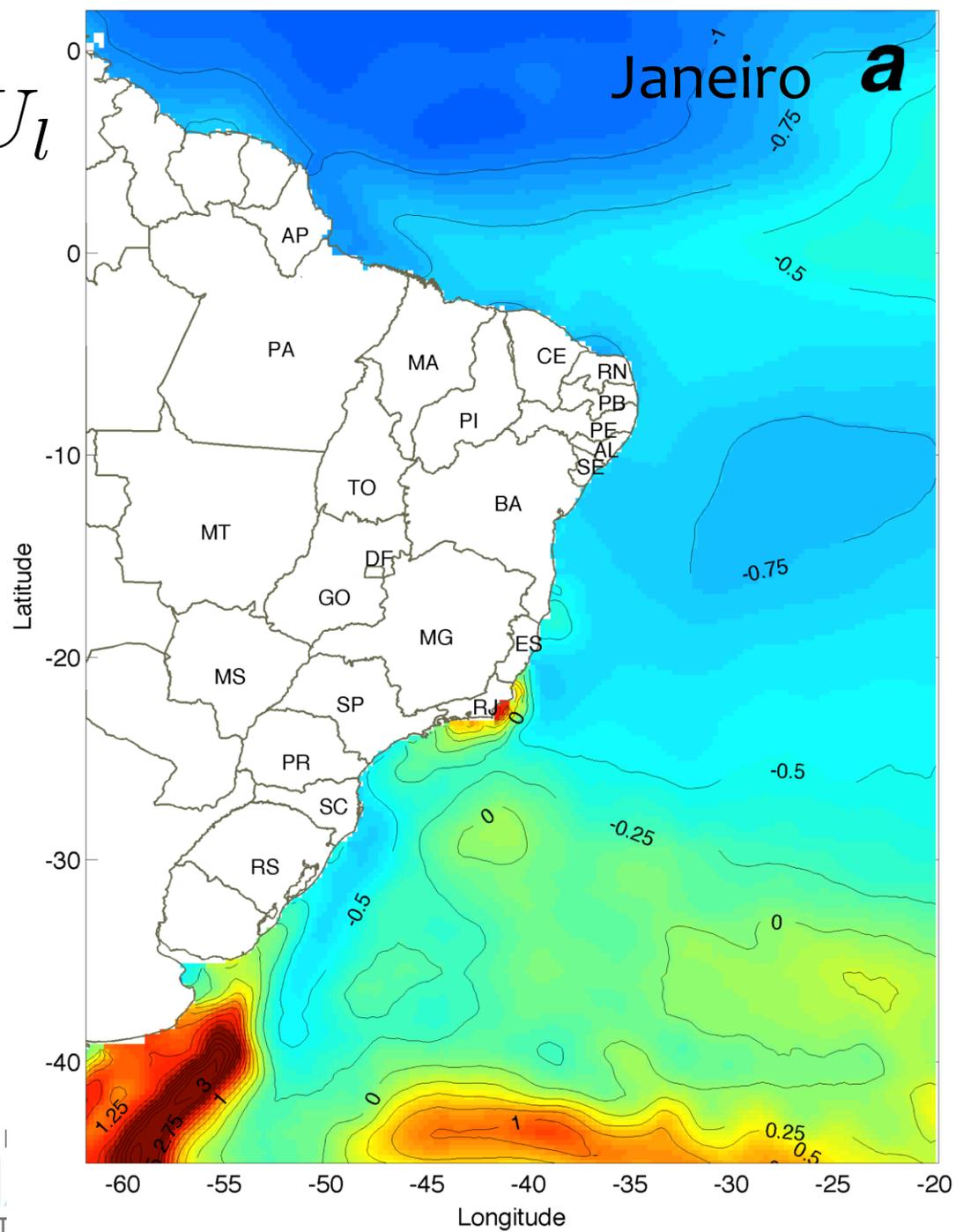
ψ 

U_m

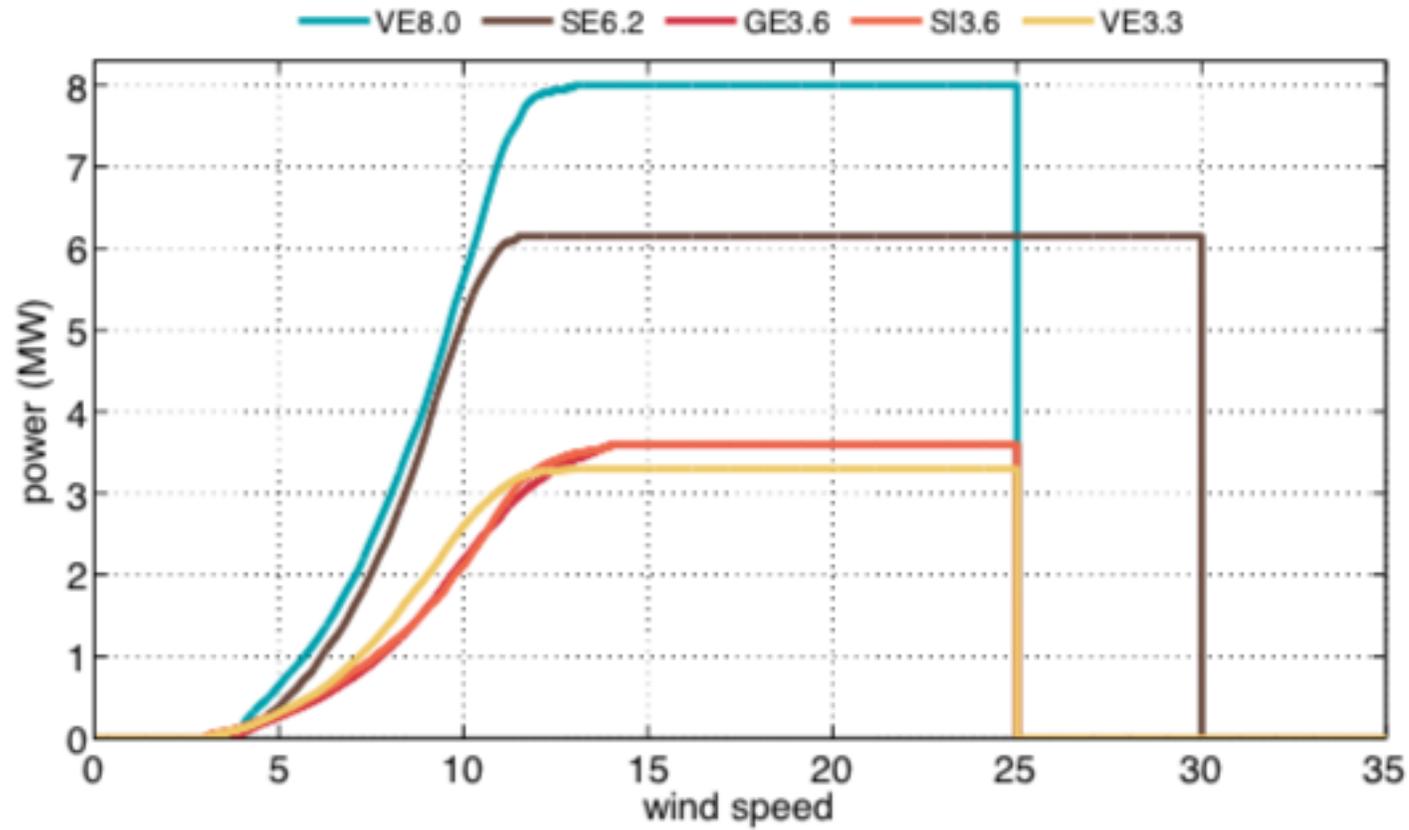


Pimenta et al. (2018)

