

Para que serve a Cor do Oceano?

Benefícios da Radiometria da Cor do Oceano para a Sociedade.

Sensoriamento Remoto da Cor do Oceano: Ciência a Serviço da Sociedade

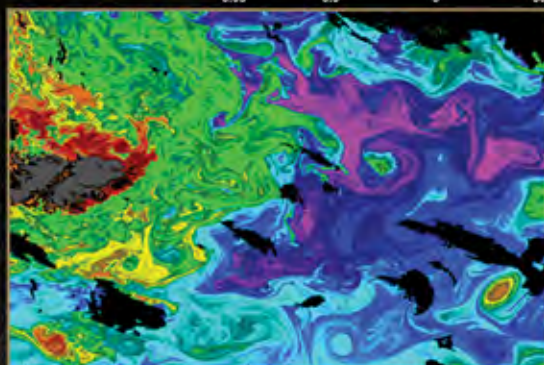


A abundância fitoplanctônica, indexada pela concentração de clorofila, pode ser mapeada pela medição da luz proveniente do mar a partir de um instrumento óptico instalado em satélites de Observação da Terra. A utilização desta técnica, conhecida como Radiometria da Cor do Oceano, tem sido uma das tecnologias de sensoriamento remoto mais frutíferas. Iniciada como uma prova-de-conceito na missão do Coastal Zone Color Scanner em 1978, superou todas as expectativas pela diversidade de aplicações e relevância dos resultados obtidos. Durante os últimos 30 anos, seu valor para a sociedade foi sendo cada vez mais realçado. Houve também, uma crescente ênfase sobre a Observação da Terra na esfera intergovernamental, atestada pela criação do Grupo de Observação da Terra – GEO, a nível ministerial, em 2003. Aliado a isto, desenvolve-se uma convergência em torno de um crescente consenso dos governos de que a administração dos oceanos deve ser baseada em uma gestão ecossistêmica.

Chlorophyll concentration (mg m^{-3})
0.05 0.5 5 50



Imagem composição colorida da Ilha do Sul (South Island) da Nova Zelândia adquirida em 28 de outubro de 2007 pelo sensor MERIS a bordo do satélite ENVISAT em modo de alta resolução (300 m). Pode-se observar uma fina camada de sedimentos depositados pelo vento (loess) transportados pelas correntes oceânicas dando à água uma cor azul-esverdeada.



Credit: Ocean Biology Processing Group, NASA/GSFC

Floração de fitoplâncton (bloom) no oceano Atlântico Sul, capturada pelo sensor MODIS-Aqua em 22 de novembro de 2004. Diversas feições de mesoescala, como vórtices (rodamoinhos) e meandros são formados pelo campo superficial de circulação oceânica apresentando altos níveis de concentração de clorofila.

Neste folheto, mostraremos como os investimentos em sensoriamento remoto se justificam pelo valor transferido para o público em geral. Iniciamos com a apresentação de algumas questões ambientais em escala global às quais nossa sociedade é submetida atualmente. A seguir, mostramos como a Cor do Oceano é relevante na abordagem destes problemas e finalmente, listamos os benefícios para a sociedade advindos dos esforços investidos na Cor do Oceano.

Questões Sociais Relacionadas aos Oceanos

Mudanças Climáticas

O problema mais crítico que nossa sociedade enfrenta hoje é a mudança climática que efetivamente tem alcance global. De maior preocupação é o aumento na concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera que provoca a acidificação dos oceanos e a elevação da temperatura da água do mar.

Superpopulação

Existe também um crescente problema de superpopulação em nosso planeta, sendo que a taxa de crescimento é maior nas franjas costeiras dos continentes, onde o impacto das atividades humanas é ainda mais sério devido a poluição, erosão costeira, perda de biodiversidade, etc. As populações costeiras muitas vezes se sustentam da proteína de origem marinha. Mas a sobre-exploração da pesca e de outros recursos vivos-marinhos já é uma ameaça mundial.

Credit: Meena Kumari, Central Institute for Fisheries Technology, Kochi, India



Espécies ameaçadas

A conscientização pública sobre a situação crítica de diversas espécies seriamente ameaçadas de extinção e sobre a necessidade de se conservar a biodiversidade encontra-se hoje em no nível mais alto até hoje alcançado.



Credit: Grant Pitcher, MCM, South Africa



Seleção de espécies de fitoplâncton responsáveis por florações de algas nocivas.

