



CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

COMPREHENSIVE
NUCLEAR-TEST-BAN
TREATY ORGANIZATION

Como detectar uma bomba atômica?

Lucas C. Ferreira



Agenda:

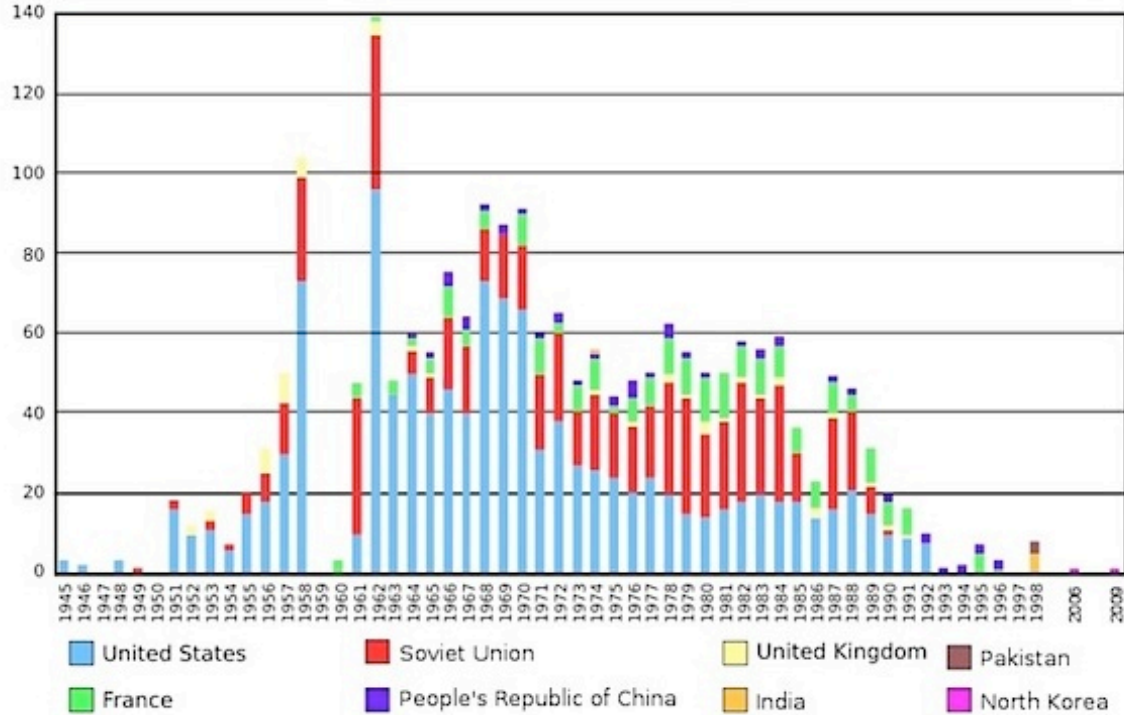
- Histórico de testes nucleares
- O Tratado e a organização
- O Sistema Internacional de Monitoramento (IMS)
- Tecnologias de Monitoramento
- Outras aplicações
- Aspectos de Segurança da Informação

