



Projeto **Areias Monazíticas** de **Meaípe**, Guarapari, ES (**AMoMe**)

Marcos Tadeu D'Azeredo Orlando

(Física, Engenharia, UFES)

Jacyra Soares

(Ciências atmosféricas e oceanografia, IAG USP)

Financiamento

(órgãos públicos de fomento a pesquisa)

- CNPq (Processo: 428775/2018-7)



- FAPES (098/2019)



Pesquisadores AMoMe

- Marcos Tadeu D'Azeredo Orlando (Física, Engenharia - UFES)
- Jacyra Soares (IAG – USP)
- Sonia Alves Gouvea (Centro de Ciências da Saúde - UFES)
- Flávia Noronha Dutra Ribeiro (EACH - USP)
- José Luís Passamai Junior (Física - UFES)
- João Victor da Silva Coutinho (CCS - UFES)
- Georgia Codato (IAG – USP)
- Alunos de graduação e de pós graduação da USP e da UFES

Pesquisador associado

- José Ulisses M. Calegaro (Medicina Nuclear e Cancerologia, Brasília)

Marcos Tadeu D'Azeredo Orlando

(Física, Engenharia, UFES)

- ✓ Professor Titular UFES
- ✓ Pós-Doutorado IPEN/USP (2008)
- ✓ Doutor em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF 1999)
- ✓ Mestre em Tecnologia Nuclear pela USP (1991)
- ✓ Bacharel em Física pela USP (1989)
- ✓ Orienta Mestrado e Doutorado nos Programas Pós-Graduação em Física PPGFIS e Engenharia Mecânica PPGEM da UFES.
- ✓ Atua na área de Teoria de Campos, Fluxos de Fluidos em Supercondutores, Altas Pressões, Engenharia de Materiais e Física Aplicada, com ênfase em eletro cerâmicas, interface metal-cerâmica e difração de raios X.

Jacyra Soares

(IAG – USP)

- ✓ Docente IAG USP
- ✓ Pós-doutorado no IO USP (1995)
- ✓ PhD pela University of Southampton, Inglaterra (1994)
- ✓ Mestrado em Oceanografia (Oceanografia Física) pela USP (1989)
- ✓ Graduação em Meteorologia pela USP (1983)
- ✓ Orienta Mestrado e Doutorado no Programa Pós-graduação em meteorologia do IAG USP
- ✓ Atua na área de Oceanografia Física e Meteorologia, com ênfase em interação ar-mar, micrometeorologia e modelagem numérica de fenômenos atmosféricos e oceânicos.

Sonia Alves Gouvea

(Ciências Fisiológicas, Centro de Ciências da Saúde, UFES)

- ✓ Professora Associada do Departamento de Ciências Fisiológicas da UFES
- ✓ Doutorado em Ciências Fisiológicas pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas da UFES (2004)
- ✓ Mestrado em Ciências Fisiológicas pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas da UFES (2000)
- ✓ Graduada em Ciências Biológicas pela UFES (1997)
- ✓ Orienta Mestrado e Doutorado no Programa Pós-graduação em Ciências Fisiológicas da UFES
- ✓ Atua nas áreas de Biologia Molecular, Câncer, Hipertensão, Reposição hormonal e Fisiologia Renal. Ênfase em pesquisas do câncer de mama, cabeça e pescoço destacando a epidemiologia, diagnóstico, detecção, avaliação de marcadores moleculares de diagnóstico e prognóstico em tumores.

Flávia Noronha Dutra Ribeiro **(EACH – USP)**

- ✓ Docente do curso de Gestão Ambiental na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP)
- ✓ Pós-Doutorado no “National Center for Atmospheric Research”, NCAR, Estados Unidos (2016)
- ✓ Doutora em Ciências Atmosféricas pelo IAG USP (2010)
- ✓ Graduação em Matemática pelo IME USP (1999)
- ✓ Pesquisadora e orientadora do programa de pós-graduação em Sustentabilidade da EACH-USP
- ✓ Atua nas áreas relacionadas à atmosfera urbana, ilhas de calor urbanas e interação oceano-atmosfera. Trabalha com modelos numéricos atmosféricos de meso e micro escalas e modelos numéricos de análise ambiental.

José Luís Passamai Junior **(Física UFES)**

- ✓ Professor Associado da UFES
- ✓ Doutorado em Física pela UFES (2010)
- ✓ Mestrado em Física pela UFES (2005)
- ✓ Graduação em Licenciatura em Física pela UFES (2002)
- ✓ Atua na área de Física, com ênfase em pressão hidrostática, difração de nêutrons, difração de raios x, supercondutividade e pressão.

João Victor da Silva Coutinho
(Ciências Fisiológicas, UFES)

- ✓ Doutorando em Ciências Fisiológicas, UFES (ATUAL)
- ✓ Mestre em Ciências Fisiológicas pela UFES (2016)
- ✓ Graduação em Enfermagem na Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória, EMESCAM (2011)
- ✓ Atua nas áreas de biologia molecular celular e dos tecidos, oncologia clínica e experimental, fisiologia do exercício, fisiologia cardiovascular e toxicologia

Georgia Codato **(IAG-USP)**

- ✓ Especialista de Laboratório do IAG USP (desde 2008)
- ✓ Mestre em Meteorologia pelo IAG USP (2008)
- ✓ Graduação em Meteorologia pela USP (2005)
- ✓ Atua nas áreas de instrumentação meteorológica (alta e baixa frequências), análise de dados e modelagem atmosférica.

Pesquisador associado
José Ulisses Manzini Calegari
(Hospital de Base do DF
Diretor do Instituto de Radioisótopos de Brasília)

- ✓ Médico do Hospital de Base do DF
- ✓ Diretor do Instituto de Radioisótopos de Brasília
- ✓ Doutorado em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília (2014)
- ✓ Mestrado em Ciências Médicas pela Universidade de Brasília (2007)
- ✓ Graduação em Medicina pela Universidade Federal da Bahia (1969)
- ✓ Atua na área de Medicina, com ênfase em Medicina Nuclear e Cancerologia, especificamente em diagnóstico com radioisótopos, sinoviortese, terapia com radioisótopos, cancerologia e tireóide.

Projeto areias monazíticas de Meaípe, Guarapari, ES (AMoMe)

- ✓ **Radioatividade**
- ✓ **Atmosfera e oceano**
- ✓ **Saúde**

Meaípe

Classificação internacional

Local com **baixa dose de radiação ionizante** em uma área de alta radiação natural de fundo.

Radônio (Thoron)

Elementos naturais

Radônio

Meia vida

^{238}U



^{222}Rn

3,8 dias

Radon (^{222}Rn)

^{232}Th



^{220}Rn

55,6 s

Thoron (^{220}Rn)

O Radônio é um gás inerte (não reage ou combina com os elementos do solo/ar)

Radioatividade

Radiação gama

Área de alta radiação natural de fundo

Baixa ($< 5 \text{ mSv y}^{-1}$ ou o dobro da média global)

Média ($5\text{-}20 \text{ mSv y}^{-1}$)

Alta ($20\text{-}50 \text{ mSv y}^{-1}$)

Muito alta ($> 50 \text{ mSv y}^{-1}$).