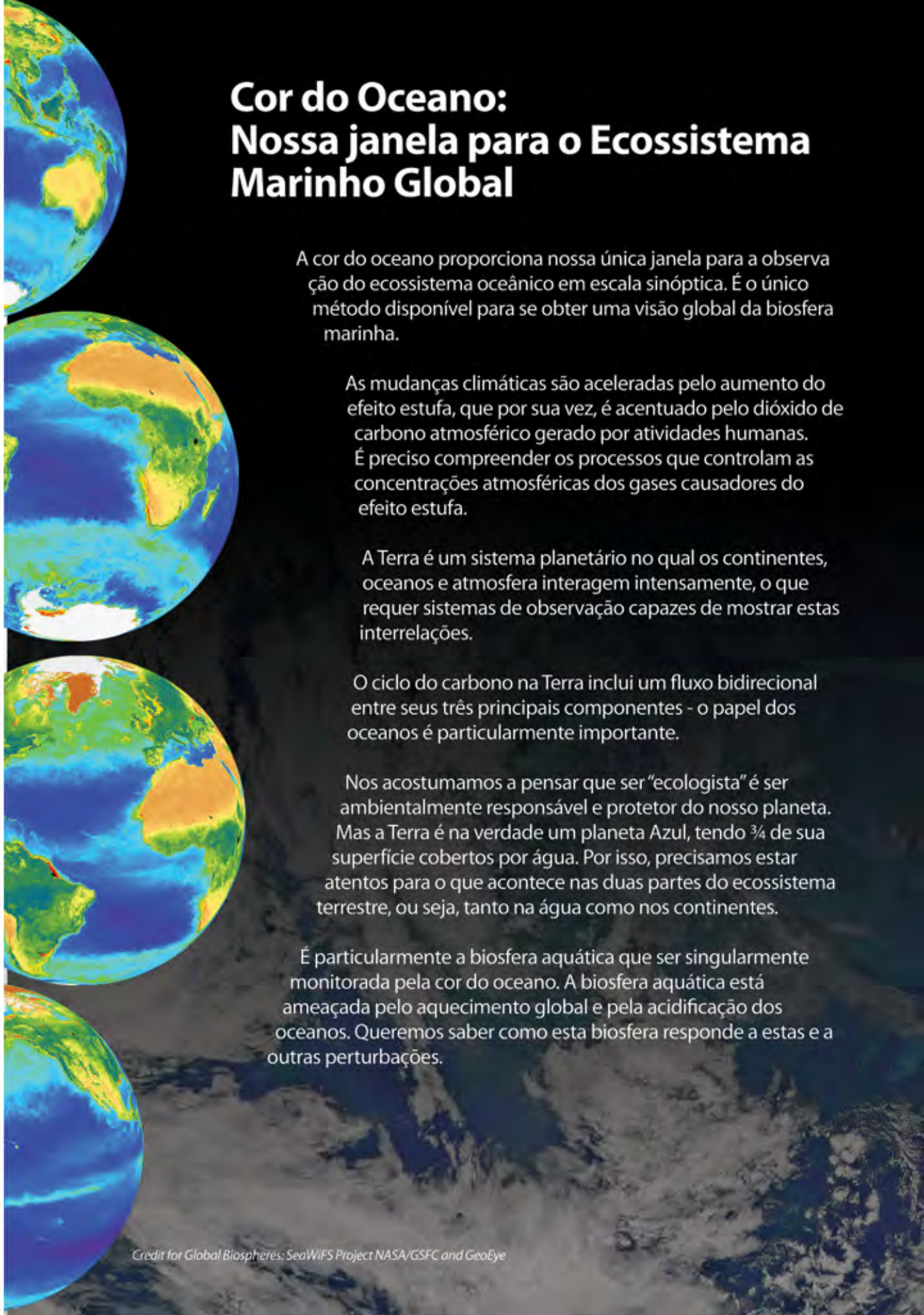
Qualidade da água

A qualidade da água na zona costeira é um tema de grande preocupação para a indústria turística mundial e também, para os setores econômicos ligados a maricultura, atualmente em desenvolvimento. As zonas costeiras são vulneráveis a ocorrência de florações de algas nocivas, comumente conhecidas como marés vermelhas.

Soberania nacional

Os oceanos continuam sendo de grande importância estratégica para a defesa da soberania nacional.





