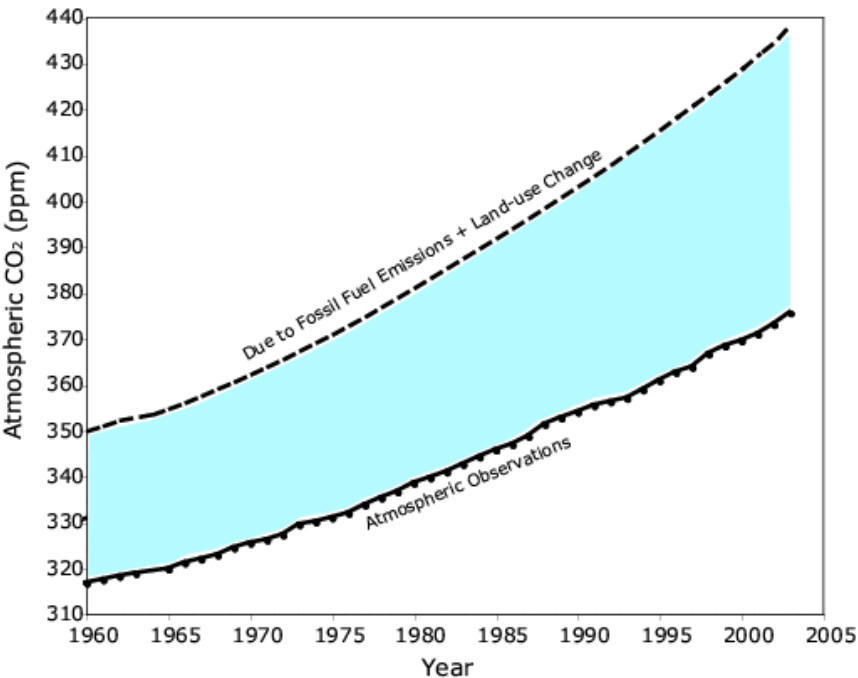


Acidificação do Oceano Austral

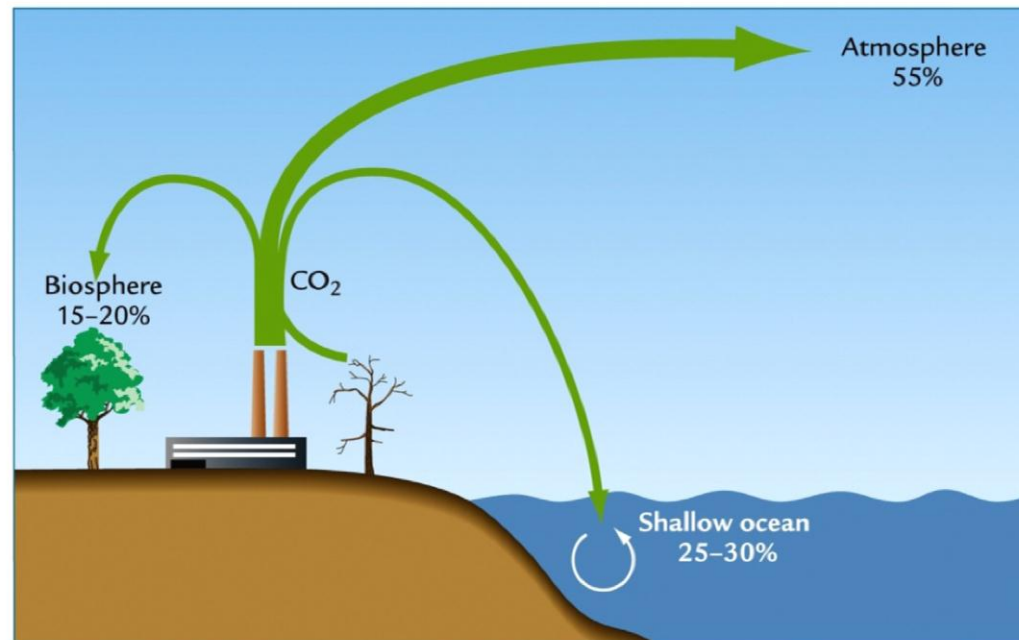
**Rosane Gonçalves Ito
FURG**



Motivação

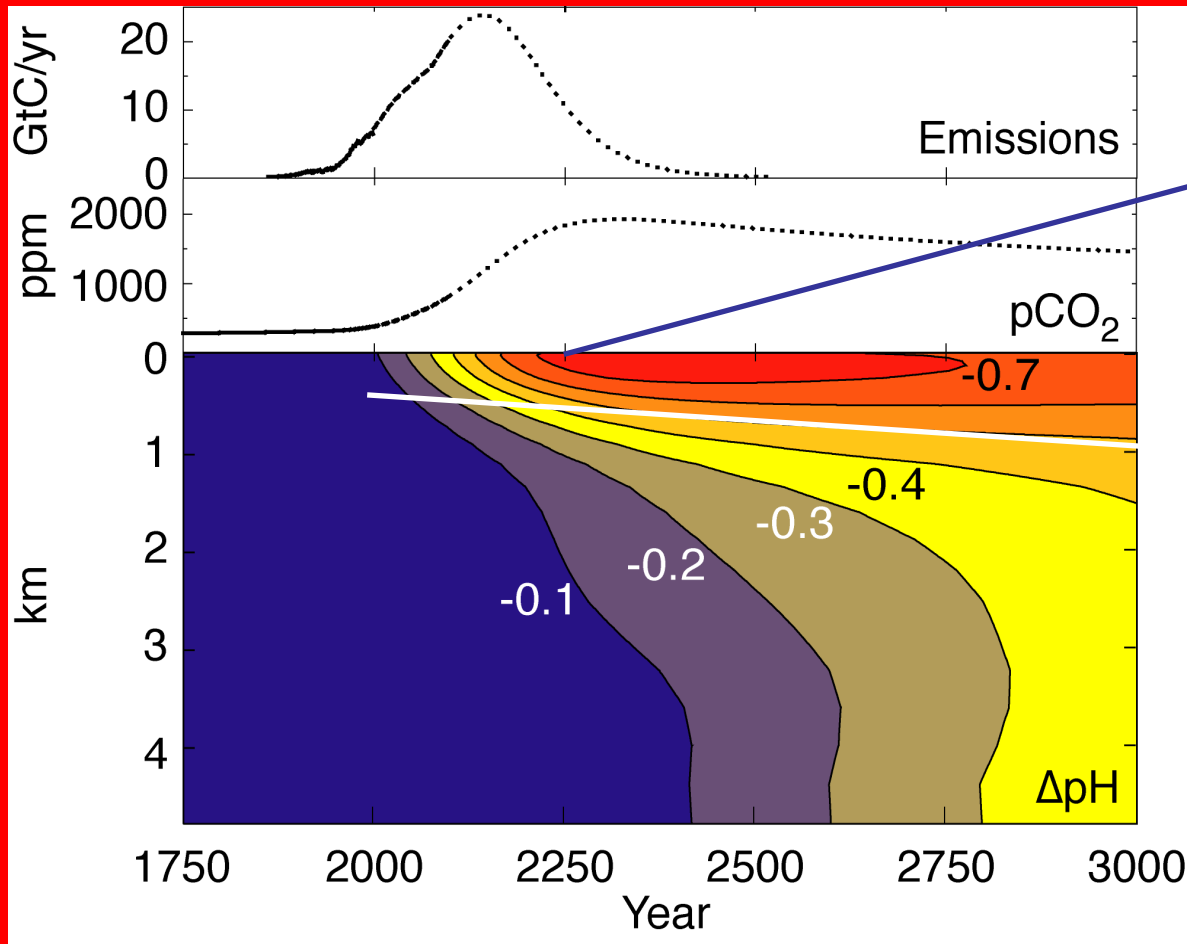
Para onde vai o CO_2 antropogênico?