$$U_m - U_l$$

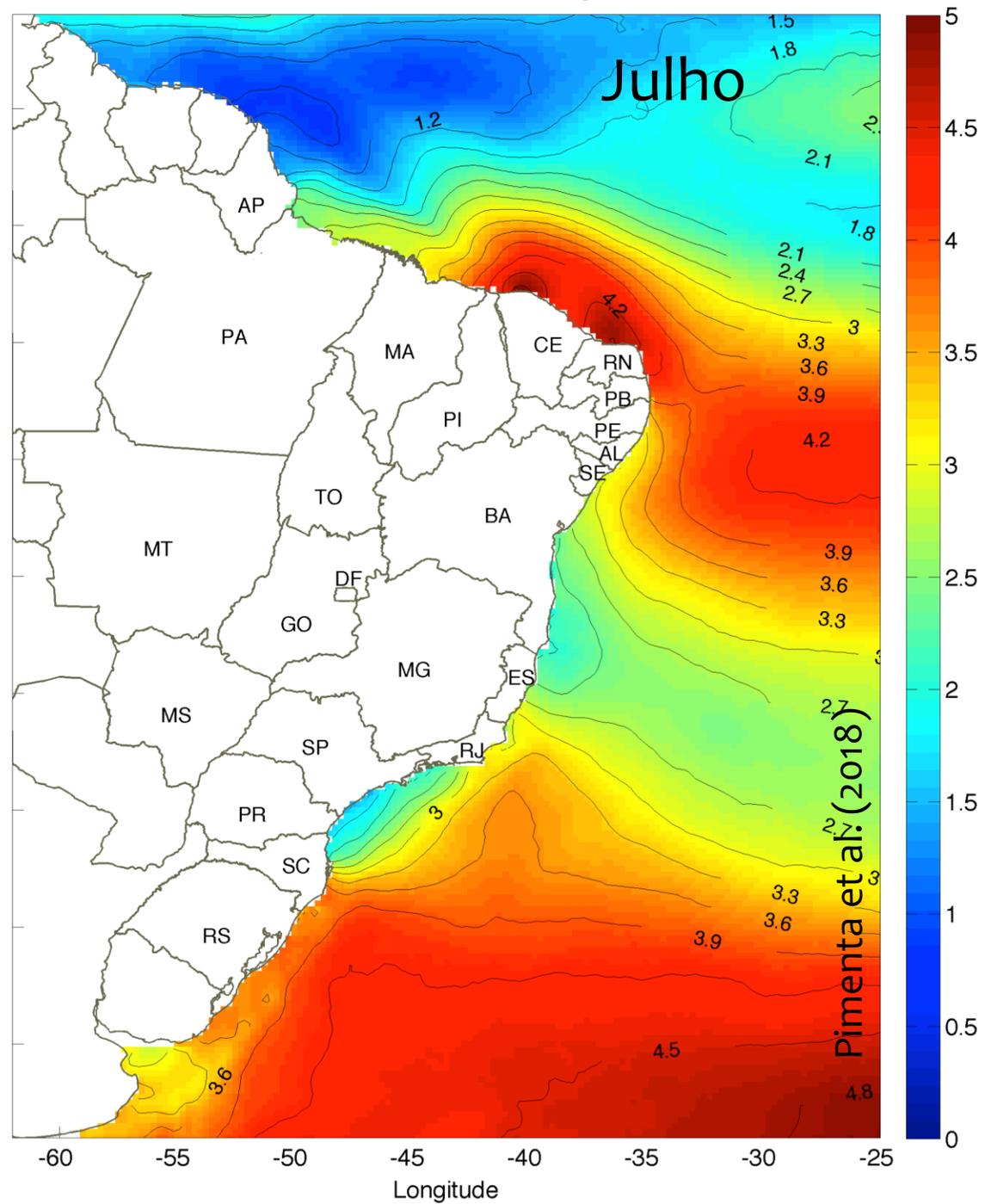