Cor do Oceano: Nossa janela para o Ecossistema Marinho Global

A cor do oceano proporciona nossa única janela para a observação do ecossistema oceânico em escala sinóptica. É o único método disponível para se obter uma visão global da biosfera marinha.

As mudanças climáticas são aceleradas pelo aumento do efeito estufa, que por sua vez, é acentuado pelo dióxido de carbono atmosférico gerado por atividades humanas. É preciso compreender os processos que controlam as concentrações atmosféricas dos gases causadores do efeito estufa.

A Terra é um sistema planetário no qual os continentes, oceanos e atmosfera interagem intensamente, o que requer sistemas de observação capazes de mostrar estas interrelações.

O ciclo do carbono na Terra inclui um fluxo bidirecional entre seus três principais componentes - o papel dos oceanos é particularmente importante.

Nos acostumamos a pensar que ser "ecologista" é ser ambientalmente responsável e protetor do nosso planeta. Mas a Terra é na verdade um planeta Azul, tendo $\frac{3}{4}$ de sua superfície cobertos por água. Por isso, precisamos estar atentos para o que acontece nas duas partes do ecossistema terrestre, ou seja, tanto na água como nos continentes.

É particularmente a biosfera aquática que ser singularmente monitorada pela cor do oceano. A biosfera aquática está ameaçada pelo aquecimento global e pela acidificação dos oceanos. Queremos saber como esta biosfera responde a estas e a outras perturbações.

Benefícios da Cor do Oceano para a Sociedade

Indicadores ecológicos rentáveis podem ser obtidos a partir do sensoriamento remoto da cor do oceano e aplicados operacionalmente e periodicamente na gestão de ecossistemas. Estes indicadores ajudam a caracterizar as mudanças nesses ambientes, subsequentes a perturbações naturais ou causadas pelo Homem.



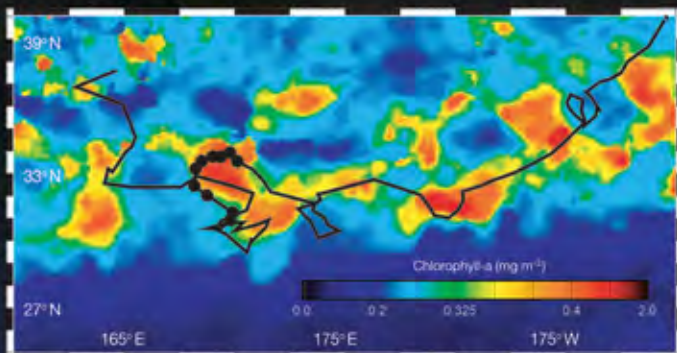
Floração extensa de Gonyaulax polygramma provocando uma maré vermelha na baía False, África do Sul, em 23 de fevereiro de 2007 (Pitcher et al., 2007, Oceanography 21(3): 82-91).

Florações de algas nocivas podem ser monitoradas pela cor do oceano, identificando o início, expansão e declínio destas florações, em apoio às indústrias do turismo e maricultura.

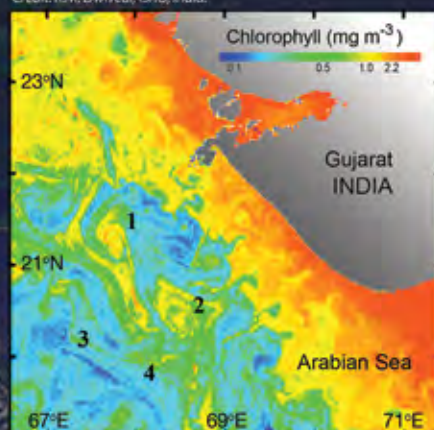
A qualidade da água em zonas costeiras pode ser monitorada utilizando-se a cor do oceano como uma ferramenta de gerenciamento costeiro: por exemplo, na degradação de habitats costeiros pela remoção de manguezais.

Áreas marinhas protegidas, assim como, habitats de espécies ameaçadas podem ser demarcados tendo-se como base auxiliar dados da cor do oceano.

Rastro de uma tartaruga marinha gigante (linha preta) sobre uma imagem de concentração de clorofila do sensor SeaWiFS ao longo da Frente de Clorofila da Zona de Transição no oceano Pacífico norte (Polovina et al., 2004, Fish. Oceanogr. 13: 36-51).



Credit: R.M. Divedi, ISRO, India.