- Atmosfera - 55%
- Oceano - 25 to 30 %
- Biosfera - 15 to 20%



ACIDIFICAÇÃO OCEÂNICA

Enquanto as mudanças climáticas apresentam incertezas, estas mudanças são totalmente previsíveis. Somente a escala de tempo e a sua extensão estão sob debate.



Previsão de que o pH decresça em 0,77 unidades na superfície oceânica

Mudança atual do pH em águas superficiais, devido a absorção de CO₂ antrópico

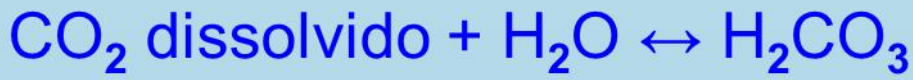
ATMOSFERA



CO₂ atmosférico

solubilidade X pCO₂ (atm)

OCEANO



ácido carbônico



íon hidrogenocarbonato

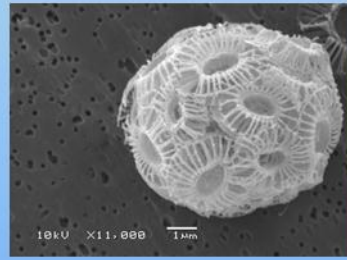


íon carbonato

íon cálcio

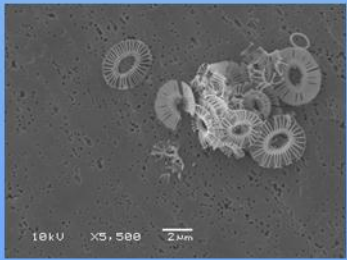


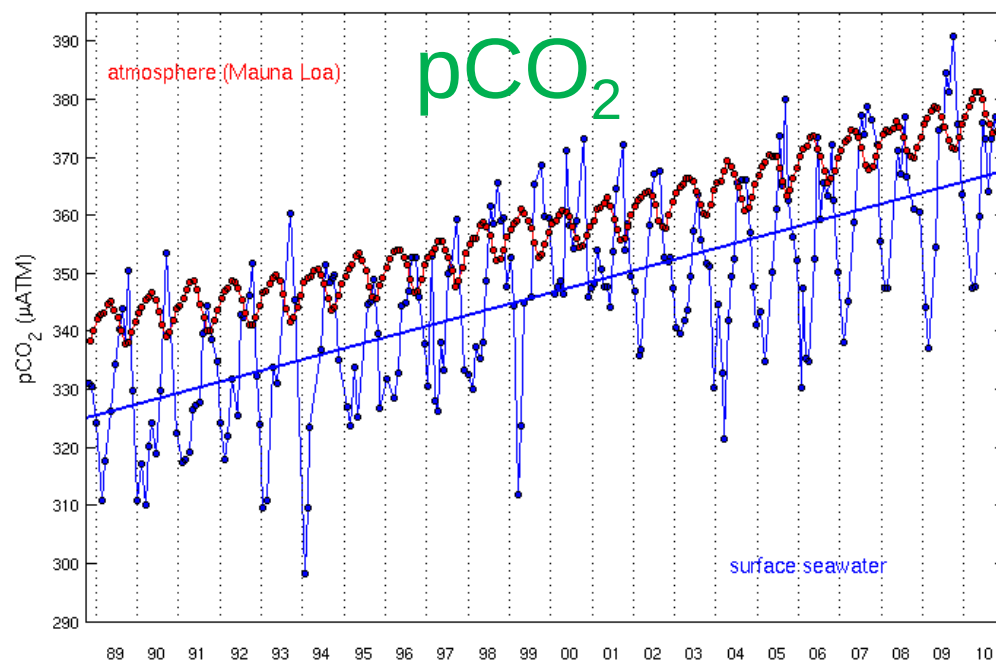
calcificação



HORIZONTE DE SATURAÇÃO

dissolução



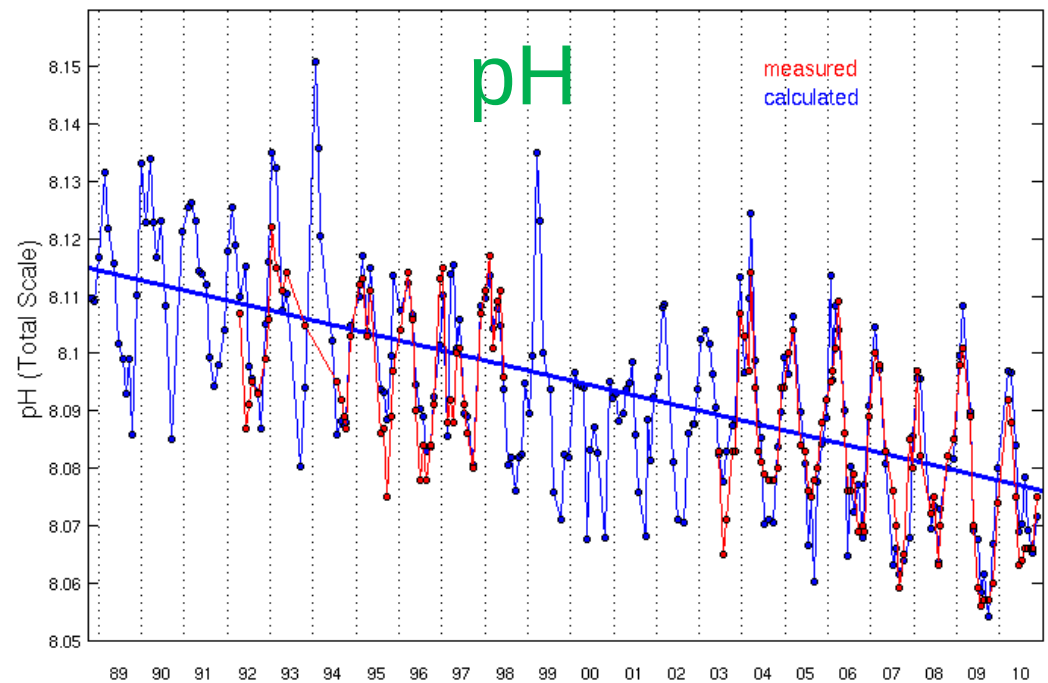


Séries temporelles

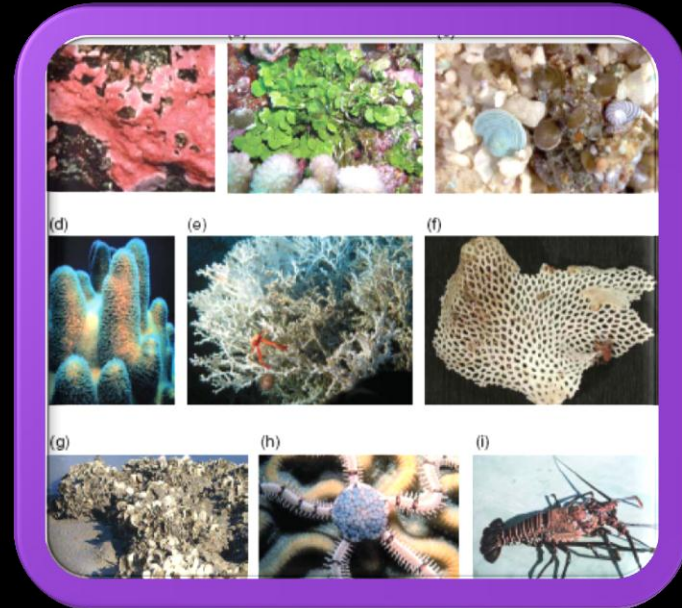
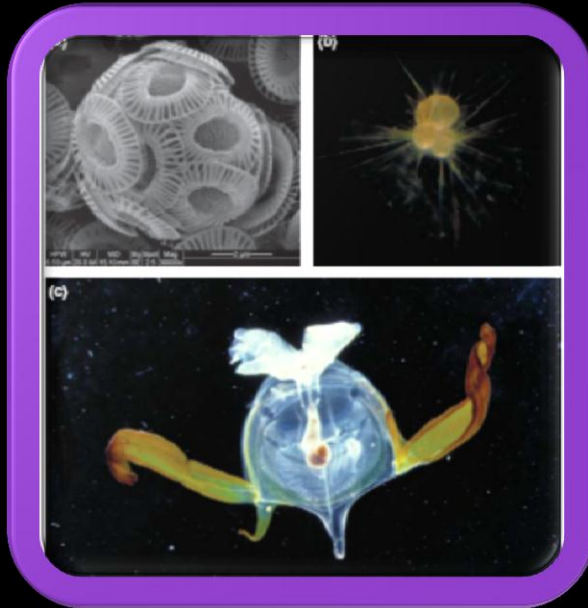
The Hawaii Ocean Time-series program

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\left[\text{H}^+ \right] \approx \left[\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{CO}_3^{2-}} \right]$$

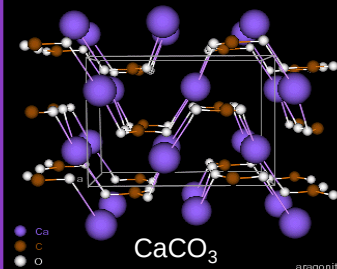
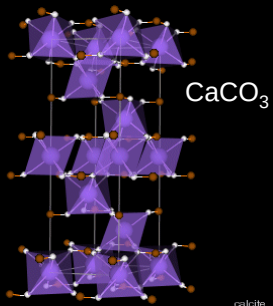


Organismos Suscetíveis a Acidificação



Organisms	Photosynthetic or non-photosynthetic	Form of calcium carbonate	Habitat
Foraminifera	Some photosynthetic	Calcite	Benthic
	Non-photosynthetic	Calcite	Planktonic
Coccolithophores	Photosynthetic	Calcite	Planktonic
Macroalgae*	Photosynthetic	Aragonite or calcite	Benthic
Corals: warm water	Photosynthetic	Aragonite	Benthic
	Non-photosynthetic	Aragonite	Benthic
Pteropod molluscs	Non-photosynthetic	Aragonite	Benthic
Non-pteropod molluscs*	Non-photosynthetic	Aragonite + calcite	Benthic or Planktonic
Crustaceans*	Non-photosynthetic	Calcite	Benthic or Planktonic
Echinoderms	Non-photosynthetic	Calcite	Benthic

*Not all members of the group are calcified.



O que controla a biocalcificação?