Histórico de Testes Nucleares





Testes até 2009



Fonte: <https://nukewatch.org/tests.html>



CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

COMPREHENSIVE
NUCLEAR-TEST-BAN
TREATY ORGANIZATION

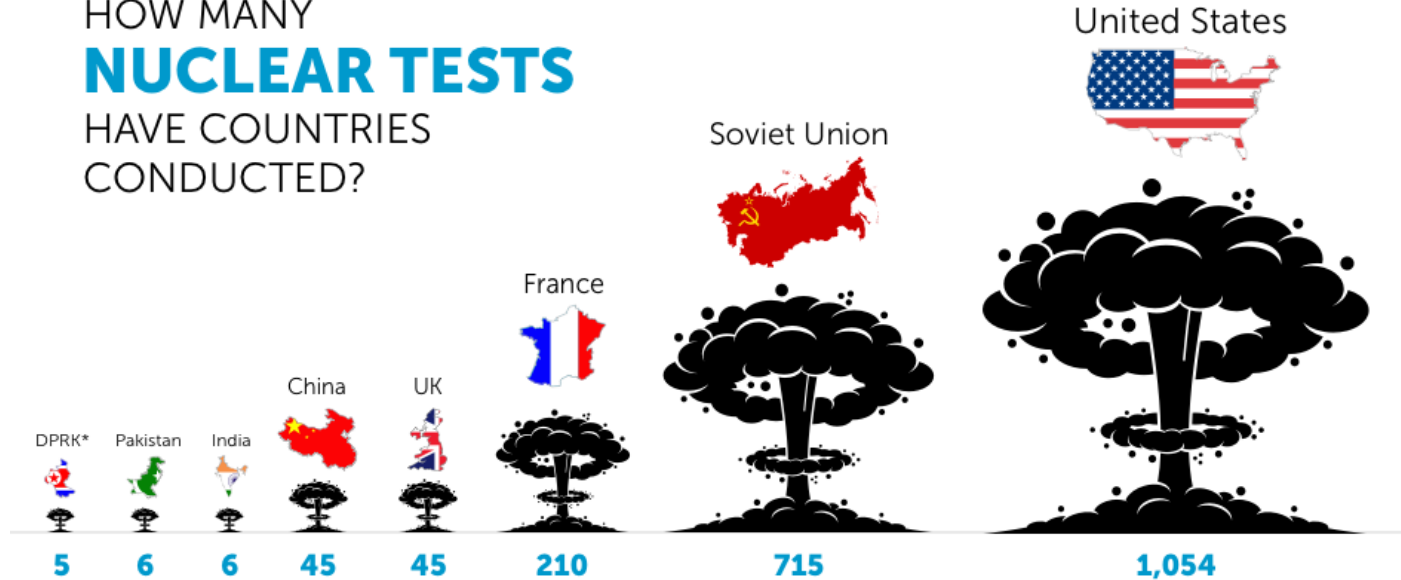
Locais de testes



Fonte: <http://nwp.ilpi.org/?p=3489>



HOW MANY
NUCLEAR TESTS
HAVE COUNTRIES
CONDUCTED?



* The DPRK is the only country that continues to test today



Consequências dos testes:

- Contaminação por radiação
 - Atmosférica, incluindo propagação para outras regiões
 - Solo
 - Plantas
 - Animais
 - Oceanos e peixes
- Aumento de doenças em populações locais
- Incapacidade de uso da área para quaisquer atividades
- Custos para contenção da radiação