Zonas potenciais de pesca podem ser identificadas com uso da radiometria da cor do oceano, permitindo que os pescadores trabalhem de forma mais eficiente com economia de combustível. Esta aplicação não deve de modo algum, encorajar a sobre-pesca, mas simplesmente, disponibilizar mecanismos práticos de gestão sustentável e elevação da

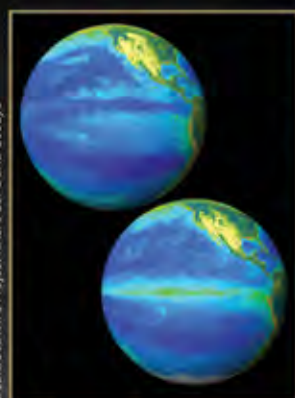
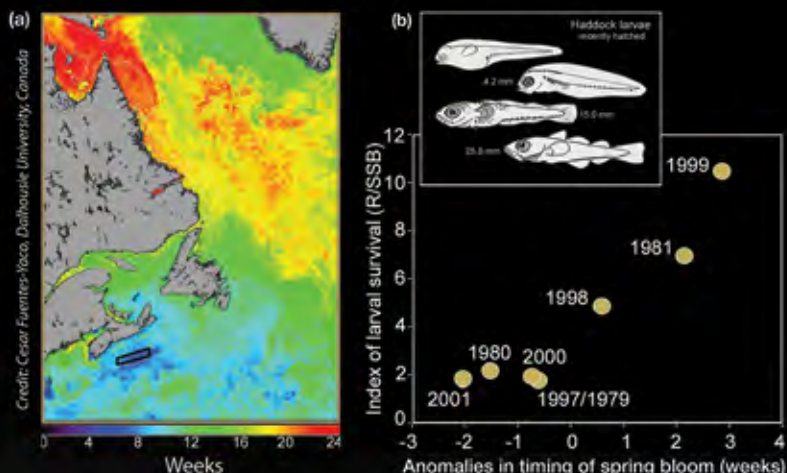
Imagem de clorofila do noroeste da Índia adquirida em 29 de fevereiro de 2006 pelo sensor indiano OCM. Feições oceânicas tais como vórtices ciclônicos (1 e 2) e frentes (3 e 4) são reconhecidas como zonas produtivas e por isso, relevantes para a exploração pesqueira.

Mais Benefícios da Cor do Oceano para a Sociedade

A variabilidade interanual dos ecossistemas marinhos pode ser monitorada com o uso de dados da cor do oceano, ajudando a explicar, por exemplo, o efeito de flutuações ambientais na sobrevivência de larvas de peixes.

(a) Indicação do período de ocorrência da biomassa fitoplanctônica máxima no oceano Atlântico noroeste entre fevereiro e julho, derivada da climatologia SeaWiFS (1998-2001). Azul indica antecipação da floração de primavera (março) e vermelho indica atraso na floração (julho).

(b) Correlação entre o índice de sobrevivência de larvas de hadoque e anomalias locais da época de floração nos períodos 1979-1981 e 1997-2001 (adaptado de Platt et al., 2003, Nature, 423: 398-399).



Credit: SeaWiFS Project NASA/GSFC and Groÿve

Perturbações de maior magnitude em nível regional, como por exemplo o El Niño, podem ser visualizadas através da cor do oceano. Da mesma forma, pode-se quantificar seus efeitos sobre o ecossistema marinho.

Imagens SeaWiFS do oceano Pacífico durante o pico do El Niño 1997-1998 (topo), durante o qual a atividade fitoplanctônica na Zona de Ressurgência Equatorial esteve significativamente reduzida e (em baixo) durante o evento La Niña subsequente, quando a atividade fitoplanctônica nesta mesma zona foi elevada.

Mudanças Climáticas: O fitoplâncton toma o CO_2 durante a fotossíntese constituindo-se em um importante sumidouro potencial de carbono. O consumo de CO_2 em escala global (~50 gigatons) pode ser quantificado com uso de dados da cor do oceano. Estes também fornecem informações essenciais para a inicialização e a validação de modelos ecossistêmicos oceânicos (utilizados para estudar as mudanças globais e o ciclo global do carbono).

Uma ampla variedade de problemas marinhos (por exemplo, transpote de sedimentos) pode ser analisada por pesquisadores utilizando informações inestimáveis fornecidas pela cor do oceano, que de outra forma não poderiam ser obtidas.

Material em suspensão total derivado de uma cena MERIS do Mar do Norte, adquirida em 27 de março de 2007.