- Numerosos estudos indicam que depende o grau de saturação do CaCO_3 em água mar :

$$\Omega = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] / \lambda$$

Grau de Saturação
da Aragonita/Calcita

Íon Cálcio

Íon Carbonato

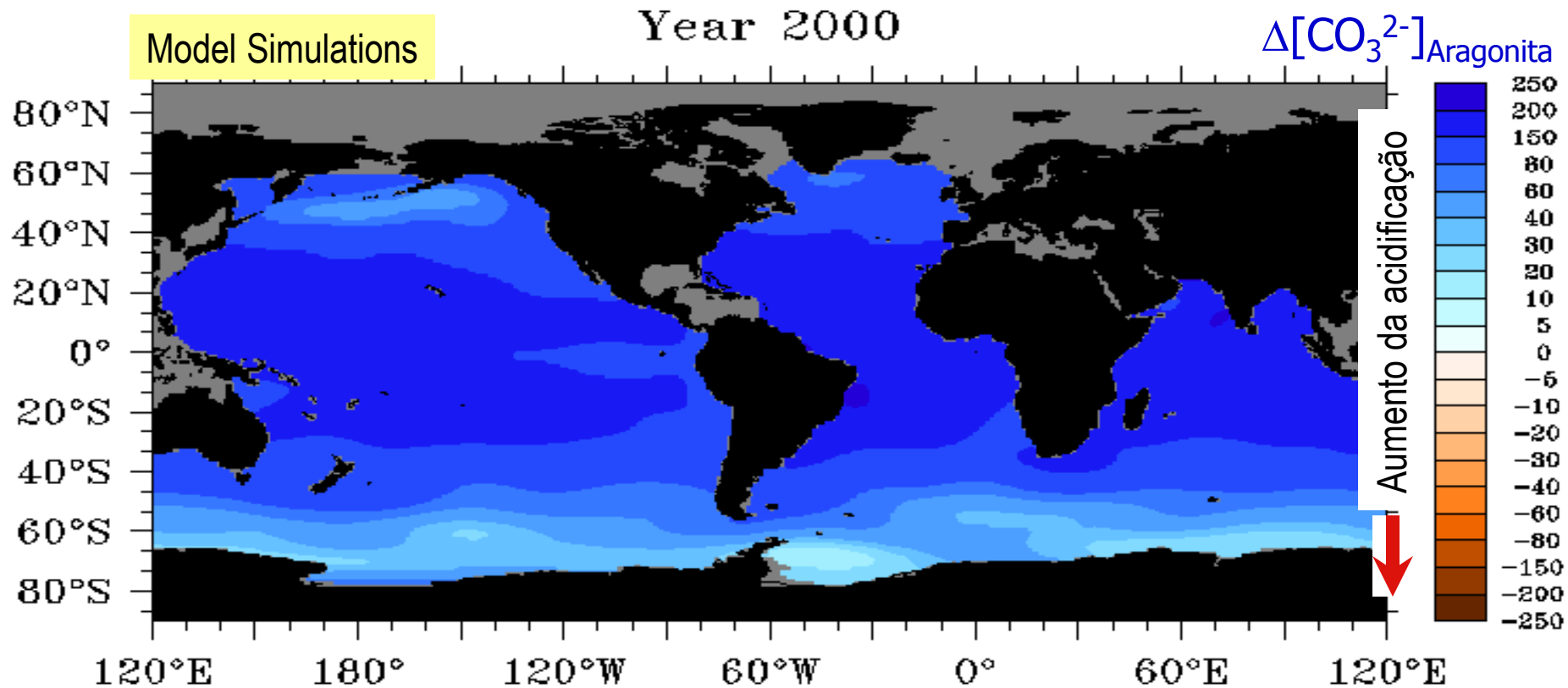
Coef. Solubilidade da
Aragonita/Calcita

$\Omega > 1$ promove a precipitação

$\Omega < 1$ promove a dissolução

A absorção de carbono atmosférico pelo oceano leva ao aumento da acidificação oceânica

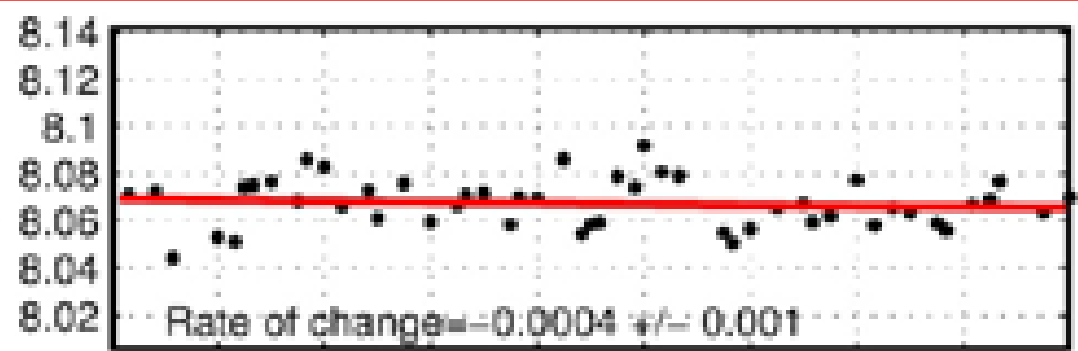
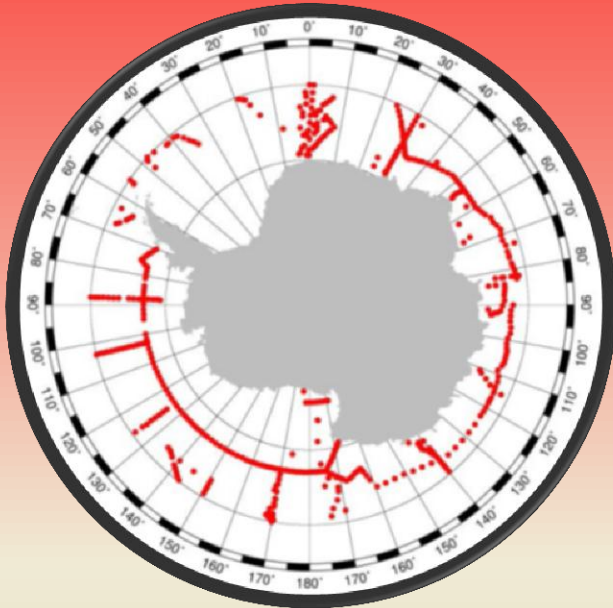
$$\Delta[\text{CO}_3^{2-}] = [\text{CO}_3^{2-}] - [\text{CO}_3^{2-}]_{\text{sat}}$$



