

## **INTERNATIONAL OCEAN ACIDIFICATION OBSERVING AND RESEARCH: AN OVERVIEW WITH SPECIAL FOCUS ON U.S.-LED EFFORTS**

Libby Jewett\*

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), USA

libby.jewett@noaa.gov

Efforts to monitor both the changing ocean chemistry but also the impacts of this change on marine ecosystems, as a result of ocean acidification, are expanding around the world. However, many countries are economically challenged which means that we need to seek out coordinated opportunities among countries wherever possible. This presentation will given basic details about the current understanding of open water versus coastal acidification, provide some details about research and monitoring happening around the world, and give an update on the structure of the Global Ocean Acidification Observing Network and the requirements for participation. Additionally, an overview of the US carbon and ocean acidification monitoring and research portfolio as led by the US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) will follow. This portfolio includes monitoring via ship cruises, volunteer ship observing and moorings, experimental and field research into the impacts of future  $p\text{CO}_2$  levels on marine species, development of forecasting models and synthesis products, and education and outreach. This presentation can hopefully lead to a fruitful discussion of shared interests and potential for collaboration.

*\*Director of the NOAA Ocean Acidification Program. A founding member of NOAA's Ocean Acidification Steering Committee, Jewett led NOAA-wide meetings of scientists and policymakers to conceive and develop NOAA's first comprehensive ocean acidification research plan. Chair of the ocean acidification interagency working group (OA-IWG) where she has helped develop an ocean acidification strategic research plan for the U.S. Co-chair of the Executive Council of the newly formed Global Ocean Acidification Observing Network. Ph.D. in Biology with a focus on Marine Ecology at the University of Maryland, a Master of Public Policy at Harvard University's Kennedy School of Government, and a B.A. at Yale University.*

## **MESA 3 - A INSERÇÃO DA PESQUISA BRASILEIRA NO CONTEXTO DA ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS: IDENTIFICANDO ÁREAS SENSÍVEIS AO SEU EFEITO E PRIORIDADES**

### **ATIVIDADES DO GRUPO BRASILEIRO DE PESQUISA EM ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS (BRAZILIAN OCEAN ACIDIFICATION RESEARCH GROUP - BROA)**

Rodrigo Kerr

Grupo Brasileiro de Pesquisa em Acidificação dos Oceanos (homepage: [www.broa.furg.br](http://www.broa.furg.br))

Instituto de Oceanografia, FURG, Rio Grande, Brazil

[rodrigokerr@hotmail.com](mailto:rodrigokerr@hotmail.com)

O Grupo de Pesquisa Brasileiro em Acidificação dos Oceanos (BrOA) foi criado em dezembro de 2012, durante o Workshop "Studying Ocean Acidification and its effects on marine ecosystems", sendo organizado pelo programa internacional de geosfera-biosfera (IGBP), Universidade de São Paulo (USP), Conselho de Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Brasil (CNPq) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O grupo será apresentado oficialmente a comunidade científica nacional no III workshop Brasileiro de Mudanças Climáticas em Zonas costeiras, através da participação de seus líderes e dos coordenadores de equipes principais. Durante o ano de 2013 o grupo atuou na identificação dos pesquisadores brasileiros para a formação de uma rede nacional de cooperação interdisciplinar em estudos de Acidificação dos Oceanos. A apresentação do grupo visa integrar os estudos da rede nacional de pesquisadores e contribuir com os programas internacionais em curso. O grupo atua em ambientes distintos ao longo da costa brasileira, desde ecossistemas costeiros e estuarinos até o regime oceânico de águas abertas. O Grupo é liderado pelo Prof. Dr. Rodrigo Kerr do IO/FURG e pela Profa. Dra. Leticia C. da Cunha da FO/UERJ, sendo composto por pesquisadores de 7 Instituições de Ensino Superior (FURG, UERJ, UFRJ, UFF, USP, UESC, UFPe) distribuídos em 12 laboratórios associados.