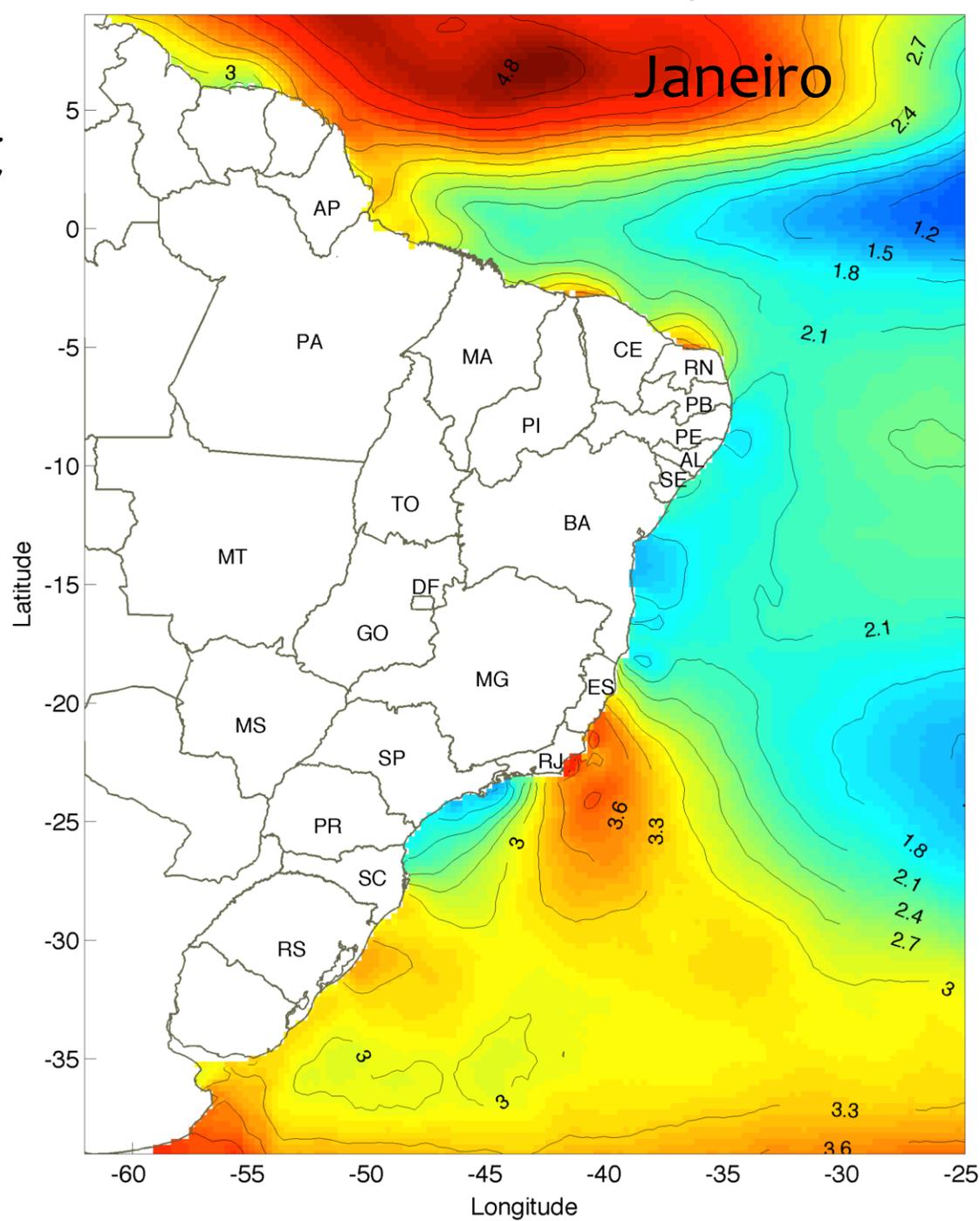


