



Aplicações de IA nas previsões de Tempo e Clima



Conheça o palestrante



Paola Gimenes Bueno

Meteorologista e Mestre em Ciências Atmosféricas pelo IAG/USP.

Doutoranda em Ciências Atmosféricas no IAG/USP, especializada em **previsão sazonal com *Machine Learning* e estudos de variabilidade climática.**

Coordenadora discente e pesquisadora do **Grupo de Estudos Climáticos (GrEC) do IAG/USP.**

Tempo e Clima: Qual a diferença?



I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

TEMPO

Mudanças rápidas no
estado da atmosfera

“o que se observa”



CLIMA

Características médias
do estado da atmosfera

“o que se espera”

Se **tempo** e **clima** são diferentes, a **previsão do tempo** é diferente da **previsão do clima**



I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

Previsão do tempo

Previsão das condições meteorológicas em determinado lugar e instante de tempo no horizonte de até 15 dias.

*Em qual ponto irá ocorrer o maior acumulado de precipitação e a qual hora?
Qual o valor das temperaturas máximas e mínimas nos próximos dias?*

Previsão do comportamento médio da atmosfera e suas possíveis variações no horizonte de meses a frente.

Previsão do clima

*O inverno será mais frio ou mais quente?
O período chuvoso será acima ou abaixo do normal?*

Teoria do Caos de Edward Lorenz:
***“O estado futuro da atmosfera só pode ser
previsto por poucos dias”***

**Então, como é possível prever o comportamento da
atmosfera para períodos maiores que 15 dias?**



I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

Como prevemos o clima

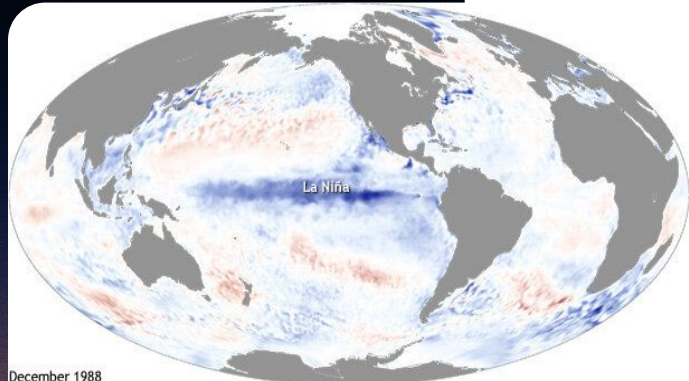


I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

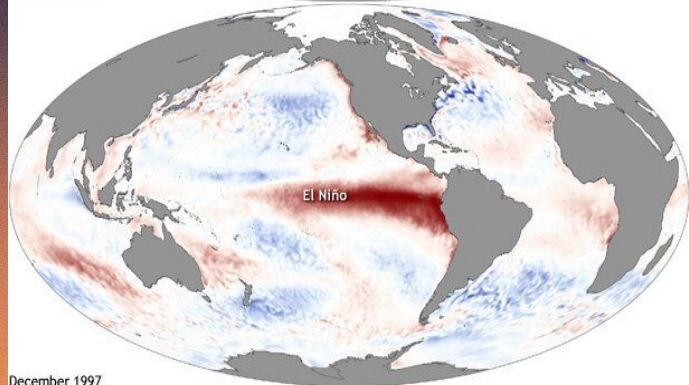
O clima é influenciado por condições que variam lentamente no tempo.

Essas condições podem ser:

- cobertura do gelo
- umidade do solo
- **Temperatura da Superfície do Mar (TSM)**