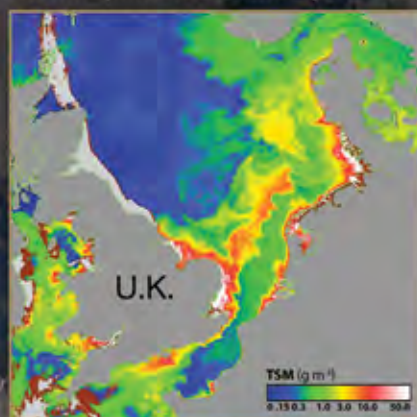
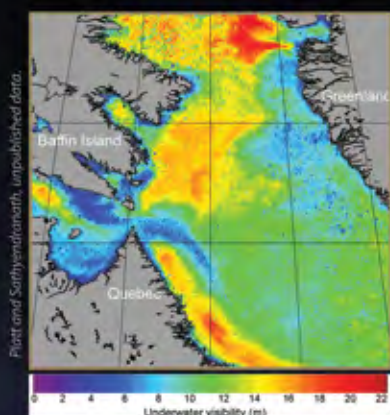


Image by R. Doerffer (GKSS), MERIS data from ESA.



Excelentes materiais educativos em todos os níveis podem ser proporcionados a partir da cor do oceano. As informações podem ser rapidamente disponibilizadas para o público em geral através da Internet e outras publicações. As imagens da cor do oceano tem tido grande importância no desenvolvimento de uma consciência pública sobre os processos oceânicos. Estas imagens são ícones do nosso tempo. Não obstante, sua admirável beleza não deveria ocultar seu real valor científico que verdadeiramente agregam em si.



Plant and Sontheyndomath, unpublished data.

Visibilidade submarina estimada (m) na região Ártica canadense oriental para o mês de agosto, baseada em registros climatológicos SeaWiFS.

A jurisdição internacional em alto-mar pode ser auxiliada pelo uso de informações provenientes da cor do oceano. Ainda, a cor do oceano pode prover informações importantes sobre o campo de luz submarina, útil para propósitos estratégicos e táticos de defesa nacional.

A cor do oceano é uma das missões de sensoriamento remoto mais úteis para a sociedade, tanto em aplicações científicas como operacionais. Necessitamos assegurar um amplo comprometimento em torno de uma **constelação de sensores da cor do oceano** integrada, capaz de fornecer continuamente dados da cor do oceano de ótima qualidade, garantindo assim que esta potencialidade persista existindo ininterruptamente no futuro.



Patrocinadores do IOCCG



CSA
Canadian Space Agency



CNES
Centre National d'Etudes Spatiales
(France)



DFO
Department of Fisheries and Oceans



ESA
European Space Agency



GKSS
GKSS - Research Centre (Germany)



ISRO
Indian Space Research Organisation



JAXA
Japan Aerospace Exploration Agency



JRC
Joint Research Centre (E.C.)



KORDI
Korea Ocean Research and
Development Institute



NASA
National Aeronautics and
Space Administration (USA)



NOAA
National Oceanic and Atmospheric
Administration (USA)

O IOCCG é um Programa Afiliado do SCOR (Scientific Committee on Oceanic Research) e Membro Associado do CEOS (Committee on Earth Observation Satellites).



Publicado por:
International Ocean - Colour
Coordinating Group (IOCCG)



Publicação patrocinada
pelo Instituto Nacional de
Pesquisas Espaciais (INPE),
Brasil



O **International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG)** é um comitê internacional de especialistas, integrado por representantes de diversas agências, assim como, da comunidade de usuários. Foi estabelecido em 1996. O principal objetivo do IOCCG é desenvolver consenso e síntese em escala mundial no tema de satélites da cor do oceano.

Presidente do IOCCG

Prof. James Yoder

Woods Hole Oceanographic Institution
360 Woods Hole Road, Woods Hole
MA 02543, USA

Tel: 508-289-2200

Fax: 508-457-2188

Email: jyoder@whoi.edu

Coordenação de projetos

Dr. Venetia Stuart

IOCCG Project Office

Bedford Institute of Oceanography

P.O. Box 1006, Dartmouth

Nova Scotia, B2Y 4A2, Canada

Tel: 902 426 3918

Fax: 902 426 9388

Email: vstuart@dal.ca

www.ioccg.org

Concepção e texto: Trevor Platt e Venetia Stuart

Tradução: Milton Kampel

Design: www.chrispurcelldesign.com