Áreas de alta radiação de fundo em todo o mundo

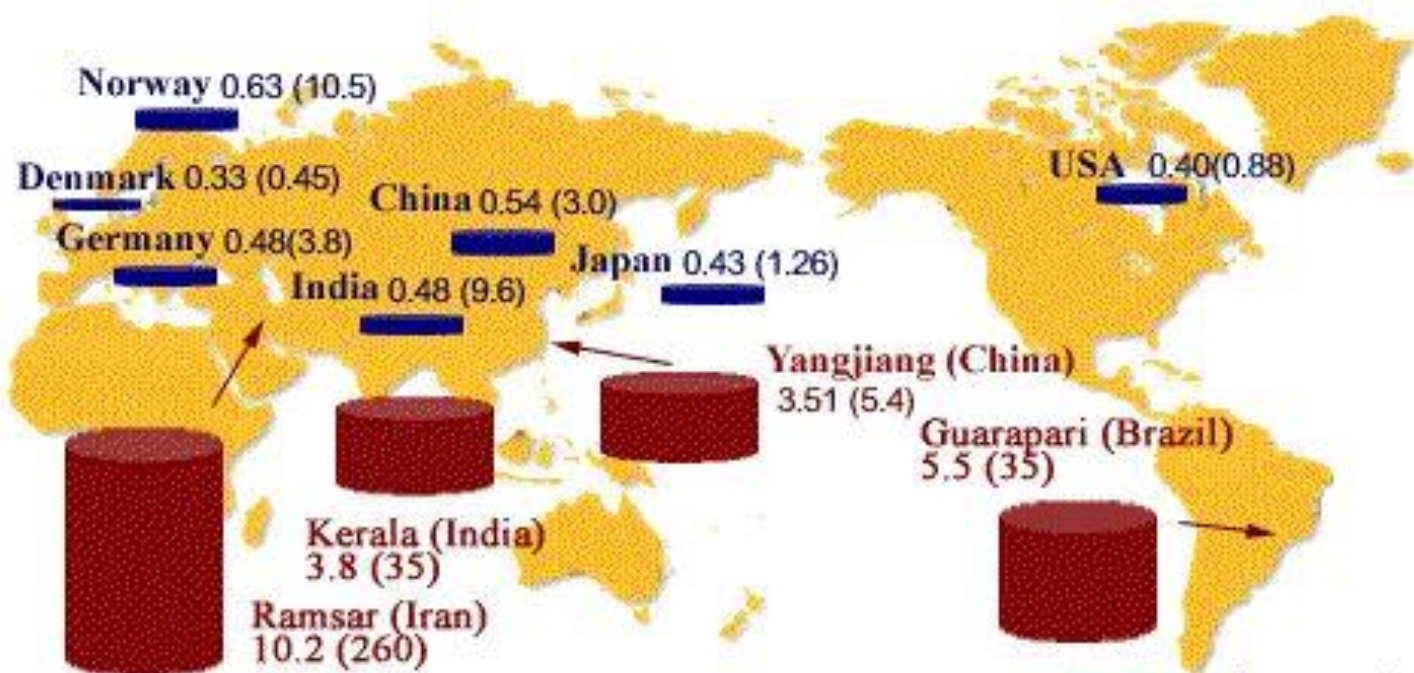


Figura adaptada da Fundação de Pesquisa em Saúde, Kyoto, Japão. () maximum value

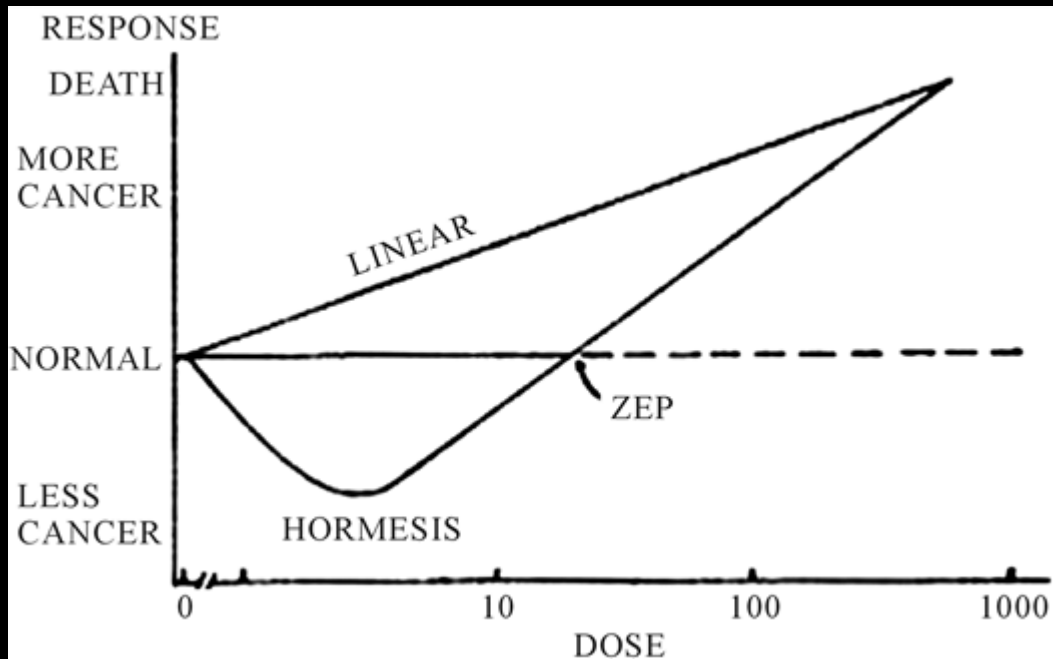
A característica mais interessante em todos estes casos é que estudos epidemiológicos mostram que as pessoas que vivem nestes locais HBRA **não parecem sofrer qualquer efeito adverso** sobre a saúde como resultado de suas exposições elevadas à radiação. Pelo contrário, em alguns casos os indivíduos que vivem nestas HBRA parecem ser ainda **mais saudáveis e viver mais do que aqueles em locais de controle** que não são classificados como HBRA. Estes fenômenos colocam muitas questões intrigantes para os meteorologistas, físicos e médicos.

Controvérsia relacionada a baixas doses de radiações ionizantes

- ✓ O risco de câncer ou o aumento da frequência de incidência de câncer ocorre, de forma linear, sem limiar de dose, mesmo para doses baixas (modelo LNT – Linear No Threshold). Defendido pela academia Americana.
- ✓ Hipótese de que baixas doses de radiação ionizante são benéficas, estimulando a ativação de mecanismos de reparo que protegem contra doenças que não seriam ativadas na ausência de radiação ionizante. Possibilidade de efeitos benéficos das doses baixas de radiação ionizante (hormese). Defendido pela academia Francesa.
- ✓ Controvérsia continua...

Controvérsia

Modelo LNT vs. modelo de Hormese de incidência de câncer



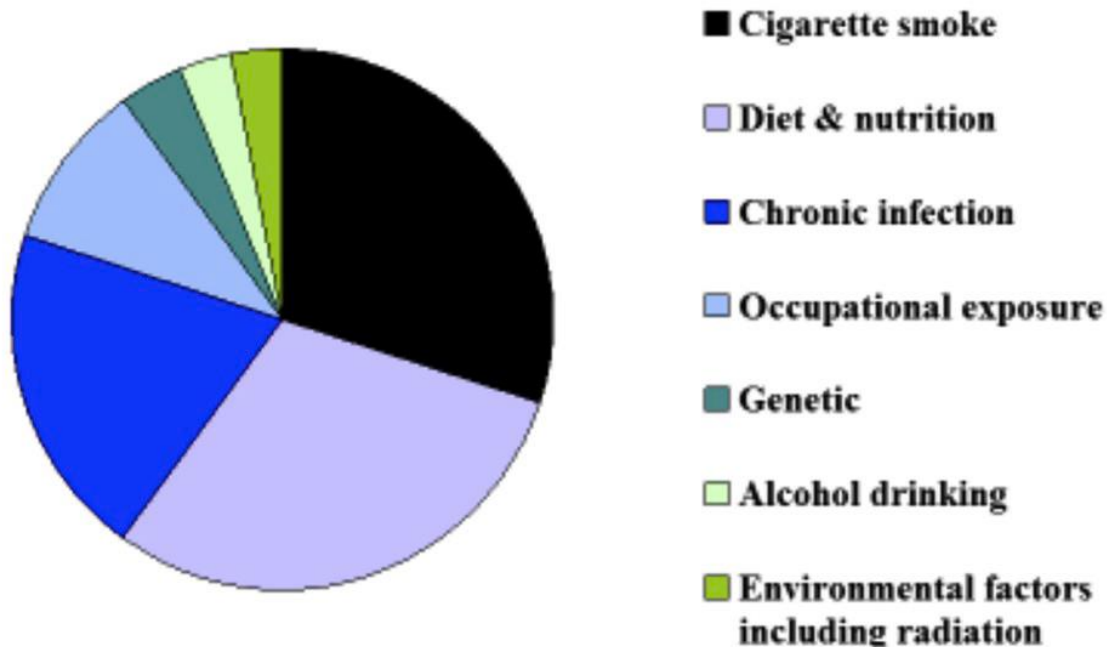
ZEP representa a extremidade superior do efeito da hormese. Além de ZEP doses mais altas se assemelharão ao modelo LNT, aumentando o dano (mais câncer) linearmente com o aumento da dose.