P_t



U_m

P_t

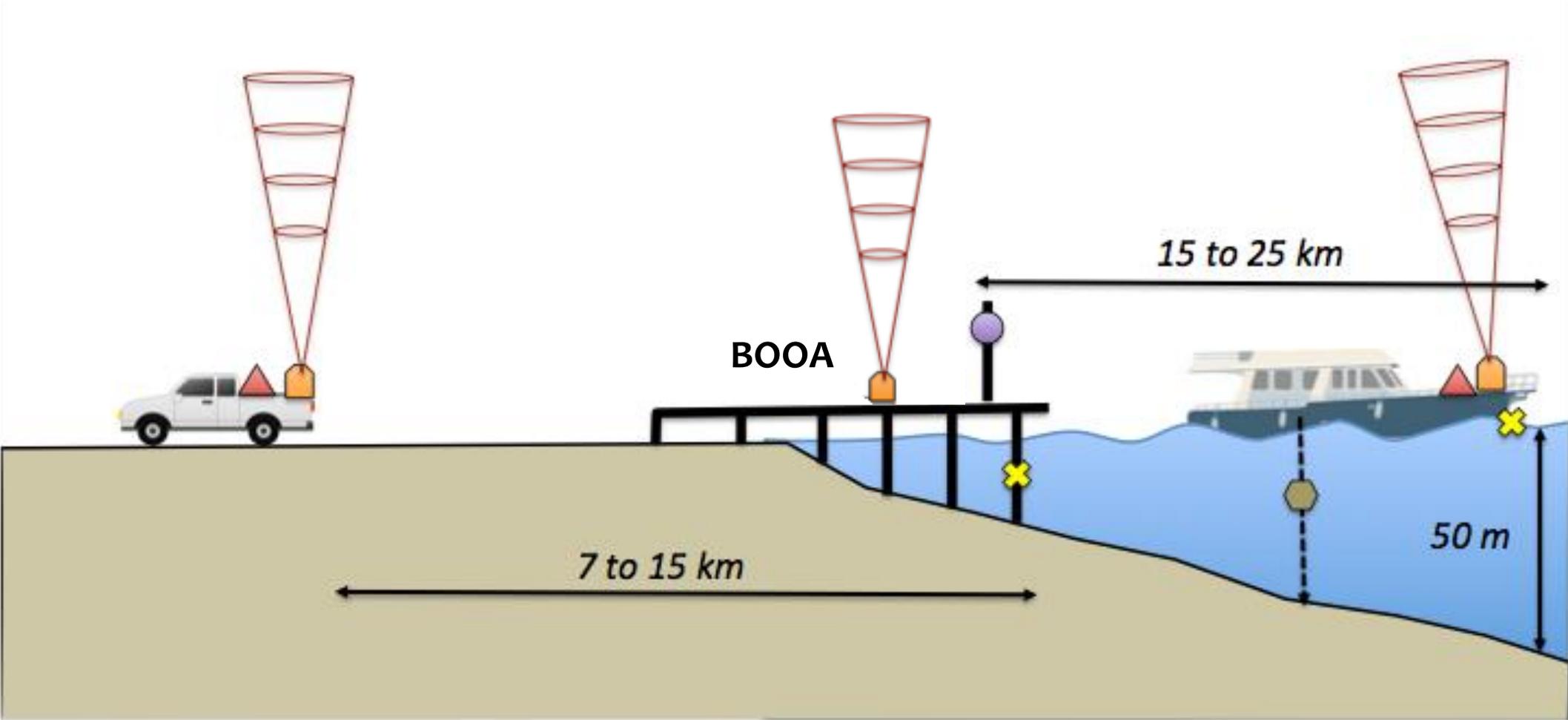


Bathymetric interval	Shelf area (km ²)	Resource (GW)	VE 3.3	GE 3.6	SI 3.6	SE 6.2	VE 8.0
0-20 m	207819	P_c	467	460	354	472	476
		P_m	487	482	370	493	498
		P_l	617	630	483	632	644
0-50 m	430442	P_c	976	963	741	985	995
		P_m	1017	1007	774	1030	1039
		P_l	1248	1274	977	1276	1301
0-100 m	590530	P_c	1337	1326	1021	1348	1366
		P_m	1389	1383	1063	1405	1423
		P_l	1670	1710	1312	1704	1742
EEZ - Brazil	3144308	P_c	7217	7114	5482	7257	7346
		P_m	7509	7430	5715	7577	7664
		P_l	8948	9119	6990	9134	9308
EEZ - Trindade	468612	P_c	892	866	673	885	899
		P_m	924	899	698	920	933
		P_l	1137	1145	883	1149	1174

Table 2: Wind resource potential as function of depth interval and wind turbine. P_r numbers refer to the average power estimated from Monin Obukhov (P_m), Monin-Obukhov and density correction (P_c) and the log-law (P_l) methods.