## **PAPEL DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA NOS FLUXOS DE CO<sub>2</sub> MAR-ATMOSFERA E POSSÍVEIS EFEITOS DA ACIDIFICAÇÃO**

Leticia Cotrim da Cunha

Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

lcotrim@uerj.br

Ainda há incertezas quanto ao papel de margens continentais nas trocas globais de CO<sub>2</sub> mar-atmosfera, especialmente em áreas tropicais e subtropicais. Além disso, as medidas de fluxos de CO<sub>2</sub> mar-atmosfera nestas áreas são bastante restritas, temporal e espacialmente. As análises mais recentes de fluxos globais de CO<sub>2</sub> mostram que no oceano Atlântico sudoeste há um gradiente crescente sul-norte de fluxos de CO<sub>2</sub> mar-atmosfera, e na região de 25°S-23°S ocorre a mudança de “sumidouro” para “fonte” de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (Takahashi et al. 2009). A estimativa global mais recente (Chen et al. (2013) é de que ecossistemas costeiros emitam ~ 0.1 PgC/ano. No entanto, a ausência de dados costeiros e a heterogeneidade espaço-temporal de dados nos respectivos estudos supracitados limitam o entendimento do real funcionamento de áreas costeiras. Sabe-se que o CO<sub>2</sub> antropogênico altera o equilíbrio do sistema carbonato e diminui o pH de águas superficiais. No entanto, em ecossistemas costeiros, estas mudanças são menos claras devido a i) heterogeneidade de ecossistemas, ii) o sistema carbonato nessas áreas ser fortemente regulado por aportes fluviais e oceânicos, além dos processos biológicos locais e impactos antropogênicos, iii) variação natural do pH (escalas diária e sazonal), e iv) falta de séries temporais de longo prazo e inadequação da maioria dos modelos físico-biogeoquímicos para resolver processos inerentes a estas regiões. Existe claramente a necessidade de compreender de forma integral as interações entre o sistema carbonato marinho, o excesso de CO<sub>2</sub> e os impactos gerados pela eutrofização nas regiões costeiras do Brasil e no resto do mundo.

## **PIRATA AND INCT-AMBTROPIC: NEW CO<sub>2</sub> OBSERVING NETWORK IN THE TROPICAL ATLANTIC**

Moacyr Araujo<sup>1,2,\*</sup>, Nathalie Lefèvre<sup>3</sup>, Carlos Noriega<sup>1,2</sup>, Leonardo Bruto<sup>1,2</sup> and Rodolfo Araujo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Física Estuarina e Costeira, Departamento de Oceanografia – LOFEC/DOCEAN, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

<sup>2</sup>Centro de Estudos e Ensaio em Risco e Modelagem Ambiental - CEERMA, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

<sup>3</sup>Laboratoire D'Océanographie et du Climat: Expérimentation et Approches Numériques - LOCEAN, Université Pierre et Marie Curie - UPMC

\*moa@ufpe.br

After the “pilot” (from 1997 to 2001) and “consolidation” phases (from 2002 to 2008), the Prediction Research moored Array in the Tropical Atlantic – PIRATA is considered nowadays the most important observational array in the tropical Atlantic. The original overarching goals of PIRATA are to improve the description of the variability in the atmospheric and oceanic boundary layers in the tropical Atlantic and to improve our understanding of the relative contributions of air–sea fluxes and ocean dynamics to variability in sea surface temperature (SST) and subsurface heat content at intraseasonal to interannual time scales. More recently biogeochemical and CO<sub>2</sub> state variables have been systematically sampled in fixed PIRATA buoys and during Brazilian PIRATA cruises (PIRATA-BR). A second and important project in the tropical Atlantic is the INCT Tropical Marine Environments (INCT-AmbTropic), which is aimed at investigating the processes, dynamics and functioning of the coastal zone, the continental shelf and the oceanic waters off Brazil. The WG3.2 of the INCT-AmbTropic focuses on the ocean. Its main objective is to determine the variability of the biogeochemical properties of the tropical Atlantic, in particular those associated with uptake and outgassing of atmospheric CO<sub>2</sub> and potential acidification of its water. In this study we present the CO<sub>2</sub> observing networks implemented in the southwestern tropical Atlantic as part of the PIRATA and WG3.2 activities. It involves: (a) continuous pCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> measurements in the 6°S10°W and 8°N38°W PIRATA sites, as well as in the oceanic islands of St. Peter and St. Paul, Fernando de Noronha and of the RocasAtol, (b) underway fCO<sub>2</sub> measurements and water sampling (pH/DIC/TA+biogeochemistry) during PIRATA-BR and INCT-AmbTropic cruises (oceanic islands and Amazon river plume); and (c) monthly/bimonthly water sampling (pH/DIC/TA) in different estuaries and cross-shelf transects along the North-Northeastern Brazilian coast, from the Amazon (equator) to the São Francisco river (10°S).

