

# **ZONA DE EXCLUSÃO PARA LASTRO RADIOATIVO**

**Autores:**

**MSc. Newton Narciso Pereira, Eng. Geert Jan Prange, Dr. Rui Carlos Botter**

## **SINOPSE**

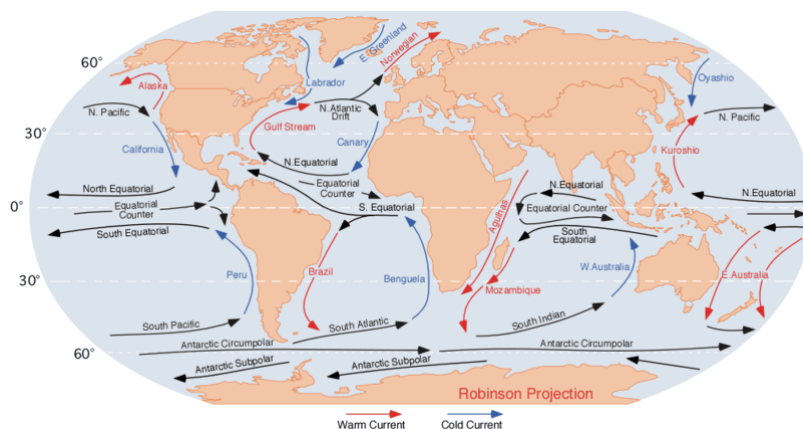
A partir do desastre ecológico ocorrido nas centrais elétricas atômicas de Fukushima, Japão, é imperativo analisarem-se as consequências do uso de água de lastro (AL) captada na área de influência do resfriamento emergencial das usinas japonesas, que tiveram seus envólucros fraturados como resultado de um terremoto e um tsunami posterior. A relativa curta meia-vida do iodo radioativo despejado no Oceano Pacífico em conjunto com as águas usadas no resfriamento dos reatores danificados não permite que tal fato seja ignorado pela comunidade marítima, principalmente pelas nações pesqueiras daquela região, exigindo medidas cautelares.

## **O PROBLEMA**

O mês de Março de 2011 foi palco de um dos maiores desastres naturais de que se tem notícia, quando um intenso terremoto de grau superior a 9,0 na Escala Richter sacudiu o arquipélago do Japão, principalmente na região de Fukushima e Miyagi, secundado por um violento Tsunami, que terminou de destruir o que antes tido sido fortemente avariado. Cidades inteiras e seus acessos foram simplesmente destruídos e navios de porte médio foram jogados sobre as ruas dos portos onde estavam. Milhares de vidas se perderam. As seis centrais elétricas da região, gerando a partir de reatores nucleares, foram fortemente abaladas em suas estruturas de contenção, passando a emitir radioatividade não só na atmosfera, como também na região litorânea do Oceano Pacífico pelas águas empregadas nas tentativas de resfriamento dos núcleos dos reatores.

Como consequência do surgimento de massas críticas de material atômico nos núcleos dos reatores avariados, a fissão dos mesmos motivou o surgimento de iodo radioativo, despejado no oceano nas manobras de resfriamento dos sistemas, em dosagens milhares de vezes superiores ao limite aceitável para seres vivos, principalmente os humanos. O material radioativo, em função das correntes marítimas, tende a se espalhar por toda a região do Oceano Pacífico, afetando a vida marinha como um todo, até sua diminuição gradativa pelo decurso de suas meias-vidas, de previsão incerta. Estima-se por exemplo, que o plutônio 239 tem uma meia-vida de pelo menos 24.000 anos e o cézio de aproximadamente 30 anos no ambiente.