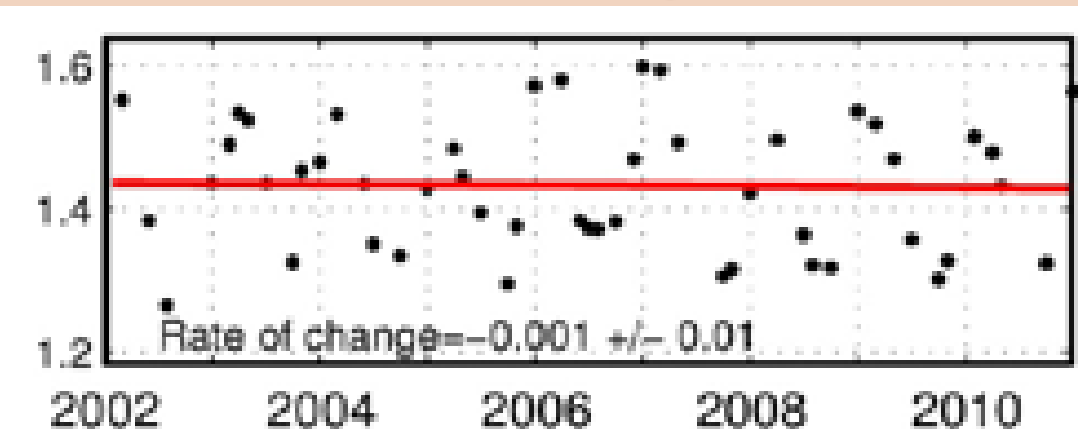
CO_2 e carbonato de cálcio são mais solúveis em águas frias
Oceano Austral – termômetro para os efeitos da acidificação