December 1988



December 1997

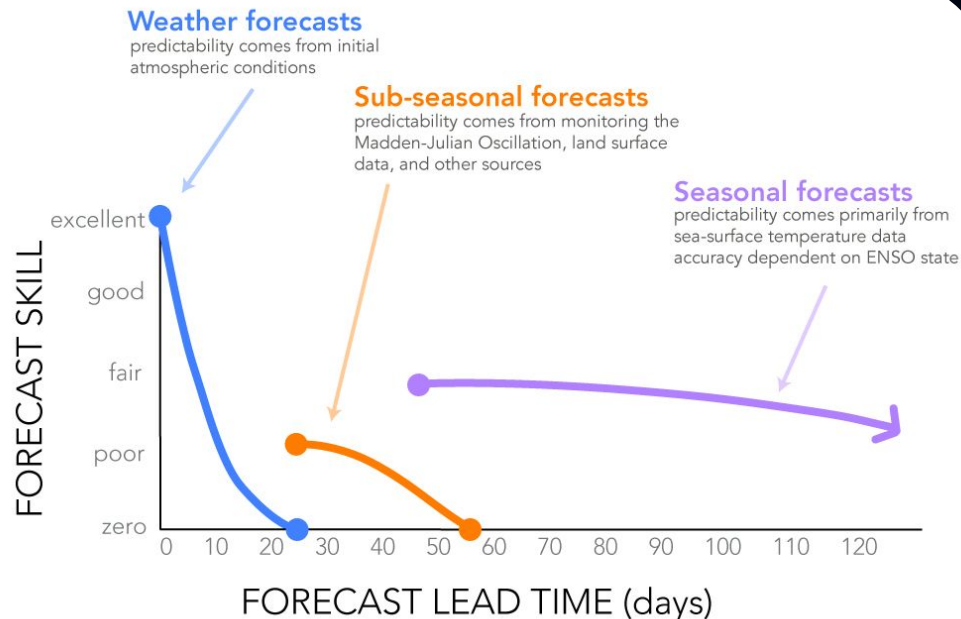
Difference from average temperature (°F)
-9 0 9





As previsões de curto e longo prazo tem se aprimorado com os avanços científicos e tecnológicos dos últimos anos

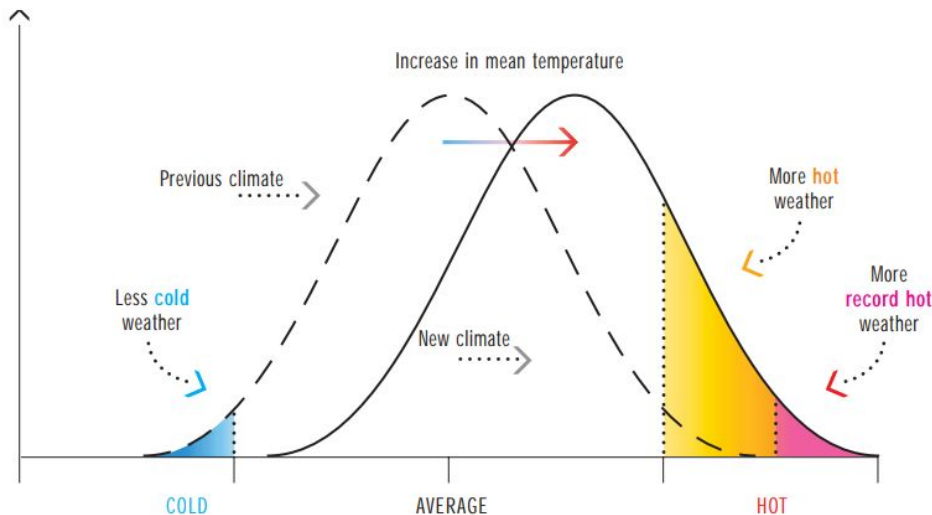
Porém, cada escala de previsão ainda possui seus desafios e limitações



IRI

Como o aquecimento global afeta as previsões?