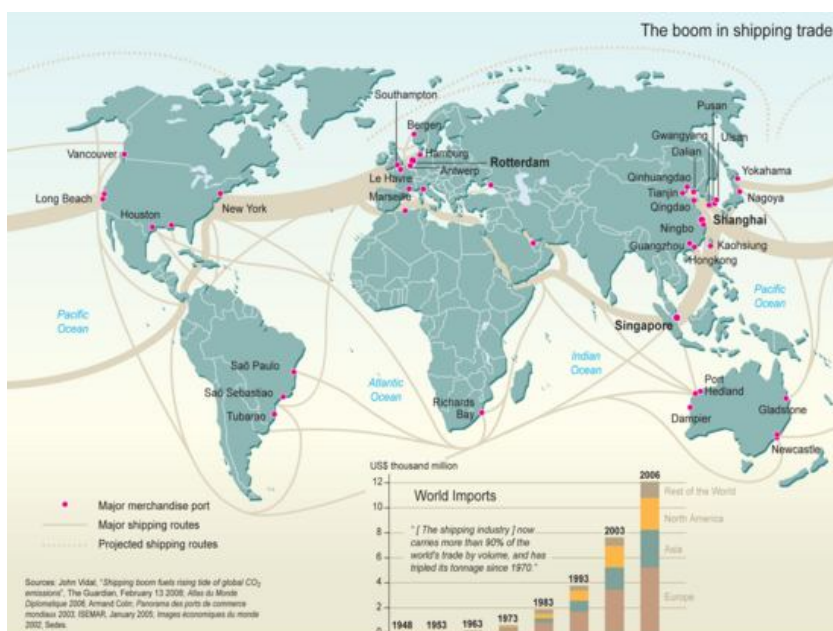
O mar do Japão faz fronteira com diversos outros na Ásia. As correntes marítimas quentes de Kuroshio e Tsushima movimentam-se em direção ao Nordeste e são mais salinas. Elas misturam-se com a corrente de Tsugaru no oceano Pacífico através do estreito de Tsugaru. Parte da corrente de Kuroshio segue em direção ao Mar do Japão, e uma corrente fria chamada de Oyashio (ou Corrente Okhotsk) é responsável pelo fornecimento de peixes nas águas da região, conforme mostrado na Figura 1.



**Figura 1 – Correntes marítimas**

Fonte: [http://www.thefullwiki.org/Ocean\\_current](http://www.thefullwiki.org/Ocean_current)

O Japão por sua localização encontra-se numa das mais intensas rotas do transporte marítimo, conforme mostrado na Figura 2.



**Figura 2 – Principais rotas do transporte marítimo internacional**

Fonte: John Vidal, “Shipping boom fuels rising tide of global CO2 emissions.”

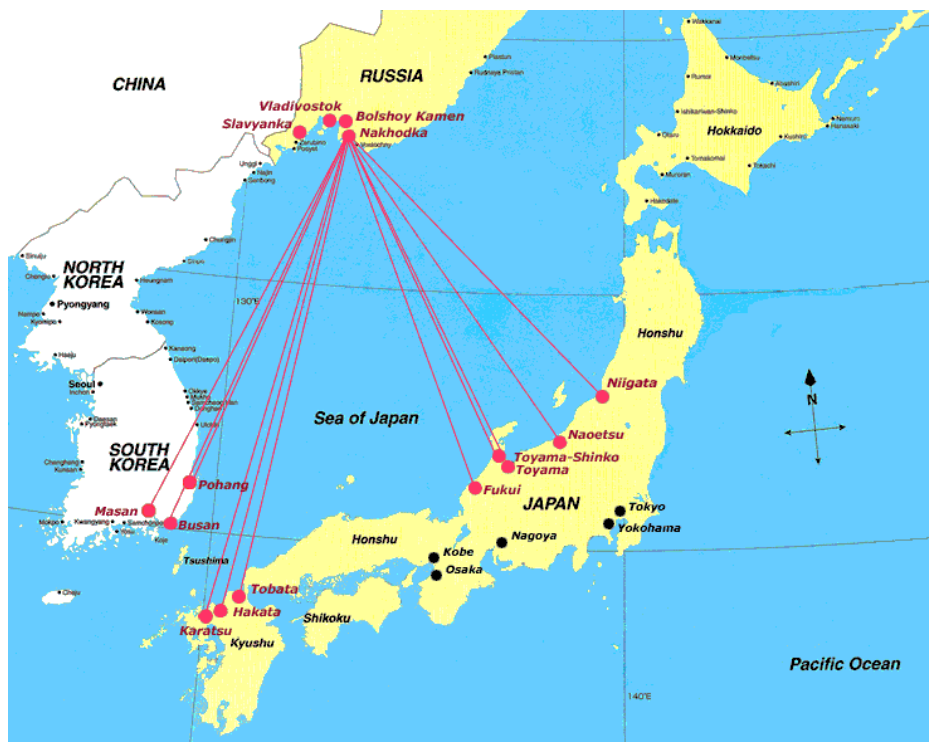
Segundo o Ministério da Terra, Infraestrutura e Transporte japonês, existem nos país aproximadamente 128 grandes portos (“major ports”) e centenas de pequenos portos que são utilizados para recepção de pequenas embarcações, além dos terminais de passageiros (Figura 3).