O Tratado e a Organização



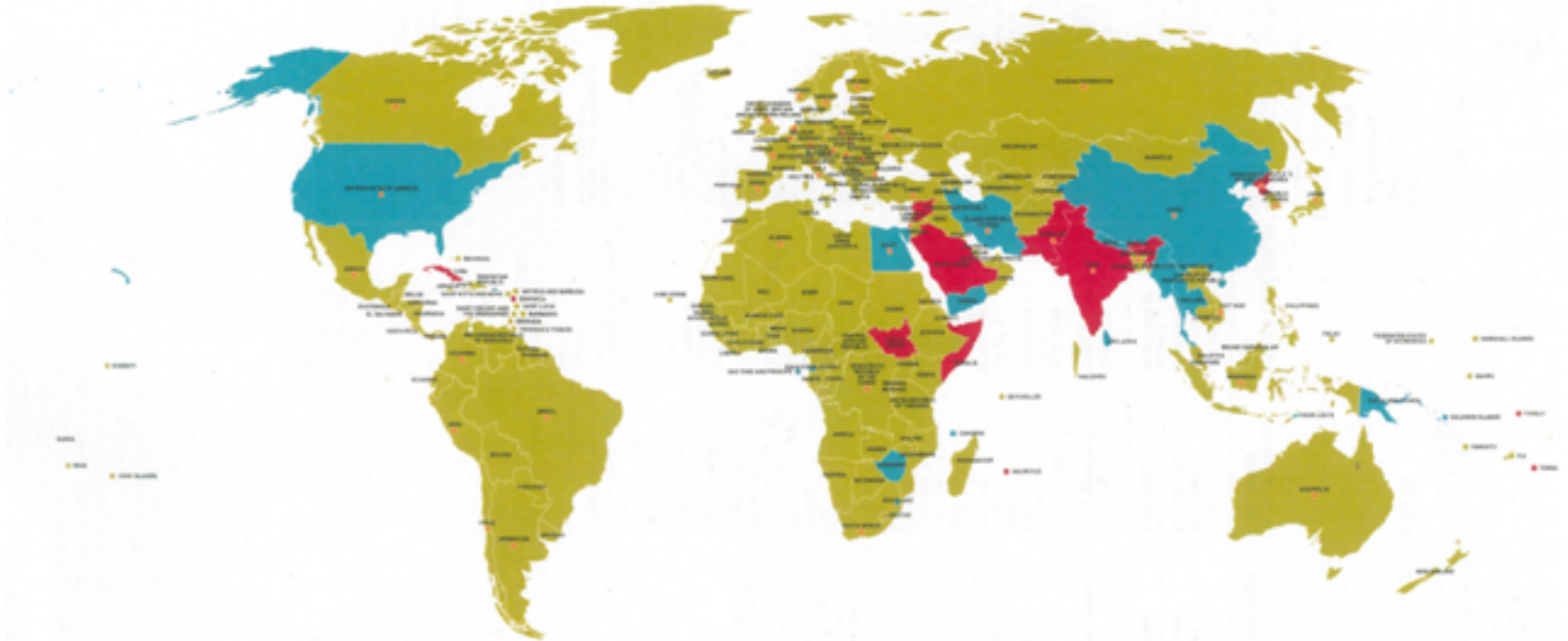
O Tratado

- Proíbe a execução de testes de artefatos nucleares
- Define o Sistema Internacional de Monitoramento
- Define a localização de cada uma das estações de monitoramento
- Define o processo de Inspeções In-situ
- Cria o CTBTO com sede em Viena
- Já foi assinado por 184 países e ratificado por 168
- Ainda não está em vigor
 - Entra em vigor quando for assinado e retificado por 44 países listados no Anexo 2 do tratado



CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

COMPREHENSIVE
NUCLEAR-TEST-BAN
TREATY ORGANIZATION





O Tratado só entra em vigor quando os 44 países do Anexo 2 assinarem e ratificarem

Algeria*	15-OCT-1996	11-JUL-2003
Argentina*	24-SEP-1996	04-DEC-1998
Australia*	24-SEP-1996	09-JUL-1998
Austria*	24-SEP-1996	13-MAR-1998
Bangladesh*	24-OCT-1996	08-MAR-2000
Belgium*	24-SEP-1996	29-JUN-1999
Brazil*	24-SEP-1996	24-JUL-1998
Bulgaria*	24-SEP-1996	29-SEP-1999
Canada*	24-SEP-1996	18-DEC-1998
Chile*	24-SEP-1996	12-JUL-2000
China*	24-SEP-1996	
Colombia*	24-SEP-1996	29-JAN-2008
Democratic People's Republic of Korea*		
Democratic Republic of the Congo*	04-OCT-1996	28-SEP-2004
Egypt*	14-OCT-1996	
Finland*	24-SEP-1996	15-JAN-1999
France*	24-SEP-1996	06-APR-1998
Germany*	24-SEP-1996	20-AUG-1998
Hungary*	25-SEP-1996	13-JUL-1999
India*		
Indonesia*	24-SEP-1996	06-FEB-2012
Iran (Islamic Republic of)*	24-SEP-1996	