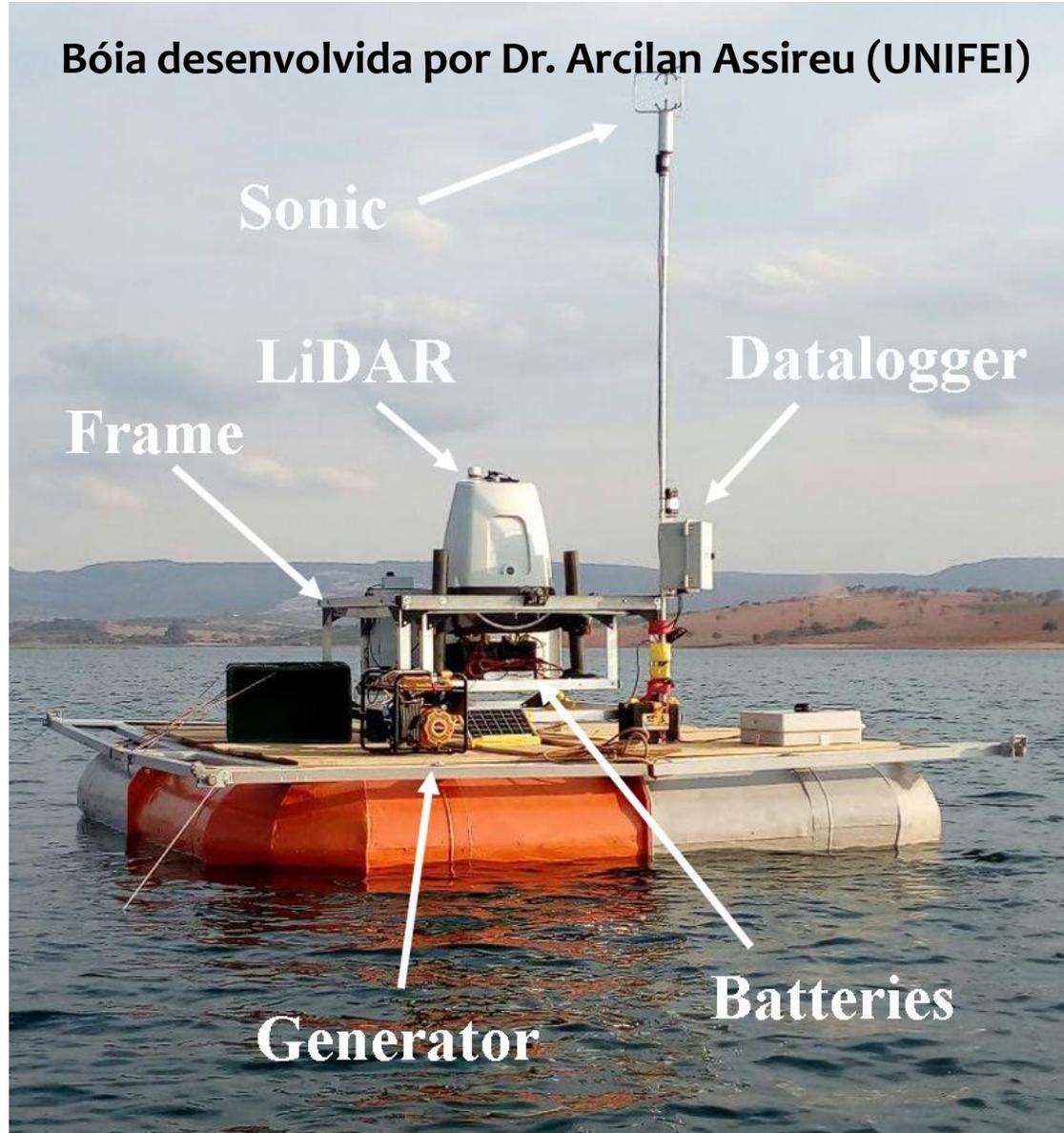
4. Futuro das pesquisas

Medições de campo com LIDAR



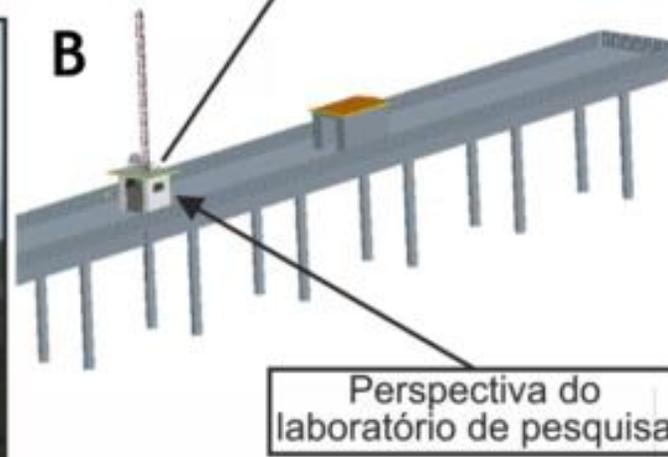
Bóia nacional

Bóia desenvolvida por Dr. Arcilan Assireu (UNIFEI)