Figura 3 – Principais portos instalados na custo da Japão

Fonte: <http://across.co.nz/Japan.html>

Inúmeros navios circulam nessa região da Ásia, atravessando o mar do Japão para alcançar os portos que ficam localizados na Coreia do Norte e Sul, Rússia e China (Figura 4).



**Figura 4 – Portos no entorno do mar do Japão**

Fonte: [http://www.infosys.ru/users/regal/regal\\_eng/map.html](http://www.infosys.ru/users/regal/regal_eng/map.html)

Muitos desses navios precisam coletar água de lastro após a operação de descarga. Em função da grande quantidade de água com radionuclídeos lançado ao mar nos últimos dias, surge uma questão muito importante, relativa aos riscos dos navios captarem essa água como lastro e transferirem essa contaminação para outra região do globo. Além disso, existe o problema da contaminação do casco do navio, que em contato com a água radioativa poder se tornar um vetor de contaminação.

Segundo os dados publicados pela Agência Reuters, foram encontrados peixes contaminados com radiação a cerca de 150 km da cidade de Fukushima. Além dos peixes, os frutos do mar também podem ser contaminados e ser uma fonte de radiação para os consumidores. É sabido que durante o processo de lastreamento do navio, além de água, pode-se também coletar a biota local, bem como o sedimento no fundo canal. Como não se sabe a real dimensão do vazamento e da contaminação da água, bem como os volumes de água contaminada lançados ao mar desde a data do acidente, torna-se prioritário que as autoridades competentes tomem medidas cautelares para evitar a transferência de água de lastro das regiões atingidas pelo despejo de água contaminada.

Além do acidente de Fukushima, outros acidentes envolvendo elementos radioativos também contribuíram para o despejo de material radioativo no mar, no entanto em níveis menores aos apresentados em Fukushima. No caso do acidente de Chernobyl, 4,7 PBq de céσιο- 137 foram liberados no meio marinho, ou seja, 1% do inventário anteriormente existente de 410 PBq<sup>1</sup>.

Esses processos de contaminação podem ser químicos, físicos e biológicos. O mais nocivo ao meio ambiente e ao homem é o biológico, pois atinge a fauna, flora e ecossistema aquático. Neste sentido, cabe salientar que elementos semelhantes ao Césio-137, quando presentes na coluna d'água como íons simples, sofrendo uma ação de dispersão devido a diluição no mar, podem participar de reações de troca com sólidos em suspensão, especialmente argilas. Da mesma forma, o plutônio pode ser precipitado e acumulado nos sedimentos onde o mesmo é despejado. Estes componentes radioativos podem ser incorporados em tecidos de músculos de vários organismos marinhos, os quais podem ser ingeridos pelo homem e posteriormente contaminando-o. Além disso, podem contaminar bentos, fitoplanctons e outros microorganismos que podem sofrer severas mutações em seu DNA, gerando espécies totalmente diferentes das suas condições originais.