Variação média em 10 anos

pH



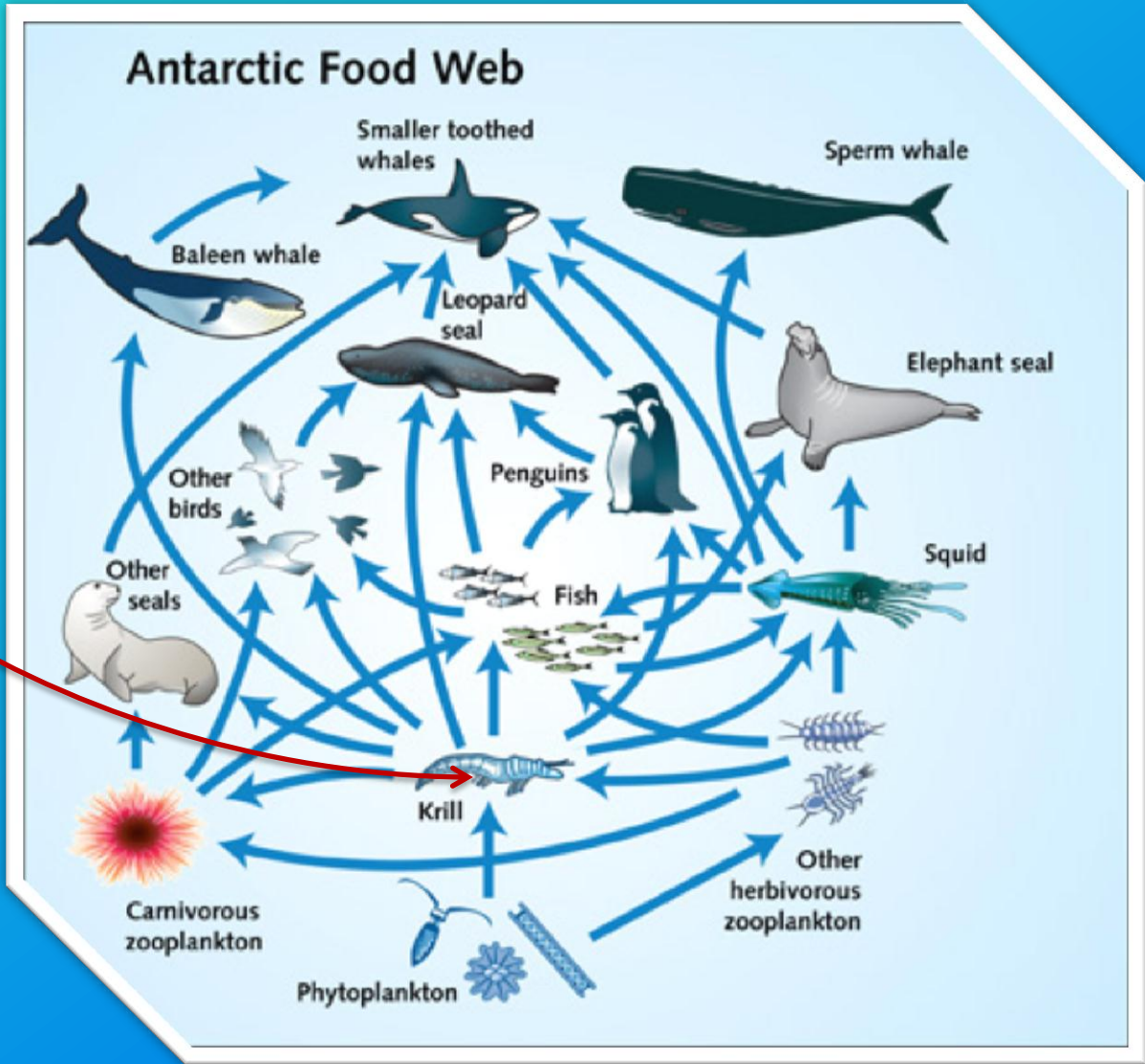
$\Omega_{\text{aragonita}}$



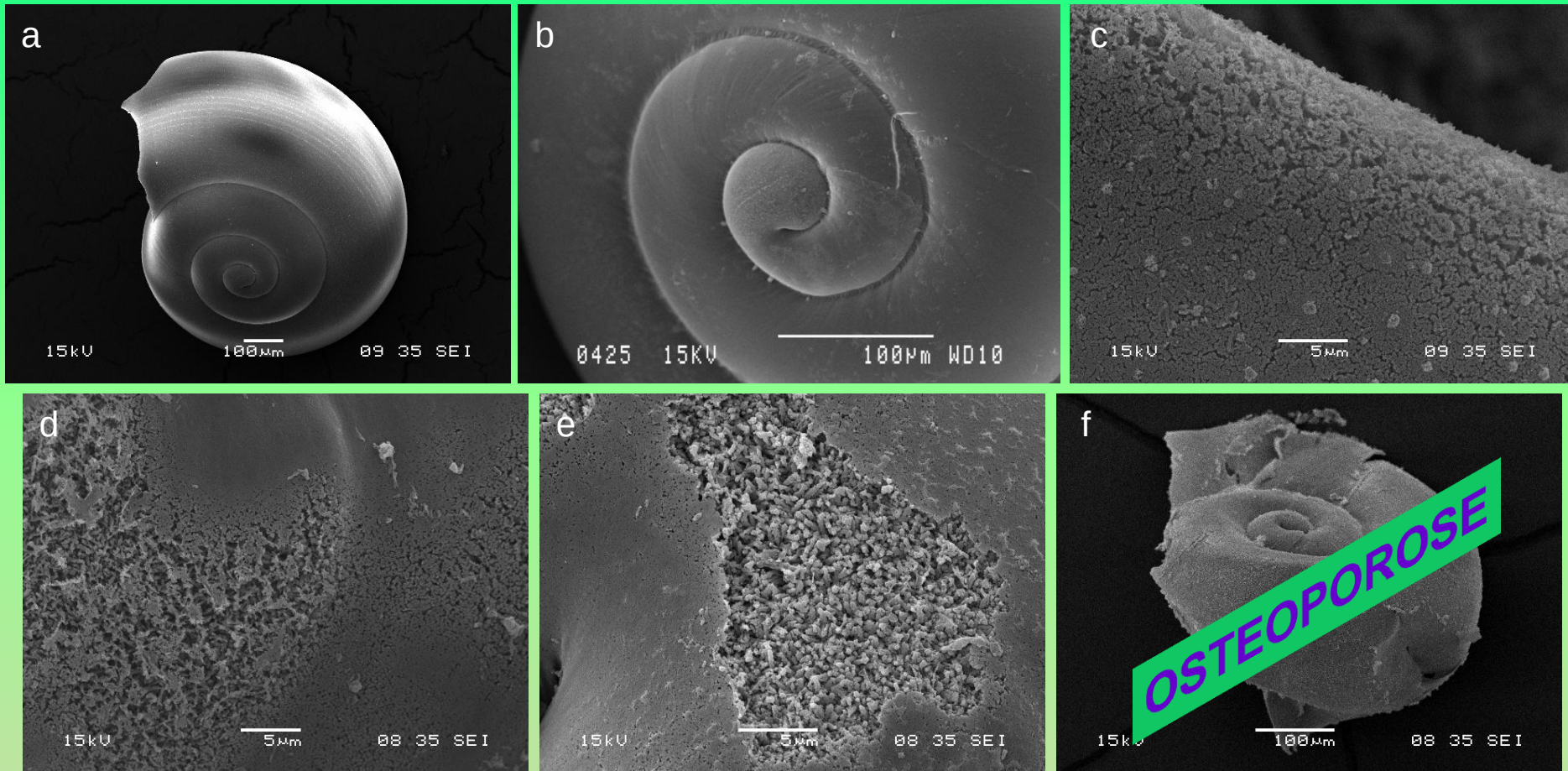
Antarctic Pteropod "Limacina helicina"



Foto: National Science Foundation

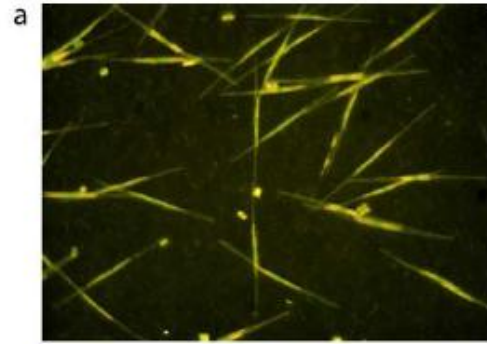


Dissolução de pterópodos no oceano Austral - $\Omega_{arag} \sim 1$ 8 dias

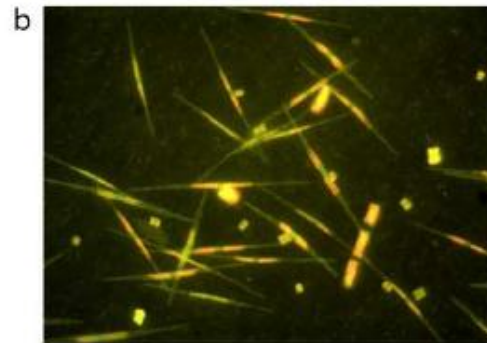


Images of juvenile *L. helicina antarctica* (from which the periostracum has been removed) showing different levels of dissolution. **a,b**, Intact animal without any indications of dissolution. **c**, Level I: the upper prismatic layer slightly dissolved. **d**, Level II: the prismatic layer partially or completely missing and the cross-lamellar matrix partially exposed with increasing porosity in the upper crystalline layer. **e,f**, Level III: the crossed-lamellar matrix showing signs of dissolution across large areas of the shell, and the shell becoming more fragile owing to fragmentation.

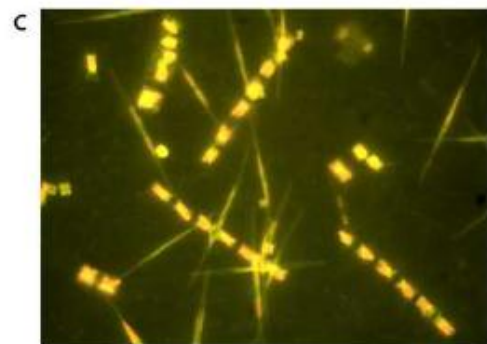
Aumento de $CO_2 \rightarrow$ mudança na estrutura da comunidade