Israel*	25-SEP-1996	
Italy*	24-SEP-1996	01-FEB-1999
Japan*	24-SEP-1996	08-JUL-1997
Mexico*	24-SEP-1996	05-OCT-1999
Netherlands*	24-SEP-1996	23-MAR-1999
Norway*	24-SEP-1996	15-JUL-1999
Pakistan*		
Peru*	25-SEP-1996	12-NOV-1997
Poland*	24-SEP-1996	25-MAY-1999
Republic of Korea*	24-SEP-1996	24-SEP-1999
Romania*	24-SEP-1996	05-OCT-1999
Russian Federation*	24-SEP-1996	30-JUN-2000
Slovakia*	30-SEP-1996	03-MAR-1998
South Africa*	24-SEP-1996	30-MAR-1999
Spain*	24-SEP-1996	31-JUL-1998
Sweden*	24-SEP-1996	02-DEC-1998
Switzerland*	24-SEP-1996	01-OCT-1999
Turkey*	24-SEP-1996	16-FEB-2000
Ukraine*	27-SEP-1996	23-FEB-2001
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland*	24-SEP-1996	06-APR-1998
United States of America*	24-SEP-1996	
Viet Nam*	24-SEP-1996	10-MAR-2006

O Sistema Internacional de Monitoramento

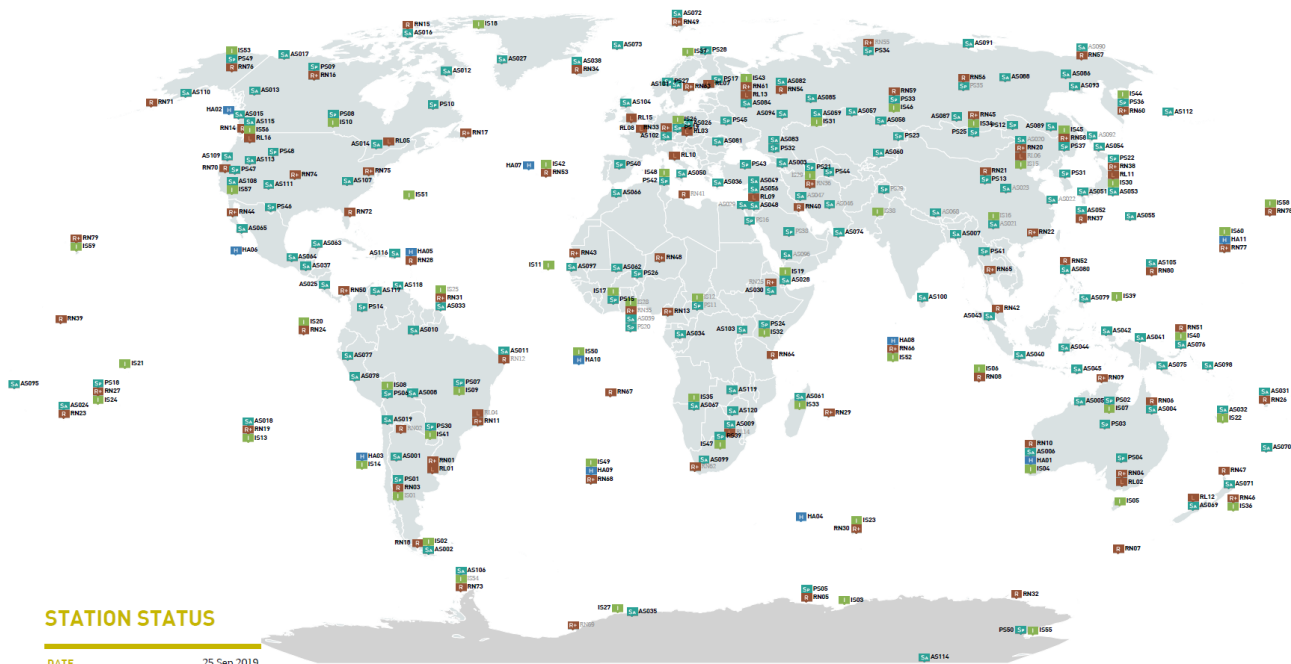
INTERNATIONAL MONITORING SYSTEM

GLOBAL OVERVIEW - CERTIFIED STATIONS AND NON-CERTIFIED STATIONS

25 SEPTEMBER 2019



preparatory commission for the
comprehensive nuclear-test-ban
treaty organization



STATION STATUS

DATE	25 Sep 2019
TOTAL STATIONS	337
PLANNING	25
UNDER CONSTRUCTION	5
INSTALLED	9
CERTIFIED	290

■ Primary Seismic
 ■ Auxiliary Seismic
 ■ Infrasound
 ■ Hydroacoustic
 ■ Radionuclide
 ■ Radionuclide w/ Noble Gas
 ■ Radionuclide Lab