Oakley, P. (2015) Is Use of Radiation Hormesis the Missing Link to a Better Cancer Treatment?. *Journal of Cancer Therapy*, **6**, 601-605.

Causas do câncer

Organização Mundial de Saúde (OMS) com as principais causas do câncer.

What Causes Cancer?



WHO: Radiation is not a big hitter

- ✓ O tabagismo e a dieta são as duas causas principais de câncer.
- ✓ Fatores ambientais, incluindo radiação, são uma das menores causas.

Ilustra a dificuldade em determinar o câncer induzido após baixas doses de radiação ionizante.

Meaípe - medidas de radioatividade

Física e Engenharia UFES

- ✓ Ao longo da praia
- ✓ Restaurante Gaeta (fixo)
- ✓ Cantinho do Curuca (fixo)
- ✓ Hotel da Léa (fixo)
- ✓ Habitante de Meaípe (dia a dia)

Meaípe - radioatividade

Século passado



Garrincha e Elza Soares em Guarapari, 1968.

Meaípe - radioatividade

Instrumentos

Etrex 10 GPS locator (Garmin)



Gamma Scouter detector



Meaípe - medidas de radioatividade

Ao longo da praia



Fonte Google

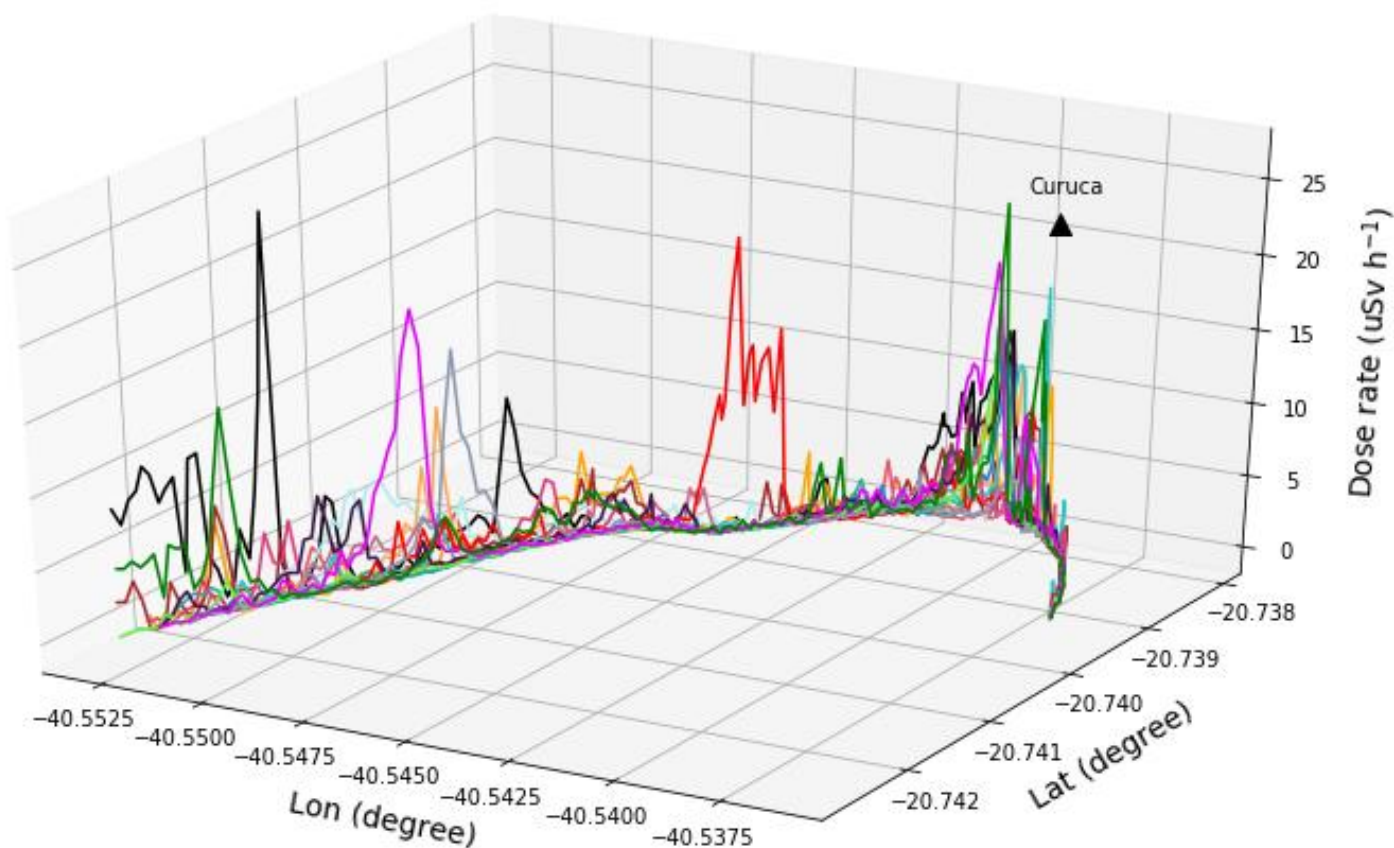
Meaípe - medidas de radioatividade

18 dias de medidas em 2017

19 Mar 2017

26 Nov 2017

(a cada 15 dias)