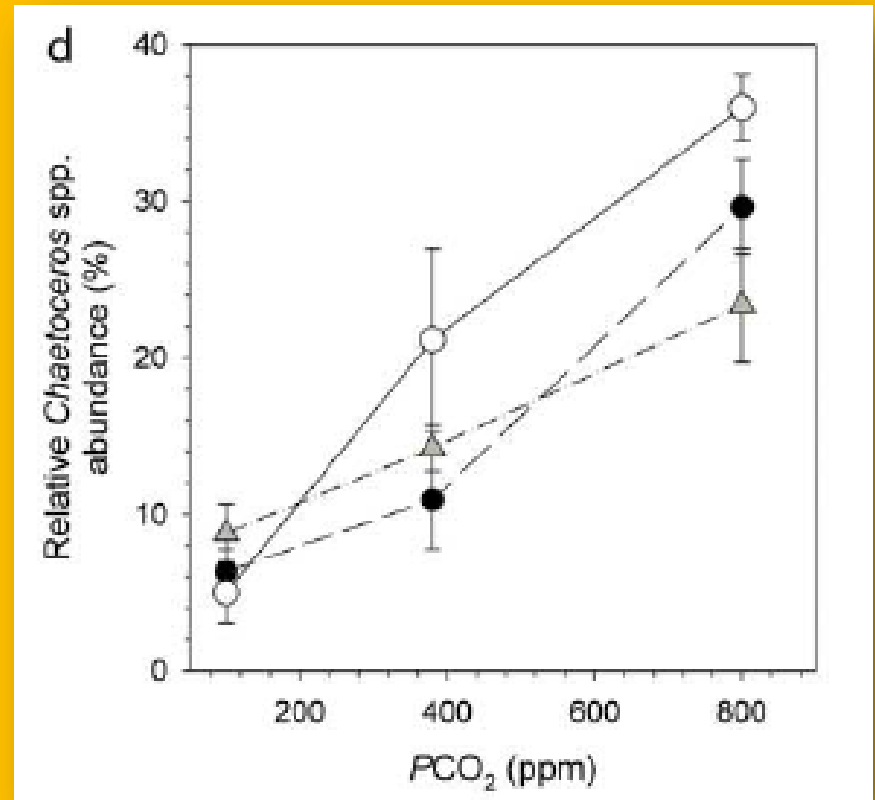
100ppm



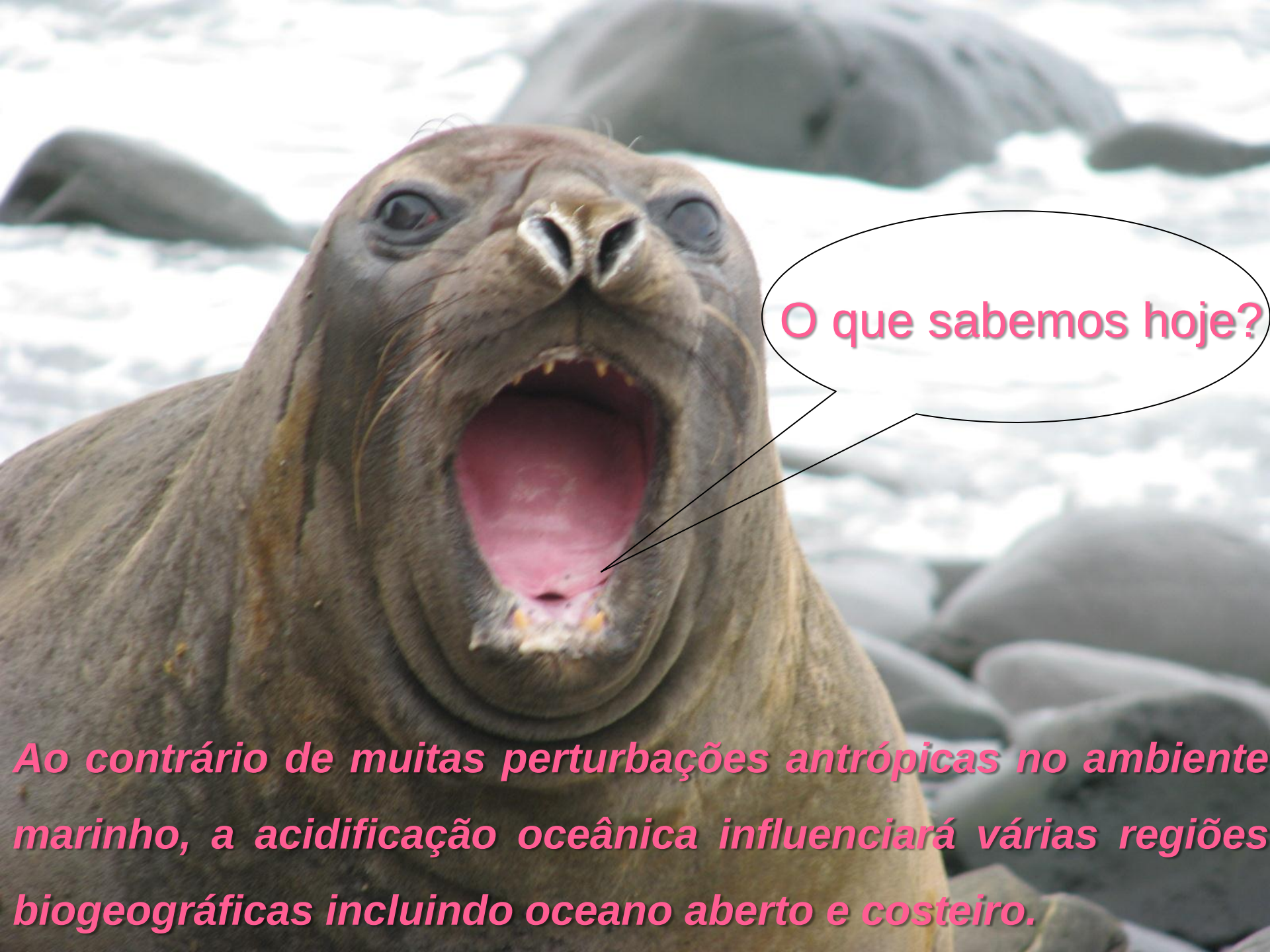
380ppm



800ppm



Incubação entre 10-18 dias

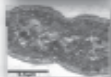


O que sabemos hoje?

Ao contrário de muitas perturbações antrópicas no ambiente marinho, a acidificação oceânica influenciará várias regiões biogeográficas incluindo oceano aberto e costeiro.