The boundaries and presentation of material on this map does not imply the expression of any opinion on the part of the Preparatory Commission concerning the legal status of any country, territory, city or area or its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

WWW.CTBTO.ORG

Tecnologias de Monitoramento



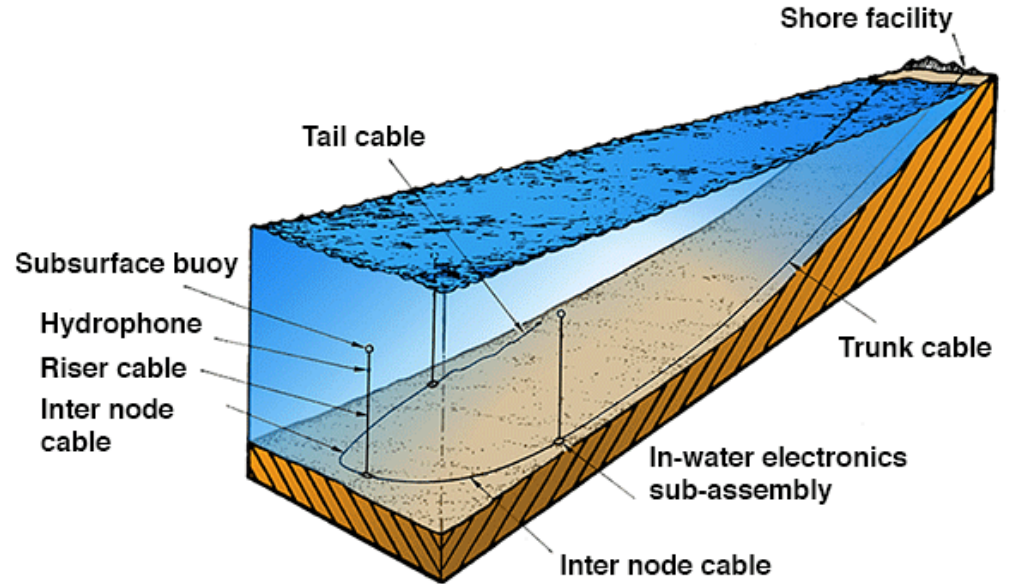
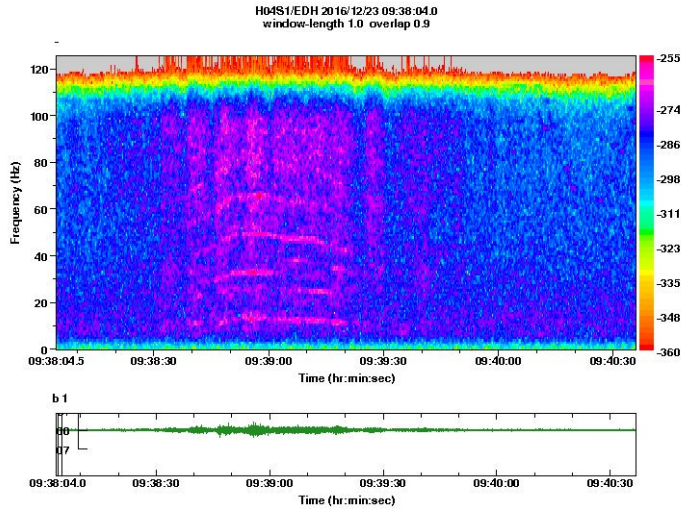
Tecnologias de Monitoramento:

- Forma de onda (waveform/SHI):
 - Sísmico
 - Hidro-acústico
 - Infrassom
- Radioisótopos (RN)
 - Particulados
 - Gases nobres (Xenônio)