Meaípe - medidas de radioatividade

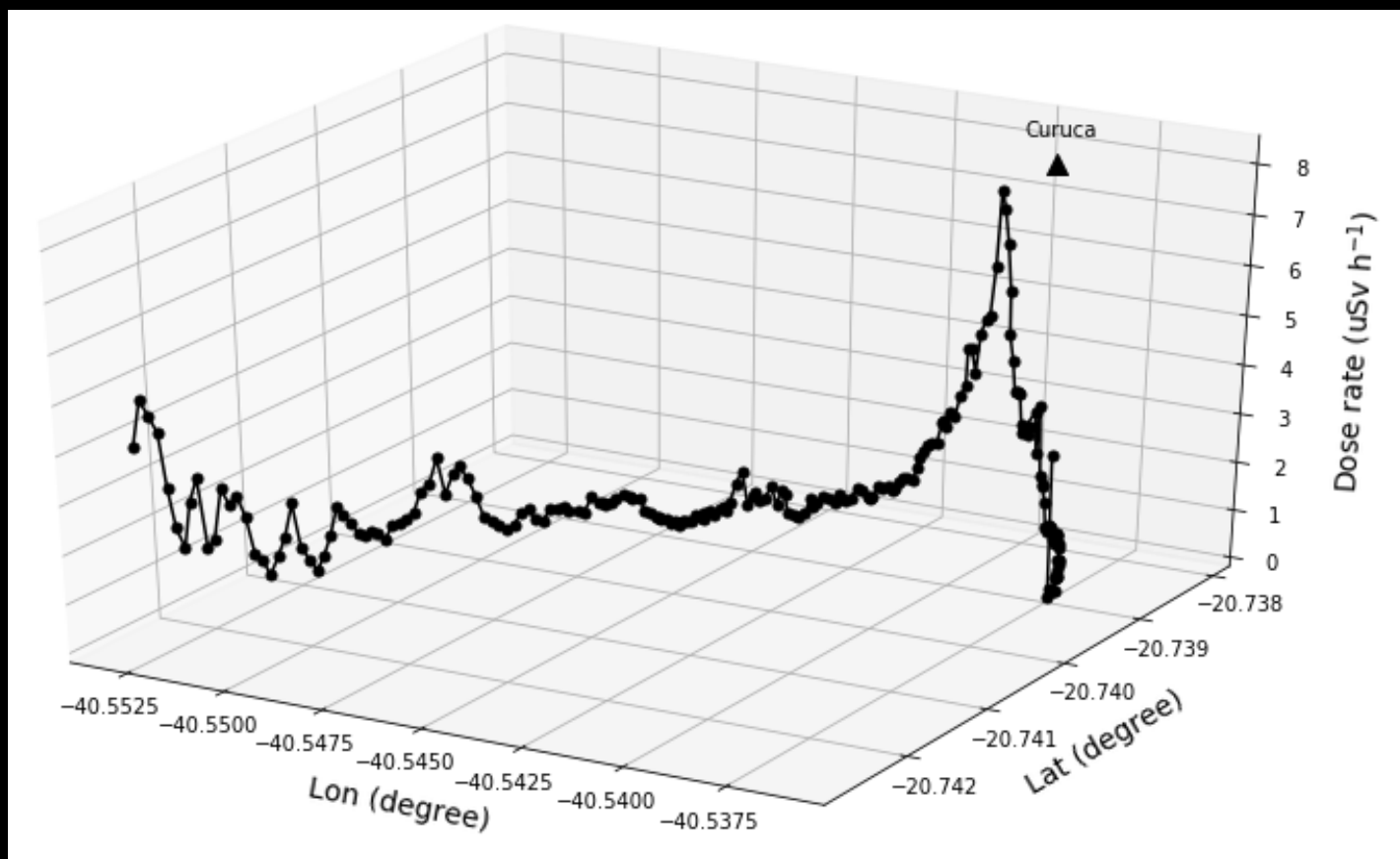
Valores médios de 2017

Valor médio
entre Mar e
Nov 2017

~ $1.5 \mu\text{Sv h}^{-1}$

~ 13 mSv y^{-1}

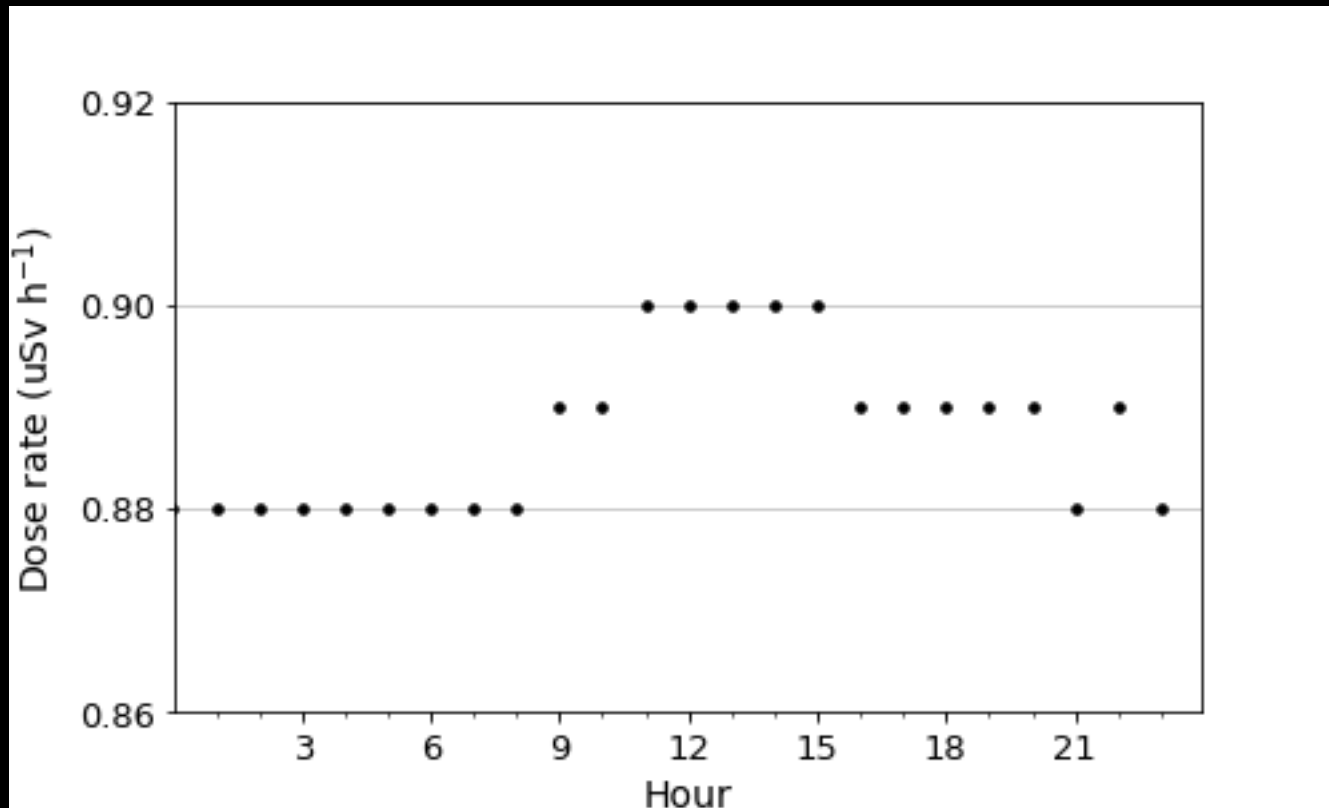
Baixa ($< 5 \text{ mSv y}^{-1}$)
Média ($5\text{-}20 \text{ mSv y}^{-1}$)
Alta ($20\text{-}50 \text{ mSv y}^{-1}$)
Muito alta ($> 50 \text{ mSv y}^{-1}$).



Meaípe - medidas de radioatividade

Dados obtidos
na Torre

Cantinho do
Curuca



Dados de XXX a XXX 2019

AmoMe

Medidas atmosféricas

IAG e EACH USP

✓ Cantinho do Curuca



Saúde

CCS UFES

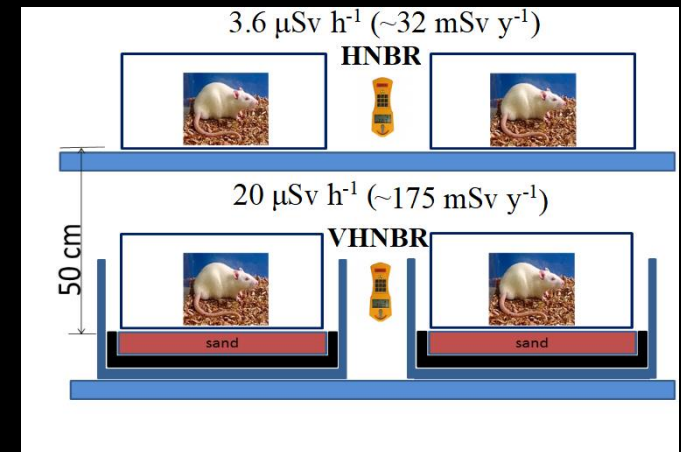
Experimento utilizando um simulador físico de radiação gama

Seis gaiolas

Quatro ratas em cada gaiola

Intensidades diferentes de radiação ionizante:

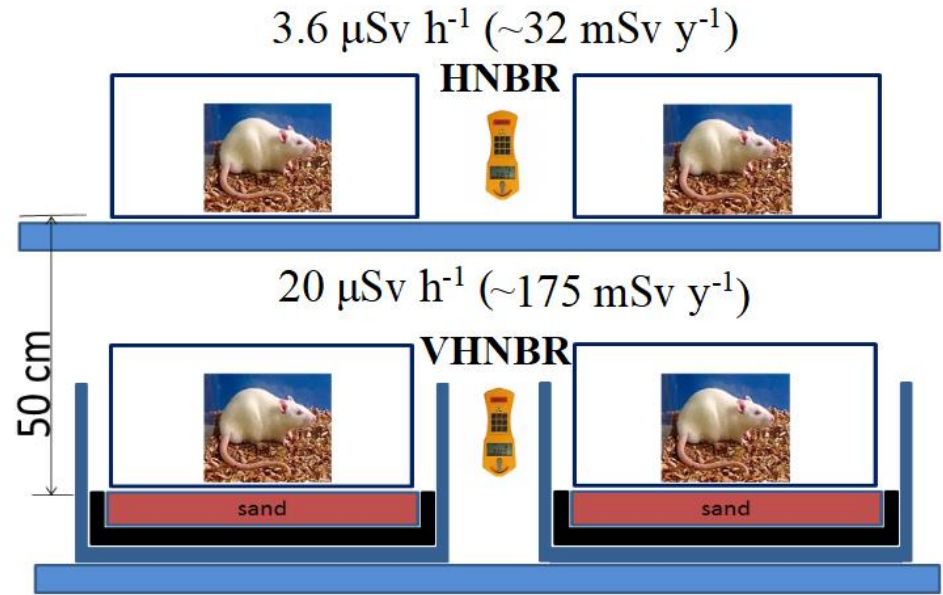
- ✓ Muito alta - 2 gaiolas
- ✓ Alta - 2 gaiolas
- ✓ Controle (sem radiação) – 2 gaiolas



Duração: 30 dias

Simulador físico de radiação gama

- Caixas de PVC.
- Entre as paredes da caixa e a areia, foi instalada uma placa de chumbo com 2,5 mm de espessura para eliminar a emissão de radiação em todas as direções, exceto na direção normal à superfície da camada de areia.



Baixa ($< 5 \text{ mSv y}^{-1}$)

Média ($5\text{-}20 \text{ mSv y}^{-1}$)

Alta ($20\text{-}50 \text{ mSv y}^{-1}$)

Muito alta ($> 50 \text{ mSv y}^{-1}$)

The logo of the University of São Paulo (USP), consisting of the letters 'USP' in a stylized, outlined font.

AMoMe

The logo of the Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), featuring the letters 'UFES' in a stylized font above the text 'UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO'.

**Projeto: Investigação da interação
superfície-atmosfera na região
costeira das areias monazíticas de
Meaípe, Guarapari (ES)**

IAG e EACH USP

Objetivos

- Construir um banco de dados meteorológicos inédito na região;
- Representar adequadamente os processos de interação superfície-atmosfera;
- Relacionar as medidas atmosféricas com observações da concentração de radiação ionizante;
- Utilizar modelos de monitoramento ambiental (atmosféricos + oceânicos) acoplados aos dados para mapear a variação temporal e espacial da radiação gama na praia de Meaípe.

Torre instrumentada

- ✓ Temperatura do ar
- ✓ Umidade do ar
- ✓ Velocidade do vento
- ✓ Direção do vento
- ✓ Temperatura do solo
- ✓ Fluxo de calor no solo
- ✓ Flutuação de temperatura
- ✓ Flutuação de vento
- ✓ CO₂
- ✓ Vapor d'água

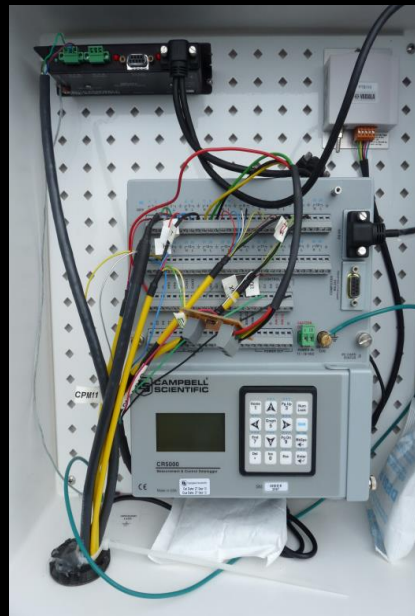


Coleta contínua dos dados atmosféricos

Torre micrometeorológica
Cantinho do Curuca



Sistema de
aquisição de dados



IAG USP



Operacionalização do sistema

06/05/2019

Data

Laboratory of Air-Sea Interaction

IAG/USP

- Home
- Projects
- Data
- Publications
- Researchers
- Courses
- Events
- Contact

MEAIPE01 - Cantinho do Curuca

Meaipe (20°44'17" S, 40°32'20" W)

Year

2018

2019

2020

2019



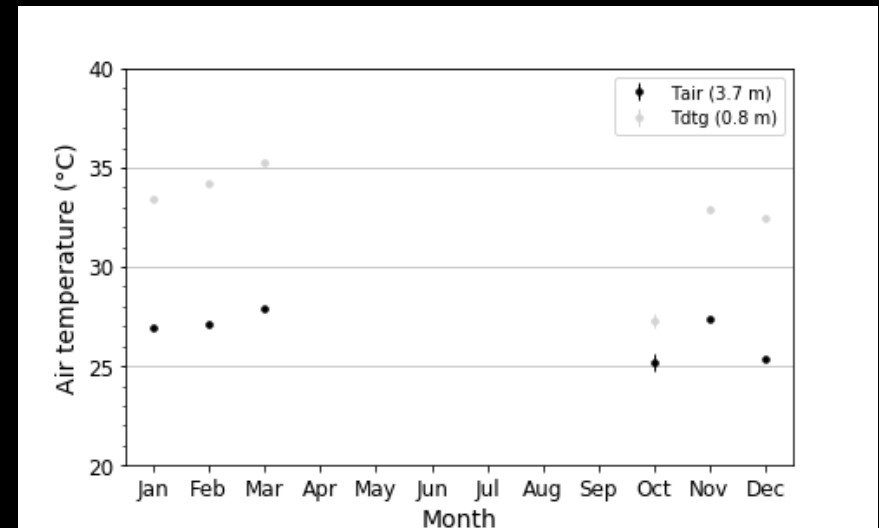
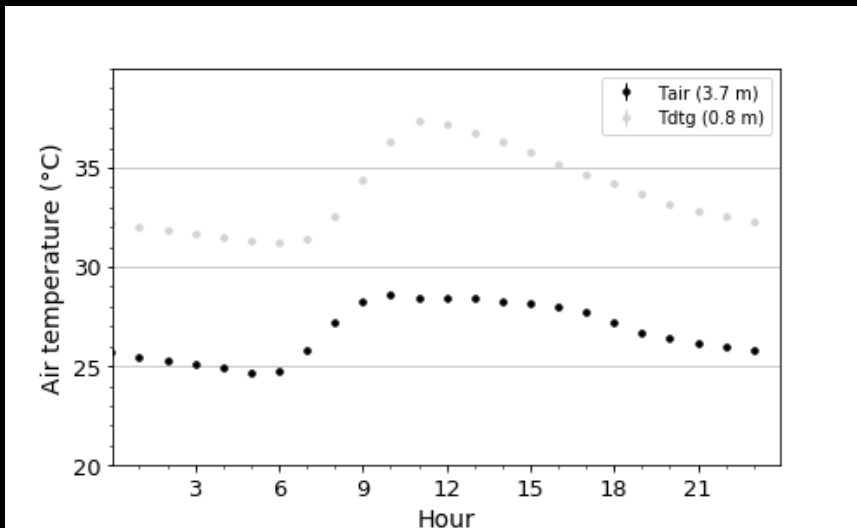
Exemplos das variáveis meteorológicas amostradas