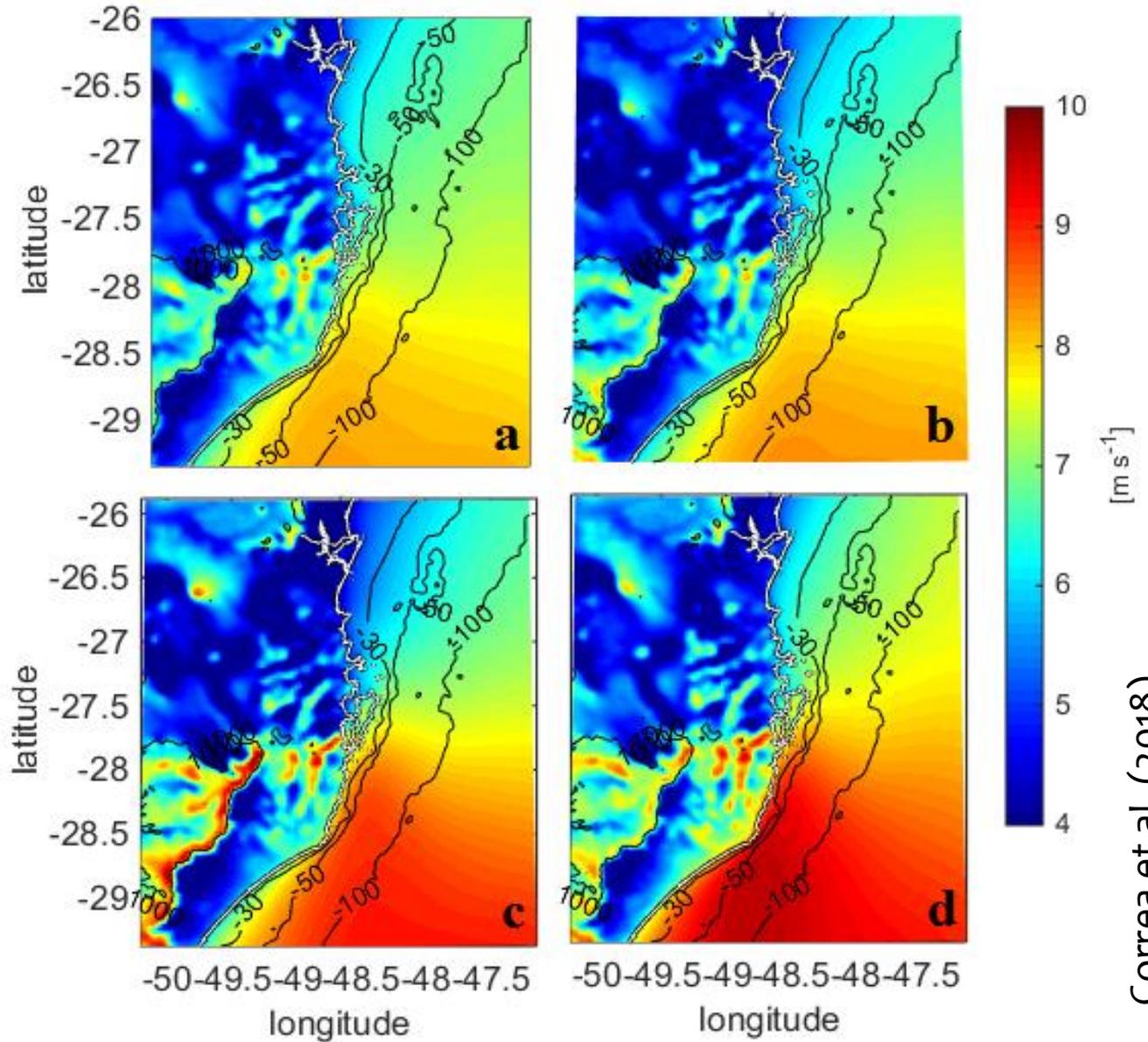
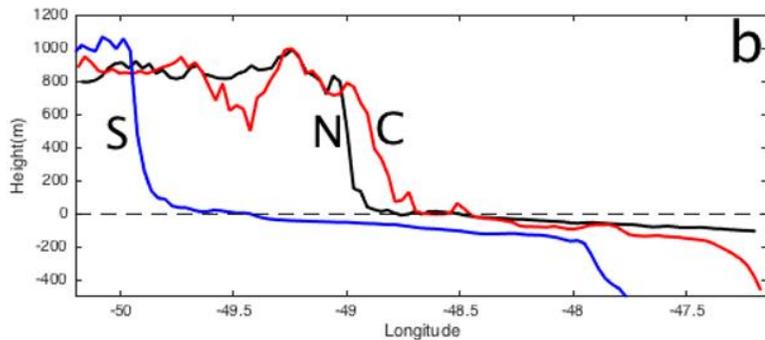
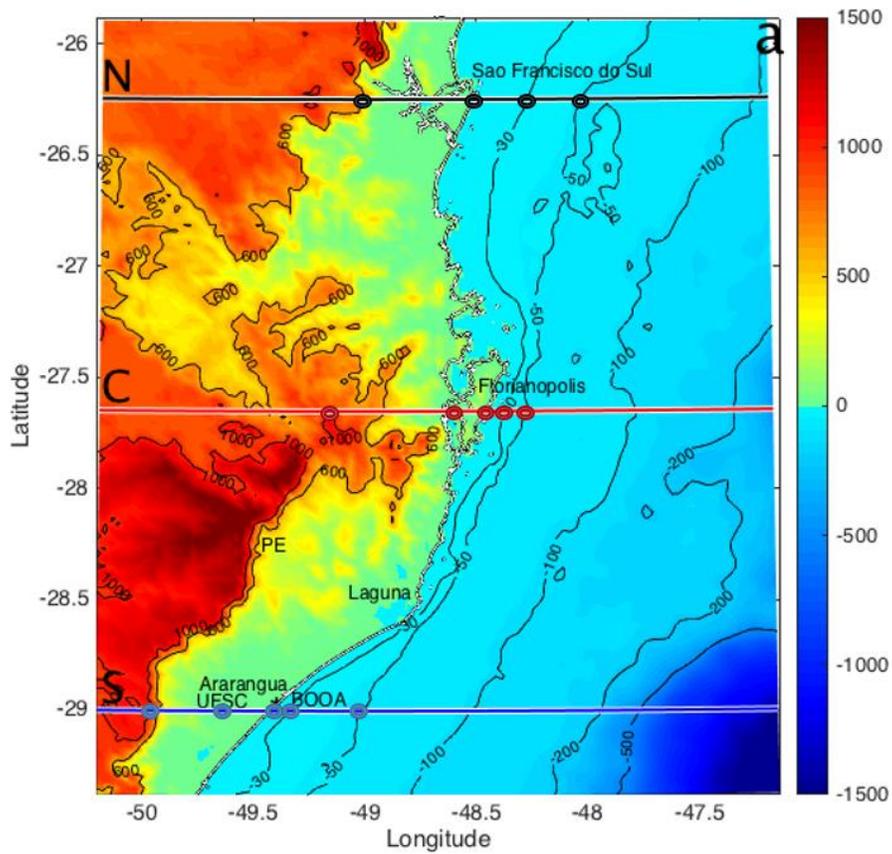