Monitoramento Hidro-acústico



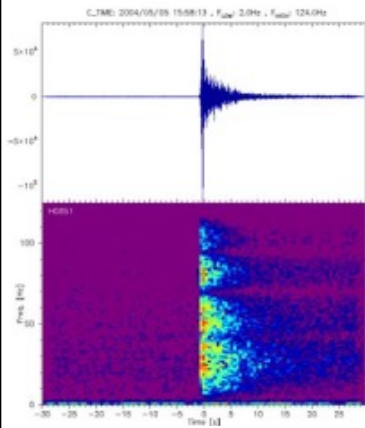
Monitoramento Hidro-acústico



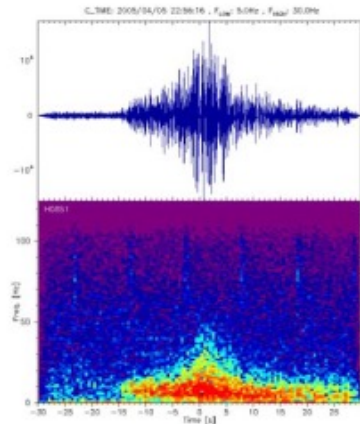


Monitoramento Hidro-acústico

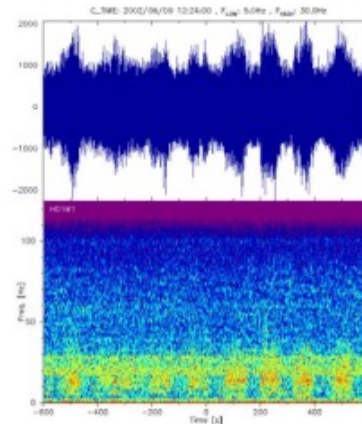
Explosão na água



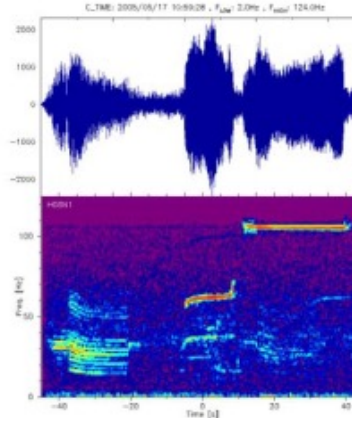
Terremoto



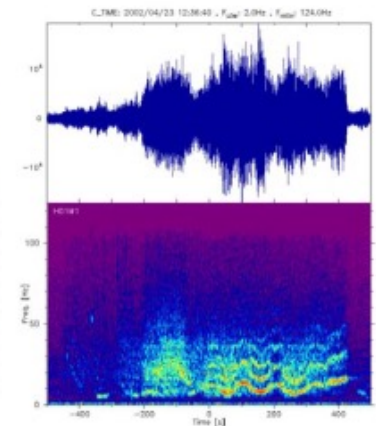
Vulcão subaquático



Baleia



Iceberg