Probability of occurrence



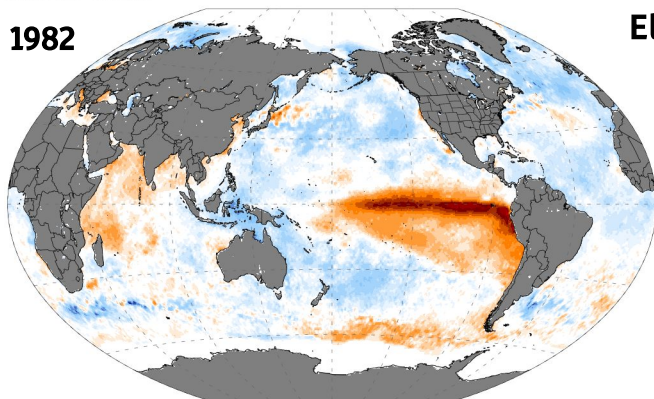
WHO Europe

Estudos mostram que o aumento da temperatura média do planeta pode prejudicar a acurácia das previsões

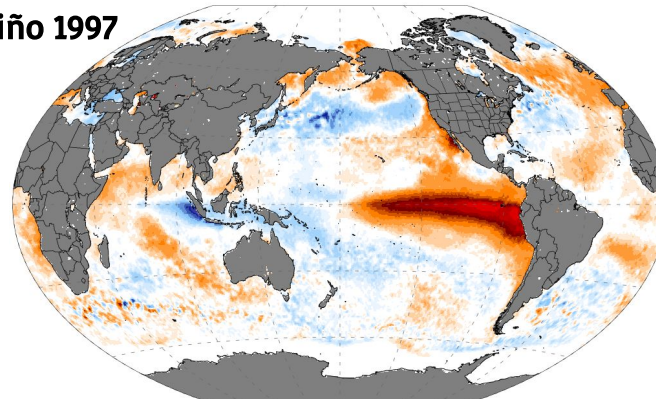
Alterações nos padrões meteorológicos, o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos intensificam a imprevisibilidade



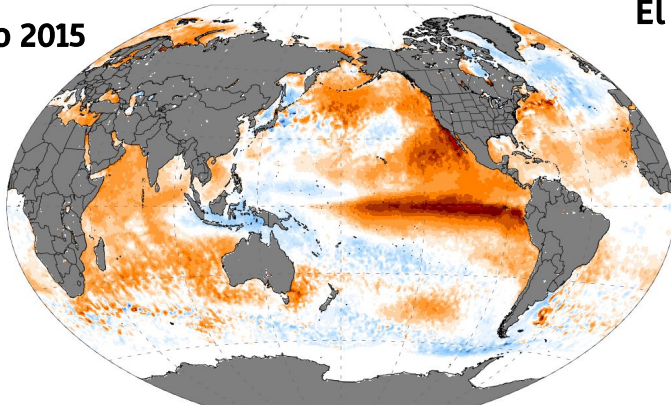
El Niño 1982



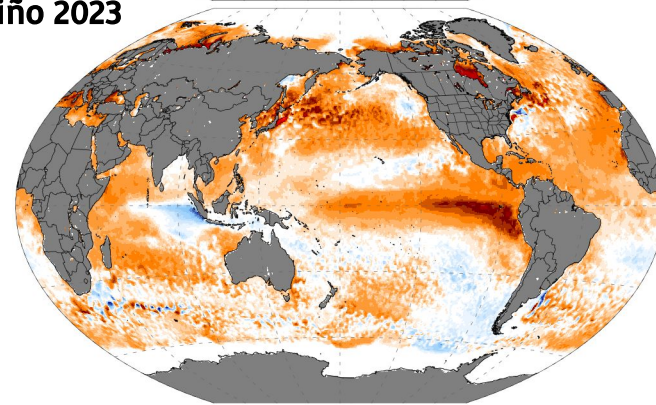
El Niño 1997



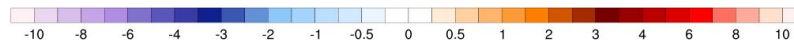
El Niño 2015



El Niño 2023



ECMWF ERA5 (0.5x0.5 deg)



Anomalia de TSM (°C)
Outubro - climatologia 1981-2010

ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine

Como a Inteligência Artificial tem contribuído com as previsões?



I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

Assimilação, Integração e Qualidade de Dados:

Preenchimento de dados faltantes; correção de falhas; interpolação; integração de diversos dados de diferentes fontes.

Melhoria nos Modelos Físicos:

Correção de saídas de modelos; cálculos de parametrização; aprimoramento dos dados de entrada.