Nassif et al. (2018)

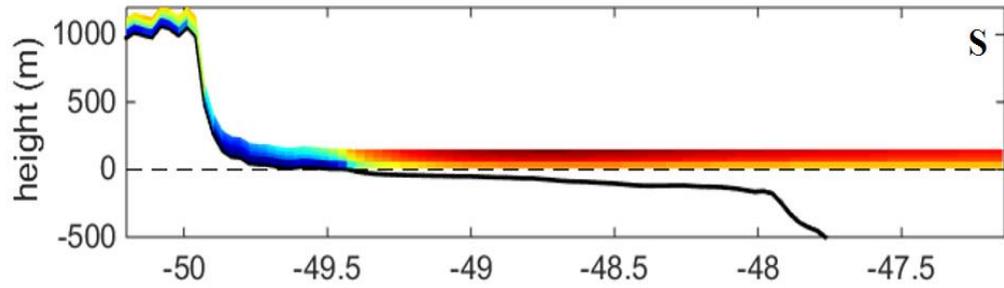
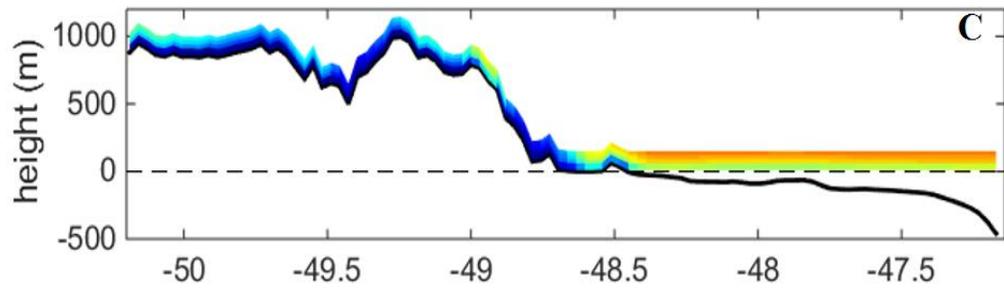
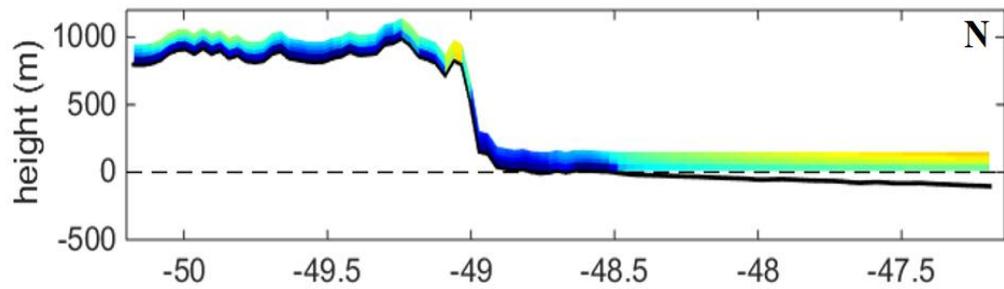
Bases de Observação do Oceano e Atmosfera