Medidas de turbulência

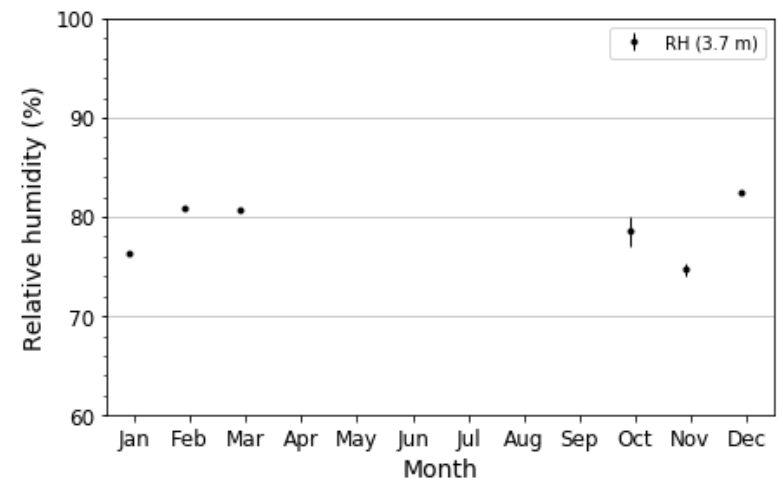
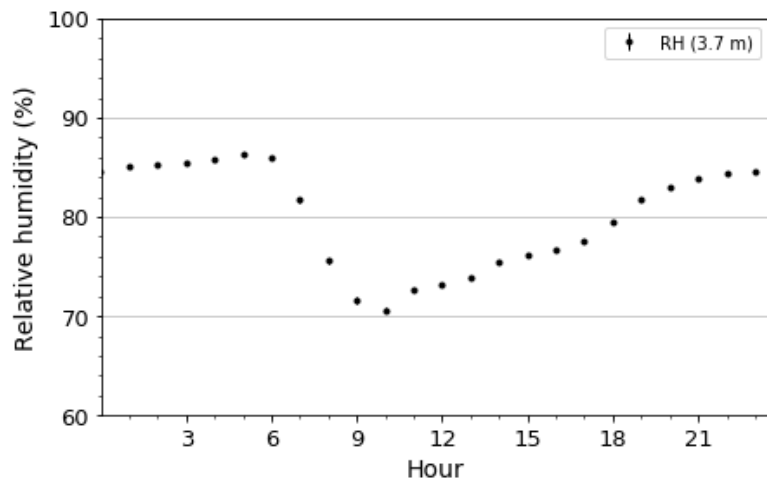


- ✓ Flutuação de temperatura
- ✓ Flutuação de vento
- ✓ CO2
- ✓ Vapor d'água

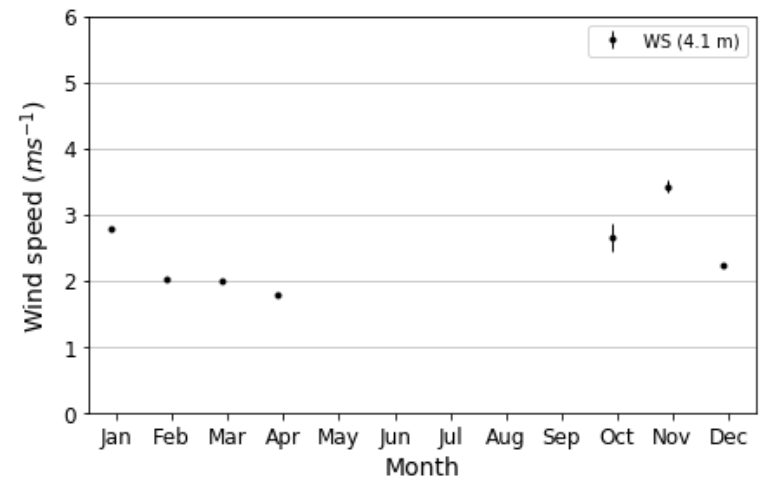
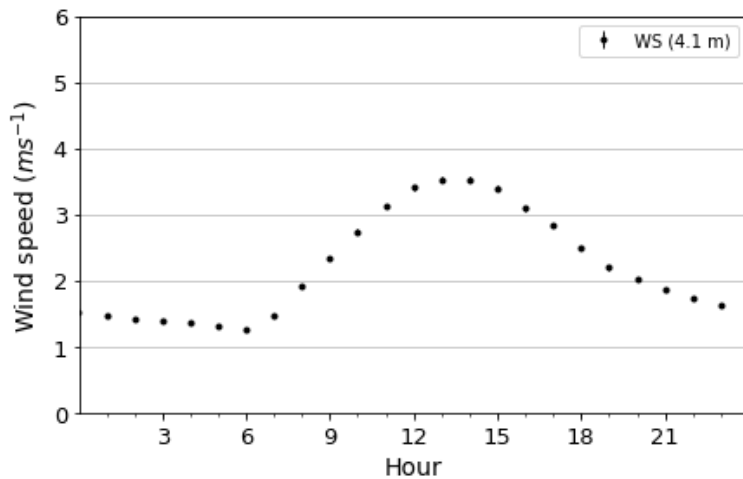
Temperatura do ar (°C)



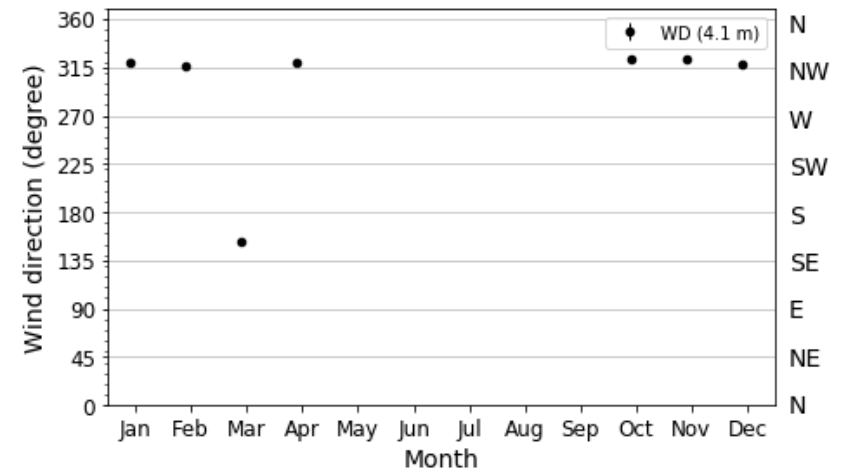
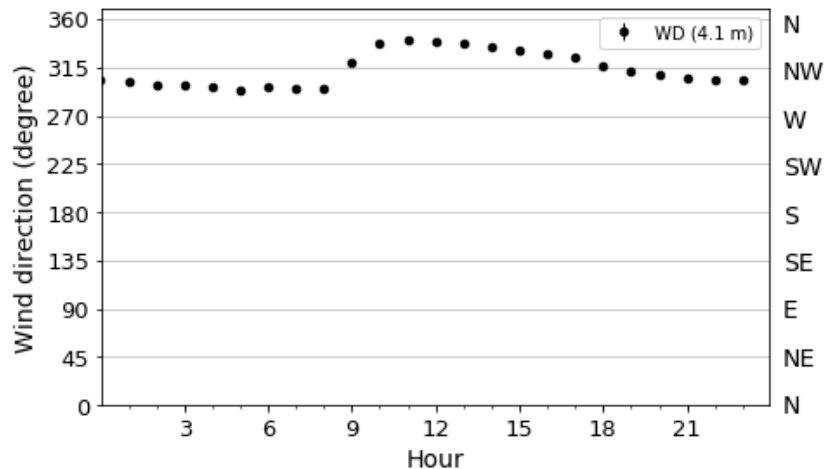
Umidade do ar (%)