Avaliações e projeções de riscos:

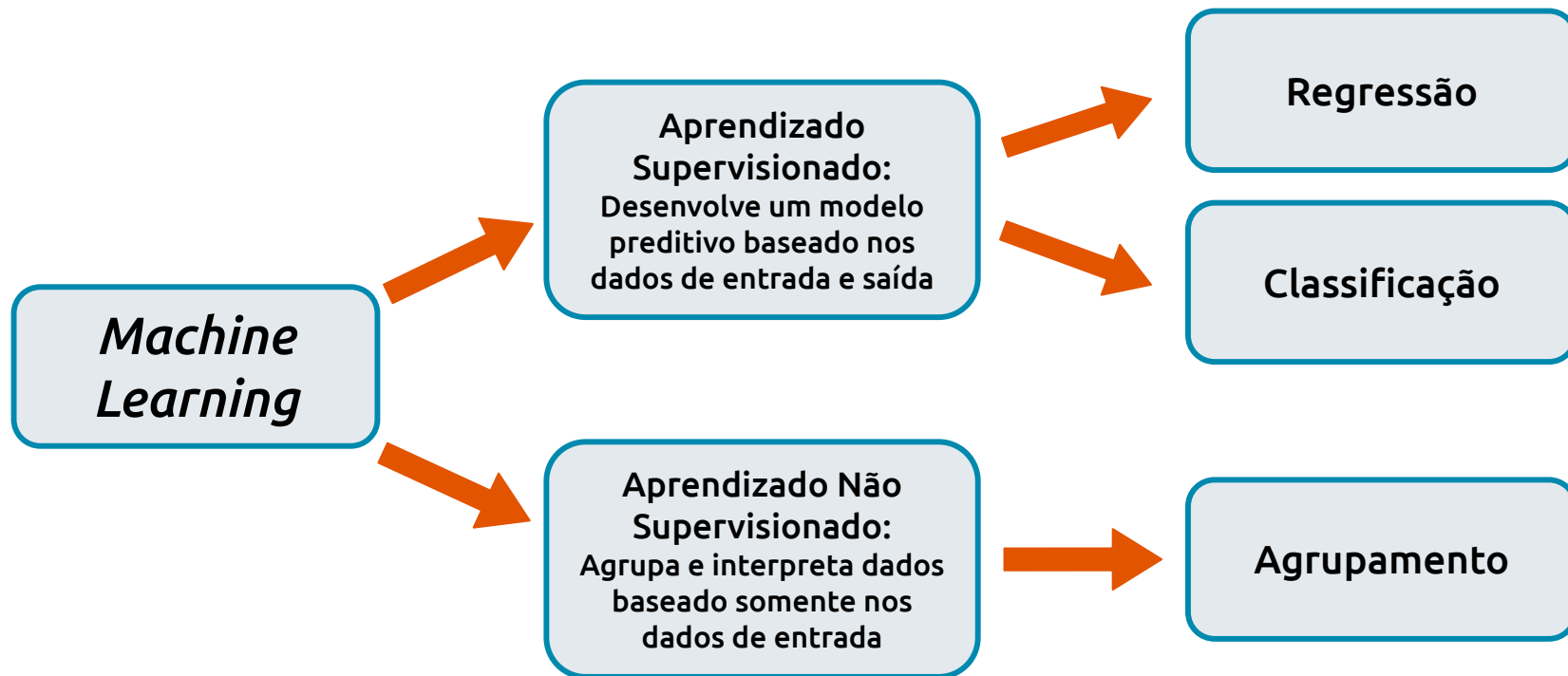
Identificação de eventos que precedem cenários de risco.

Previsão Atmosférica em Diferentes Escalas

Nowcasting; previsão diária/semanal; previsão mensal/sazonal.