Efeitos do enriquecimento do CO₂

Os efeitos agudos da acidificação não são uniformes, nem entre espécies, nem ao tempo de exposição

PHYSIOLOGICAL RESPONSE	MAJOR GROUP	# SPECIES STUDIED	RESPONSE TO INCREASING CO ₂			
			a	b	c	d
CALCIFICATION						
	Coccolithophores	4	2	1	1	1
	Planktonic Foraminifera	2	2	–	–	–
	Molluscs	6	5	–	1	–
	Echinoderms	3	2	1	–	–
	Tropical Corals	11	11	–	–	–
	Coralline Red Algae	1	1	1	–	–
PHOTOSYNTHESIS ¹						
	Coccolithophores ²	2	–	2	2	–
	Prokaryotes	2	–	1	1	–
	Seagrasses	5	–	5	–	–
NITROGEN FIXATION						
	Cyanobacteria	4	–	3	1	–
REPRODUCTION						
	Molluscs	4	4	–	–	–
	Echinoderms	1	1	–	–	–

¹ Strong interactive effects with nutrient and trace metal availability, light, and temperature

² Under nutrient replete conditions

Estratégias Atuais

❖ **Proteger o ambiente marinho de alterações mais drásticas que as atuais.**

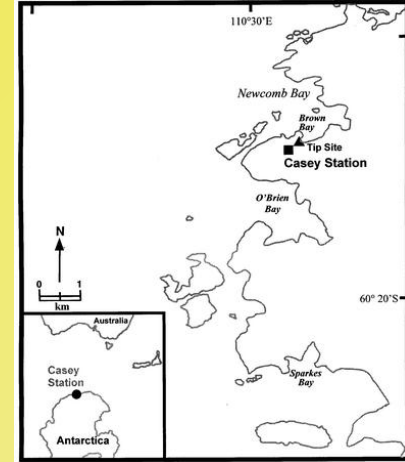
**2010: oceano absorveu $\sim 7 \text{ GtCO}_2$
per capita $\sim 1 \text{ tCO}_2$**

❖ **Mitigar : melhor compreender os impactos da acidificação nos processos oceânicos e os impactos socioeconômicos para a pesca, aquicultura, turismo e outros serviços ambientais decorrentes dela.**

Australian Antarctic Division

2014 - 4 meses a 20m (fundo)

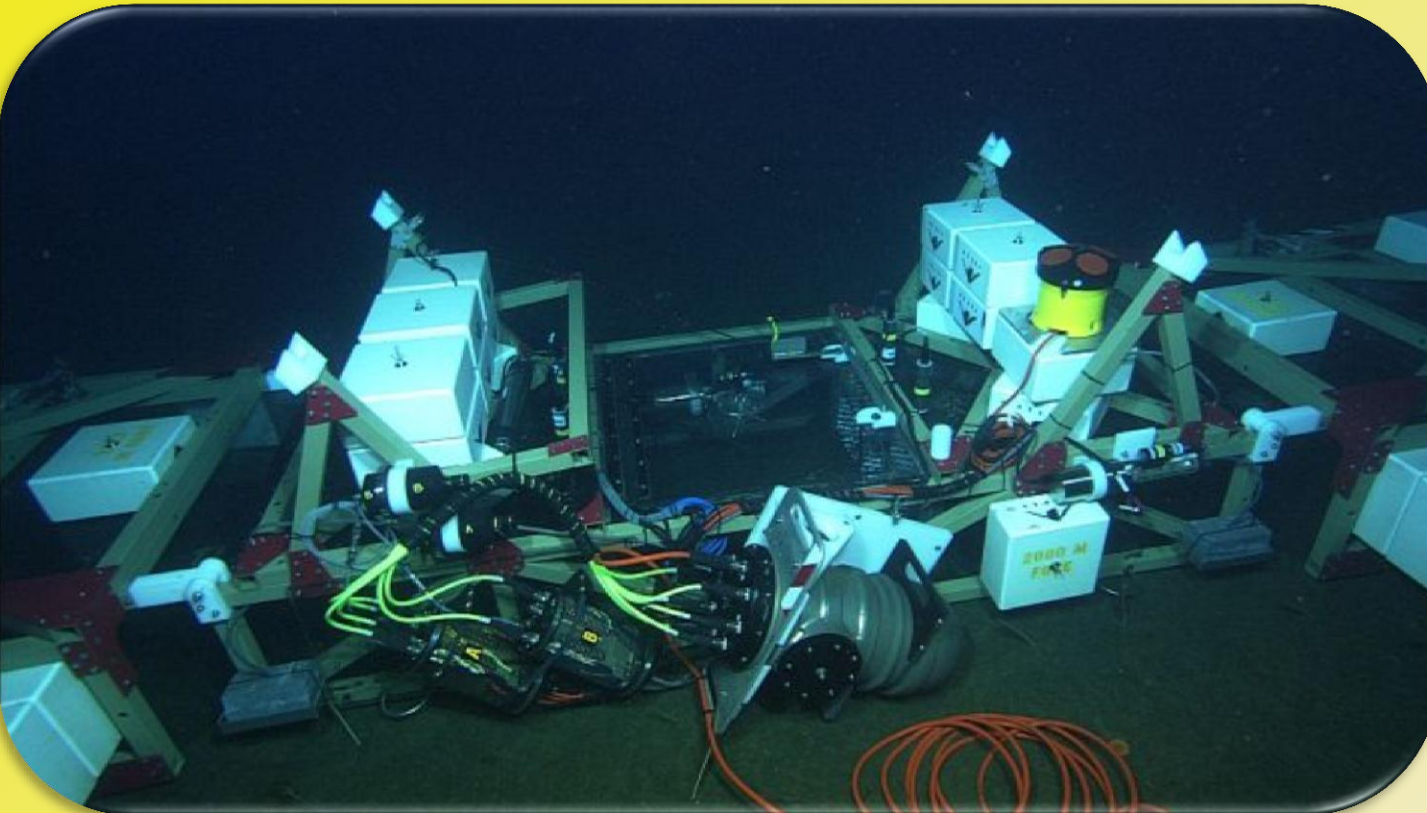
Free Ocean CO₂ Enrichment' (FOCE)



www.rsc.org

4 zonas:

- Água
- Biodiversidade
- Biodiversidade
- Sedimento



BrOA

BRAZILIAN OCEAN ACIDIFICATION RESEARCH GROUP
Grupo Brasileiro de Pesquisa em Acidificação dos Oceanos

- 
- *Criado em dezembro de 2012, durante o Workshop "Studying Ocean Acidification and its effects on marine ecosystems".*
 - *O grupo tem como objetivo de curto prazo integrar os pesquisadores brasileiros em uma ampla rede nacional de cooperação interdisciplinar em estudos de Acidificação dos Oceano, além de contribuir com os programas internacionais em curso.*



<http://www.broa.furg.br/>

Acidificação oceânica : um novo argumento para controle urgente das emissões de CO₂?



obrigada