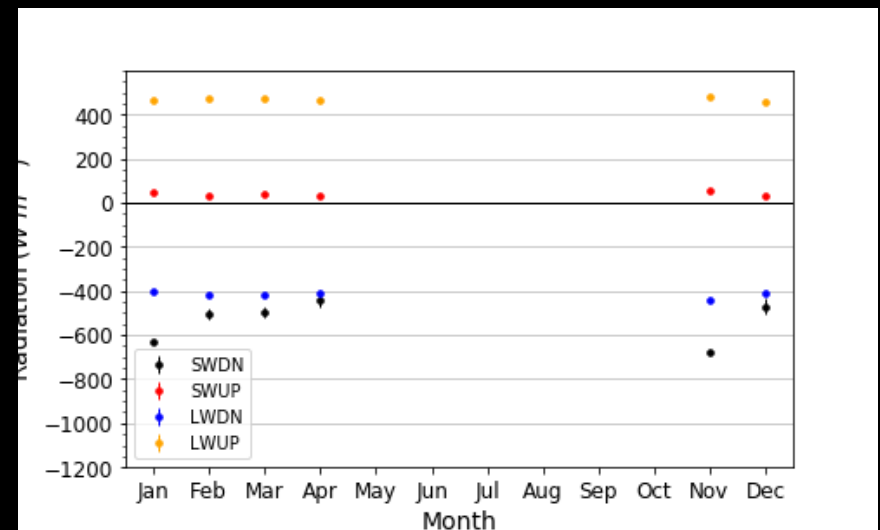
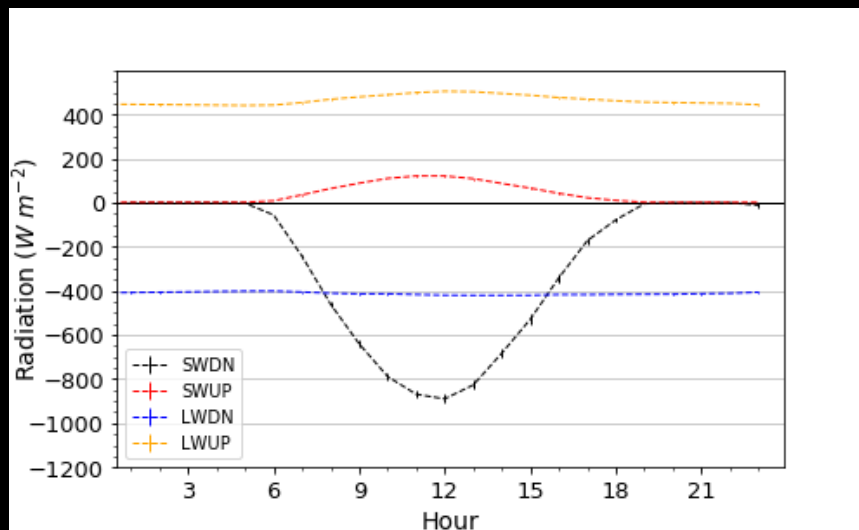
Velocidade do vento (ms^{-1})



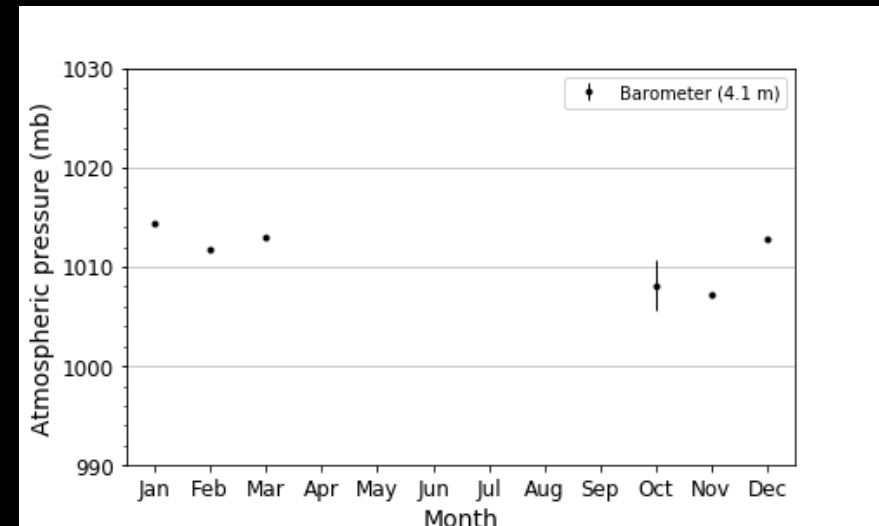
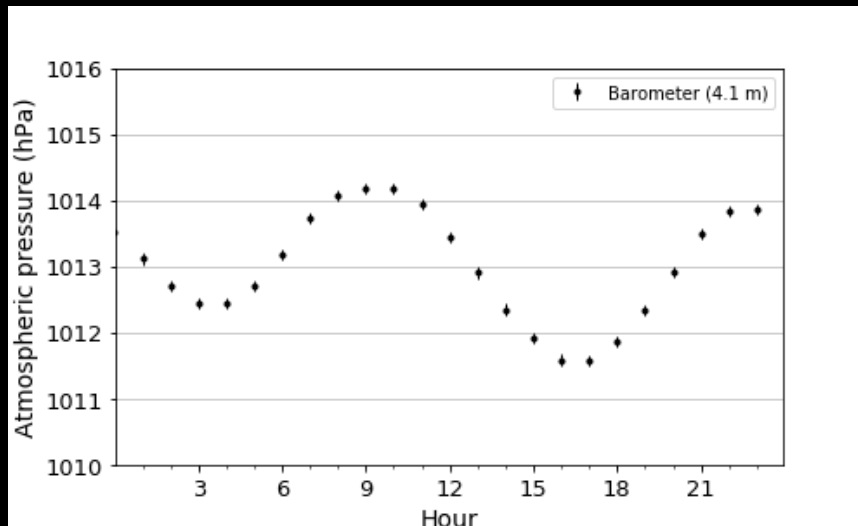
Direção do vento (grau)



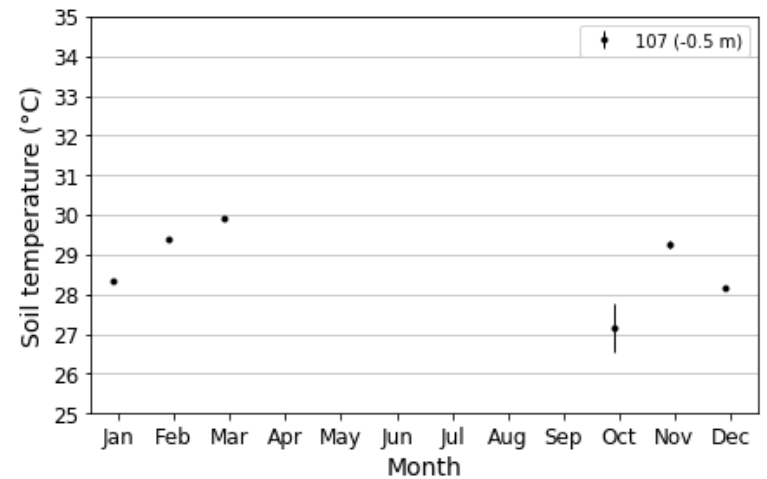
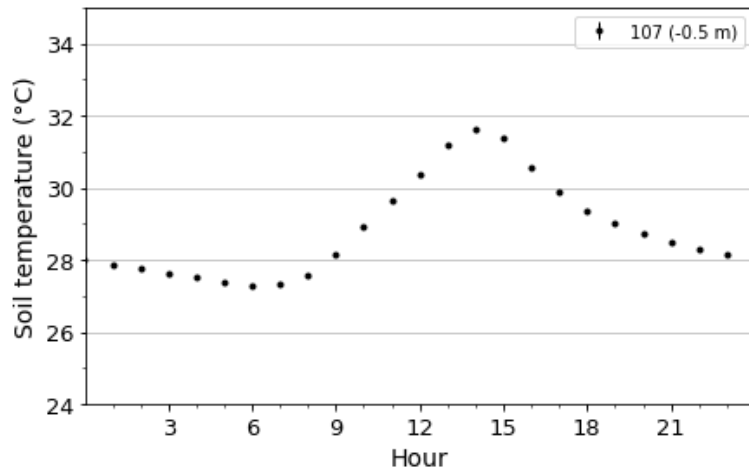
Radiação atmosférica (W m^{-2})