Em relação à transferência dos materiais radioativos pelo ação das correntes marítimas, observou-se que cerca de 50% do plutônio presente no Mar da Irlanda é adsorvido pelos sedimentos, 1% está presente na água do mar e menos de 0,3 PBq são transferidos para o Atlântico Norte. A maior contribuição do plutônio nestas áreas, se deve aos efluentes de Sellafield e Cap La Hague.

Nas regiões próximas às usinas nucleares existe um aumento do nível de radiação na água, devido ao processo de resfriamento dos reatores nucleares. No Brasil, onde já foram encontrados peixes com níveis de radiação aceitáveis para o consumo humano, pesquisadores sugerem que esse problema ocorre devido às atividades existentes no hemisfério norte.

Outro ponto importante é que em mar aberto existe uma escassez de nutrientes na superfície da água em relação à região costeira. Deste modo, elementos radioativos com longo tempo de residência tendem a se acumular em mar aberto. Alguns estudos mostram que os sedimentos depositados nas áreas profundas têm menos importância em relação aos depositados nas áreas costeiras. Na região costeira, devido à menor profundidade, onde geralmente os navios realizam a primeira operação de lastro, é que o risco de captura de sedimentos contaminados é

---

<sup>1</sup> **Becquerel** (símbolo **Bq**) é a unidade usada para medir radioatividade, definido como sendo a quantidade de material no qual um núcleo decai por segundo.

maior. Como a troca da água de lastro ocorre em mar aberto, o risco de capturar água contaminada é menor.

Em função da comprovação científica de que o despejo de radionuclídeos na água pode levar a contaminação de sedimentos, de organismos vivos, bem como da própria água, é possível admitir que o processo de lastrear o navio com água contaminada com radionuclídeos a níveis 3.000 vezes acima do aceitável para a saúde pode colocar em risco o ecossistema onde for despejada, bem como a própria tripulação dos navios, caso tenham contato com esse material. Neste contexto, os navios que se utilizam do método de transbordamento para trocar a água de lastro poderão colocar em risco sua tripulação, pelo contato da água de lastro despejada no convés do navio.

Por outro lado, considerando que o casco está em contato com a água e pode ficar por um longo tempo circulando na região em que água é lançada, pode-se admitir que, se o mesmo tiver uma camada de incrustação no casco, pode facilmente permitir que as espécies fixadas ao casco venham a ser contaminadas, podendo transferir essa contaminação para outros ambientes.

Os estudos sobre a captura da água de lastro mostram que existe, no fundo dos tanques de lastro, uma grande concentração de sedimentos que se acumulam ao longo das viagens. Deste modo, se o navio capturar água com sedimentos contaminados, estes poderão se acumular no fundo dos tanques e promover um processo de contaminação contínuo toda vez que um novo volume de água de lastro for inserido no tanque. O mesmo pode acontecer com os microorganismos “bentos” que vivem misturados aos sedimentos e se acumulam no fundo dos tanques de lastro, além dos organismos que se fixam nas paredes dos tanques.

Deste modo, a comunidade marítima internacional deve criar uma zona de exclusão para a captura de água de lastro no mar do Japão até que seja controlado o despejo de água com radionuclídeos no mar, além de um estudo que comprove os impactos causados pela dispersão destes materiais contaminante no meio aquático local, tendo em vista que esse já é considerado o pior desastre ambiental envolvendo material radioativo no meio aquático. Outro ponto relevante é que os navios apresentam uma grande superfície livre exposta a ação dos ventos e chuva. Em função da dispersão atmosférica de radionuclídeos os navios podem correr riscos de serem contaminados por chuva ou mesmo pelo vento.

O Brasil recebe milhares de navios que circulam na região da Ásia. A China é a maior importadora de commodities brasileiras e os navios que operam nessas regiões, geralmente, estão na condição de lastro quando estão fazendo a viagem de retorno para o Brasil.