## **ESTADO DA ARTE DOS ESTUDOS BRASILEIROS SOBRE ACIDIFICAÇÃO NOS OCEANOS ATLÂNTICO SUDOESTE E AUSTRAL**

Rosane G. Ito

Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande - FURG

rosanegito@gmail.com

Estudos sobre o sistema de carbonato, com destaque aos ambientes costeiros, tornaram-se de grande interesse para a comunidade científica internacional. No contexto brasileiro, o Grupo Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL; [www.goal.furg.br](http://www.goal.furg.br)), liderado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), vem desenvolvendo pesquisas multidisciplinares, envolvendo várias instituições nacionais, com foco em estudos da física, química, bio-ótica e biologia dos oceanos. Nestes estudos, a variabilidade espacial e temporal dos fluxos líquidos do  $\text{CO}_2$  ( $\text{FCO}_2$ ) foram investigados na Península Antártica (verões de 2008 a 2010), na região de quebra da plataforma continental da Patagônia Argentina (2007 a 2009) e na margem continental do Atlântico subtropical brasileiro (primavera de 2010 e verão 2011). Apesar da alta variabilidade na distribuição  $\text{FCO}_2$ , devido às complexas interações entre processos biogeoquímicos e físicos dessas regiões, esses estudos indicam que o carbono antropogênico está presente na interface ar-mar, necessitando, contudo, de programas observacionais mais abrangentes, com enfoque na absorção de carbono antropogênico atmosférico, e a consequente acidificação costeira advinda dessa absorção. Dessa forma, estudos da variação temporal e espacial das margens continentais dos oceanos Atlântico sudoeste e Austral, com respeito à acidificação, são hoje imperativos e, portanto, estão contemplados nas propostas de continuidade das pesquisas a serem desenvolvidas nessas regiões.

## TENDÊNCIAS NAS INVESTIGAÇÕES DOS IMPACTOS DA ACIDIFICAÇÃO NO CRESCIMENTO DE CORAIS E DE ALGAS CORALINÁCEAS

Ruy K. P. Kikuchi\*, Marília D. M. Oliveira, Zelinda M. A. N. Leão

Laboratório de Estudos de Recifes de Corais e Mudanças Globais - RECOR, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia - UFBA

\*kikuchi@ufba.br

O problema da acidificação começou a ocupar a comunidade científica na década de 1990 e atualmente é um dos principais fenômenos atribuídos às MCG na preocupação da comunidade científica especializada nos estudos dos recifes de corais e dos bancos de algas calcárias. A abordagem desses trabalhos passou gradualmente da escala ecossistêmica generalista, para estudos cada vez mais focados em processos controladores do sistema carbonático e da fisiologia dos organismos. Nesse período, o número de trabalhos dedicados ao tema aumentou exponencialmente. Em 2009 foram publicados cerca de 25 trabalhos e em 2013, mais de 100 artigos. Os artigos versam desde a construção de modelos ecossistêmicos em que se estima a mudança na calcificação desses sistemas, a experimentos de perturbação utilizando-se CO<sub>2</sub> ou soluções ácidas. Os experimentos alcançam diferentes escalas, desde estudos de respostas fisiológicas individuais de diferentes espécies dos organismos em recipientes de pequeno volume (reatores de cerca de 1L), dos organismos em mesocosmos, até manipulações *in situ*. No caso dos ensaios em reatores, utilizam-se tanto água do mar como com água salina sintética. No primeiro caso, os experimentos são espacial e sazonalmente dependentes, visto que a composição da água é determinada em grande medida pela variabilidade natural do local de captação. No segundo caso, o controle da composição da água é maior, mas há menor correspondência com a realidade dos sítios naturais. Em ambas situações os resultados observados devem ser considerados com grande cautela quando se pretende realizar generalizações e previsões. Apesar das respostas mais robustas nas manipulações *in situ*, são muito mais raras devido às dificuldades tecnológicas envolvidas. A existência de locais em que existam tendência de variação espacial no pH da água do mar são experimentos naturais do que se espera com o aumento projetado do pH da água do mar. Os corais foram alvos de mais de 75% dos trabalhos publicados. Para o Oceano Atlântico Sul Ocidental será necessário dedicar um esforço importante de estudos das algas calcárias, especialmente as coralináceas, devido à importância de sua construção dos recifes e à sua extensa distribuição na plataforma continental da América do Sul. Trabalhos dedicados ao monitoramento do sistema do CO<sub>2</sub> na água onde se desenvolvem os ecossistemas carbonáticos devem figurar entre as prioridades de pesquisa pois disso depende a compreensão do comportamento sazonal e da variabilidade regional que pode afetar ou ser a base do potencial de aclimatização dos corais e das algas coralináceas.