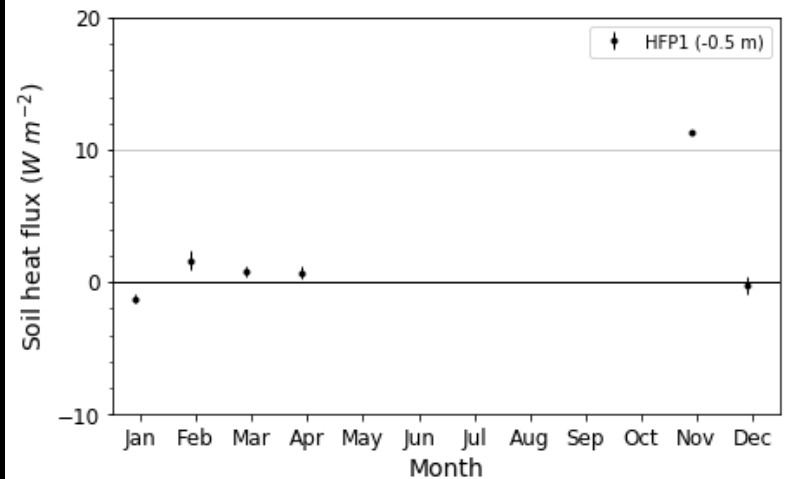
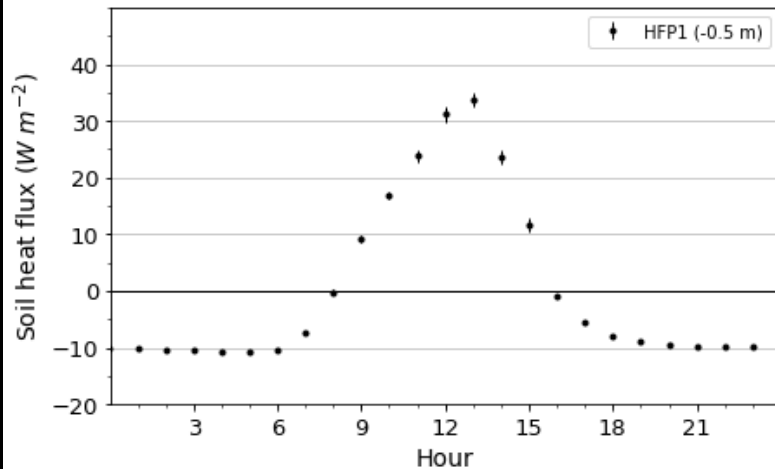
Pressão atmosférica (hPa)



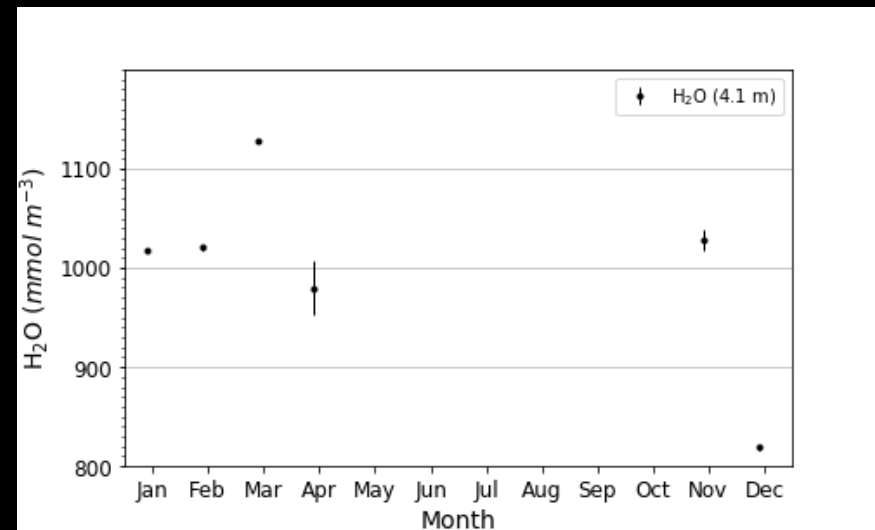
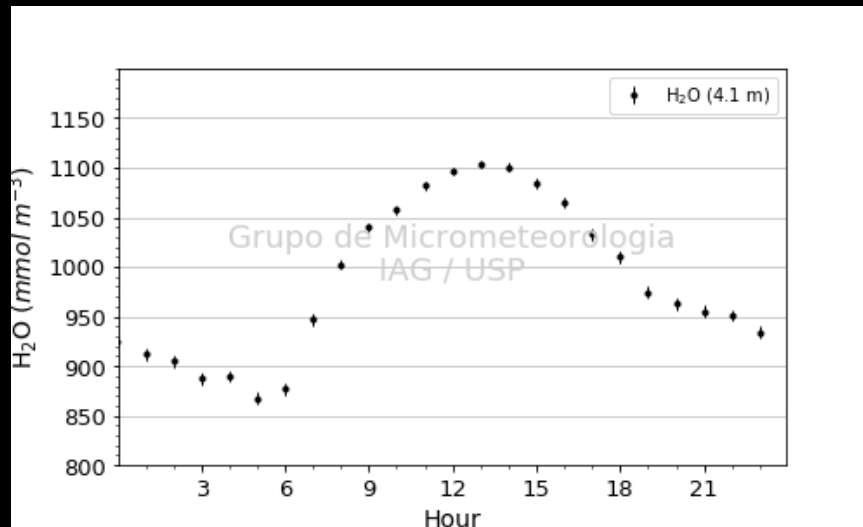
Temperatura do solo (°C)



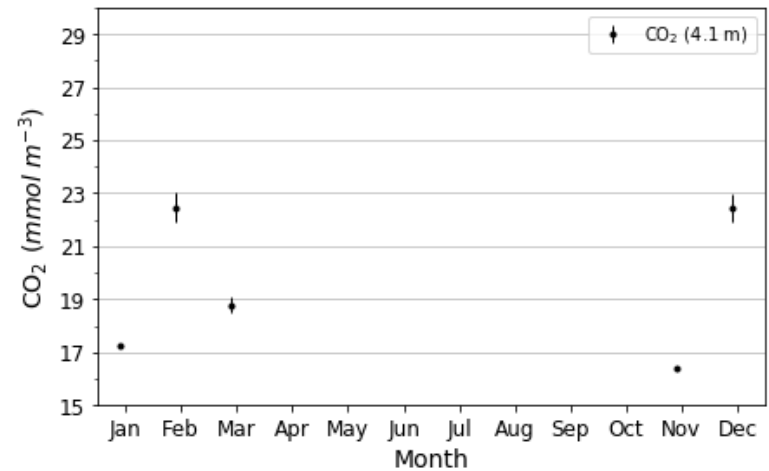
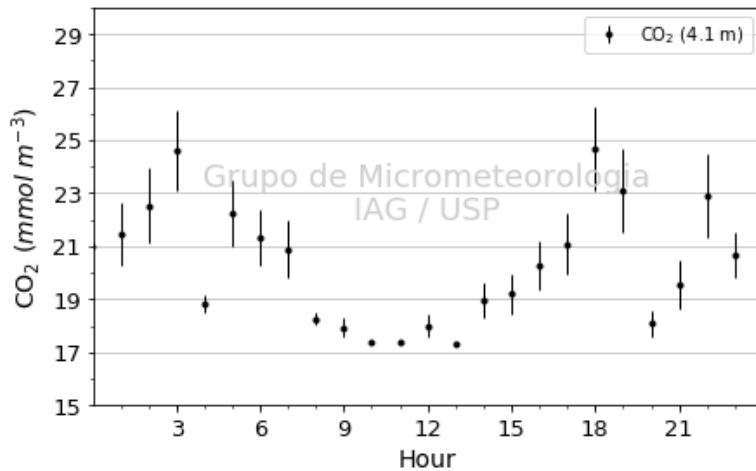
Fluxo de calor no solo (°C)



Fluxo de vapor de água (mmol m^{-3})



Fluxo de vapor de CO₂ (mmol m⁻³)



Obrigada!

Agradecimentos:

- CNPq;
- FAPES;
- A todos os moradores de Meaípe e, em especial:
 - ✓ Sr. Geraldino Nascimento Neto (Restaurante Saborear);
 - ✓ Sra Jacilea Alves Souza (Hotel da Léa);
 - ✓ Sr. Jailton Nascimento (Rest. Cantinho do Curuca);
 - ✓ Sr. Nhozinho Matos (Restaurante Gaeta).