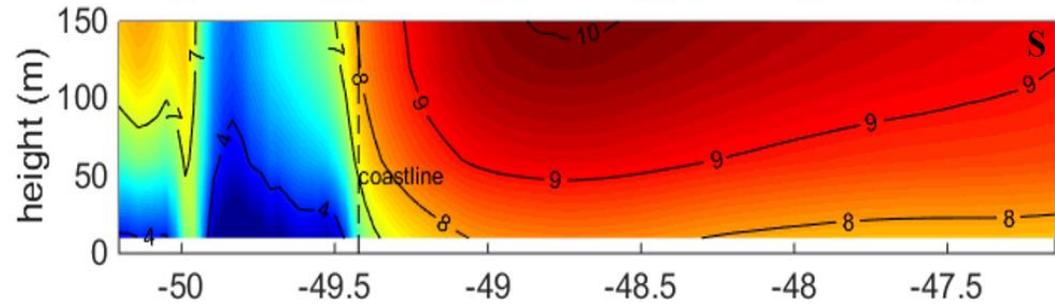
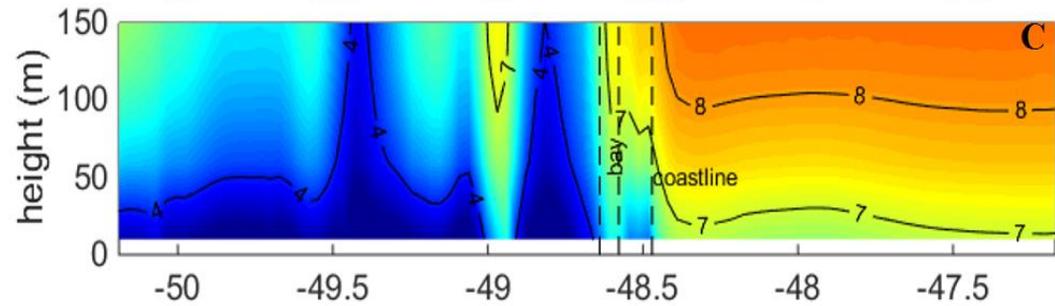
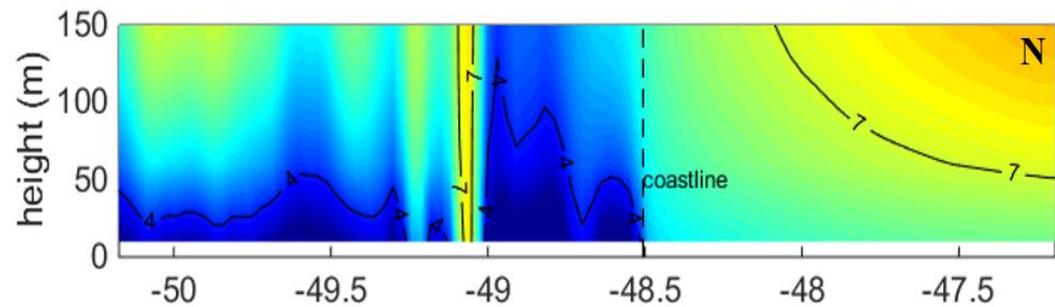
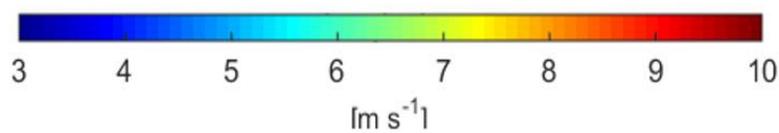
Refinamento dinâmico de modelos atmosféricos (downscaling)



Correa et al. (2018)



Longitude



Longitude

Correa et al. (2018)



Projeto MOVLIDAR

Publicado em 29/01/2018 às 16:23

Bem-vindo(a) à página do projeto "Mapeamento da camada limite atmosférica continental e oceânica através da tecnologia LIDAR em movimento (Projeto MOVLIDAR)".

Este é um projeto de pesquisa financiado pelo CNPq (406801/2013-4) com apoio do Instituto Nacional de Tecnologia em Energia Fluvial e Oceânica (INCT INEOF) (311930/2016-06).

O projeto conta com o apoio da **Plataforma de Pesca Entremares** e do **EPAGRI/CIRAM** e do **IFSC** na manutenção de equipamentos e disponibilização de informações em tempo real.

As atividades na **UFSC** são desenvolvidas pelos cursos de Pós-Graduação

[Home](#)

[Projeto MOVLIDAR](#)

[Perfilador LIDAR](#)

[Campanhas](#)

[Base de observação »](#)

[Equipe](#)

[Produções »](#)

Obrigado !