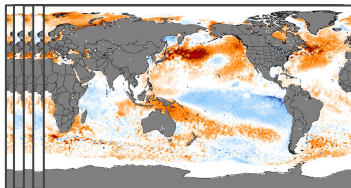


Machine Learning no desenvolvimento de modelos climáticos



Exemplo de Modelo Climático Supervisionado

Input 1
(padrões oceânicos)

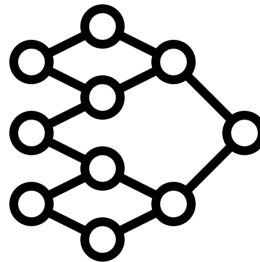
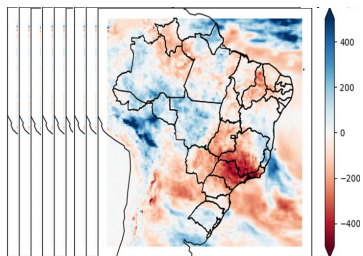


Input 2

Séries temporais de
índices de teleconexão

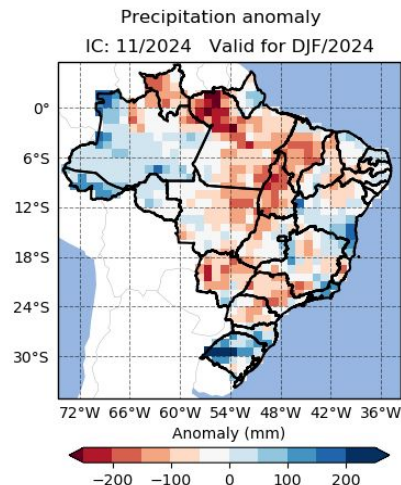


Série temporal da
variável a ser prevista



RNA
Supervisionada

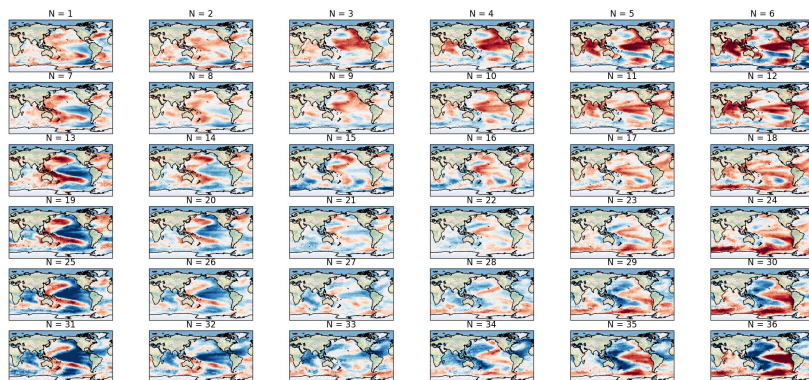
Previsão de anomalia de
precipitação para 3 meses a frente





Exemplo de Modelo Climático Não Supervisionado

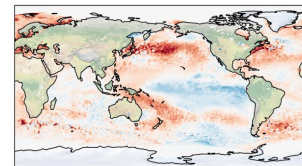
Identificação de padrões similares



Padrões climáticos
identificados por
uma rede neural
não-supervisionada

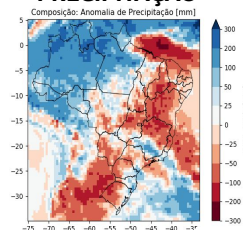
Criação de cenários de previsão
baseados em eventos similares do
passado, considerando os efeitos de
aquecimento global

Mês inicial

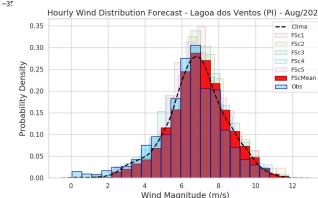
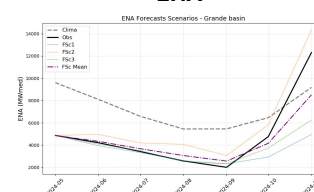


Projeções de cenários futuros

PRECIPITAÇÃO



ENA



VENTO



I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

Obrigada!



paola.bueno@iag.usp.br
paola.gbueno@gmail.com



Universidade de São Paulo



Grupo de
Estudos Climáticos