Por outro lado, o Brasil também importa muitos produtos de origem asiática, sendo que os navios circulam nas rotas em que as correntes podem transferir a água contaminada. Preocupações desta natureza despertaram a atenção dos Estados Unidos que já estão vistoriando pessoas e alimentos oriundos dessas localidades. Algumas companhias aéreas mudaram as rotas de seus voos para não contaminarem suas aeronaves. O navio porta-contêiner Presence, de 6.350 TEU da empresa Mitsui O.S.K. Lines Ltd., que viajava dos Estados Unidos e Japão para a China, foi colocado em quarentena pelas autoridades chinesas após detectarem um elevado nível de radiação a bordo. A medição realizada no dia 26 de março indicou um nível máximo de 3,5 micro sievert (unidade usada para medir o impacto da radiação sob o corpo humano) por hora de radiação. Uma pessoa de porte normal é exposta a cerca de 1.500 micro sieverts por ano. O mais impressionante é que o navio estava a 124 km de distância da costa da cidade Fukushima. Os níveis elevados de radiação foram encontrados tanto no convés exposto quanto no exterior de alguns contêineres presentes no navio, porém os níveis nos lugares reservados à tripulação estavam normais.

Na semana de 24 de março de 2011 a Rússia encontrou vestígios de radiação oriundos de um navio de bandeira do Panamá, que apresentava um nível 3 vezes superior ao aceitável, segundo a Agência de Proteção. Este navio transportava uma carga de madeira para o Japão e na viagem de volta passou próximo à usina de Fukushima. Nas cabines do navio, o nível de radiação gama estava dentro do normal, mas na sala de máquinas foi 3 vezes maior. Isso sugere que a radiação atmosférica tenha adentrado o navio através do sistema de ventilação. O navio foi colocado em quarentena na costa do Pacífico na região de Khabarovsk no Extremo Oriente e, da sua tripulação, 19 homens foram colocados sob vigilância médica. Em ambos não houve preocupações em relação a água de lastro trazida pelos navios.

Deste modo, nada mais natural que sejam criadas medidas para o controle dos navios que circulam em áreas de risco. A IMO e as agências de vigilância sanitária devem estar atentas ao problema apresentado acima.

## **Referências**

Água de Lastro Brasil. A água de lastro e os seus riscos ambientais. 2009.

Blaylock, B. G., Frank M. L., O'Neal, B. R., Methodology for Estimating Radiation Dose Rates to Freshwater Biota Exposed to Radionuclides in the Environment. Prepared for the U.S. Department of Energy Office of Environmental Management under budget and reporting code EW 20.

Figueira, R. C. L. e Cunha, I. I. L., A Contaminação Dos Oceanos Por Radionuclídeos Antropogênicos. QUÍMICA NOVA, 21(1) (1998).

Figueira, R.C.L., Inventário de radionuclídeos Artificiais em Água do Mar e Sedimentos da Costa Sul do Brasil. Tese apresentada a Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia Associada à Universidade de São Paulo. 2000.

<http://www.guiamaritimo.com.br/nota.php?id=4748&gmn=1>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive\\_contamination](http://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive_contamination)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Kuroshio\\_Current](http://en.wikipedia.org/wiki/Kuroshio_Current)

Ministry of Land, Infrastructure and Transporte <http://www.mlit.go.jp/english/ports/kowan3.html>

Pentreath, R.J. Ethics, genetics and dynamics: an emerging systematic approach to radiation protection of the environment. Journal of Environmental Radioactivity 74 (2004) 19–30.

Polikarpov, G. G., Conceptual Model Of Responses Of Organisms, Populations And Ecosystems To All Possible Dose Rates Of Ionising Radiation In The Environment. Radiation Protection Dosimetry Vol. 75, Nos 1–4, pp. 181–185 (1998). Nuclear Technology Publishing.

Radioactivity In The Marine Environment. Panel On Radioactivity In The Marine Environment Of The Committee On Oceanography National Research Council. 1971.

Vidal John, “Shipping boom fuels rising tide of global CO2 emissions

<http://www.tradewinds.no/liner/578885/mol-ship-in-radiation-scare>