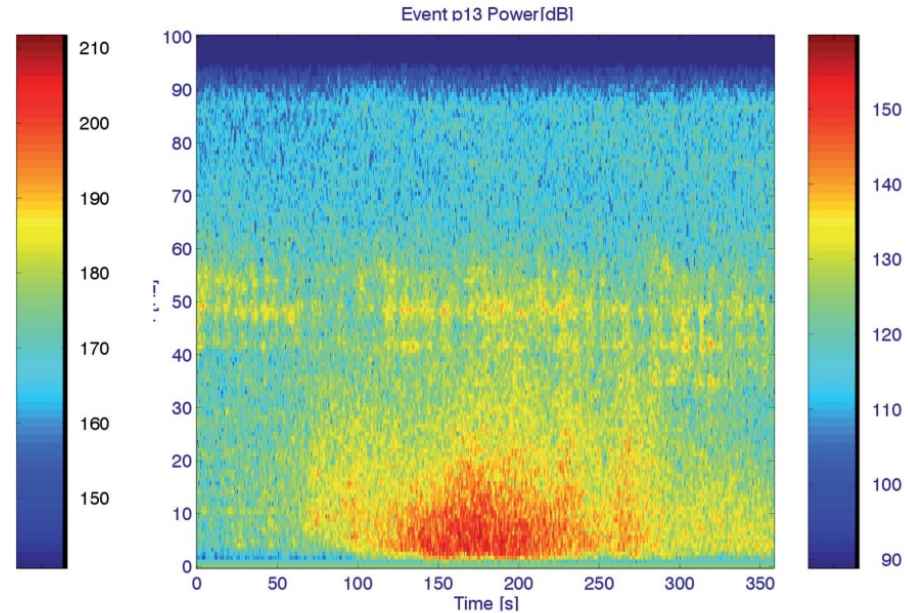
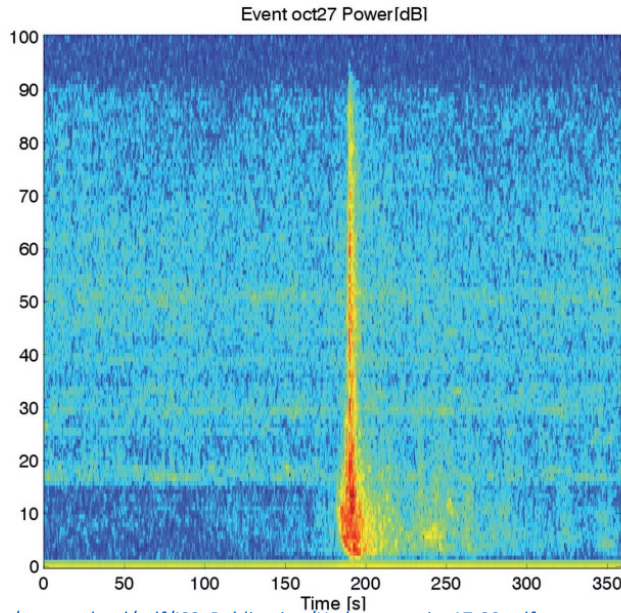


Fonte: http://www.ocean-partners.org/sites/ocean-partners.org/files/public/attachments/712_prior-ctbto.pdf

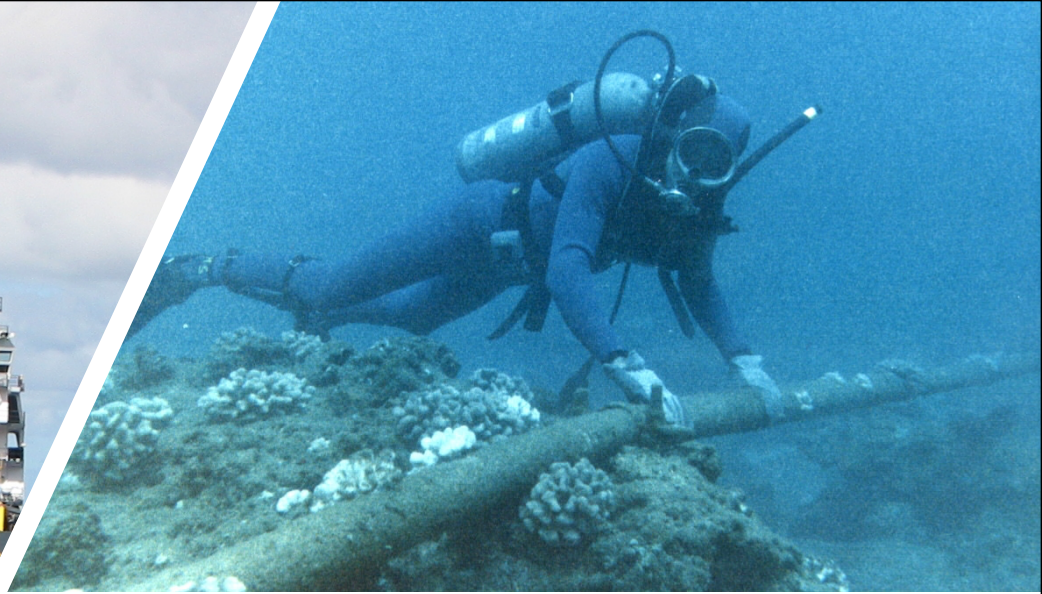


Monitoramento Hidro-acústico

Comparação entre
Explosão e terremoto



Fonte: https://www.ctbto.org/fileadmin/user_upload/pdf/ISS_Publication/Hydroacoustic_17-22.pdf

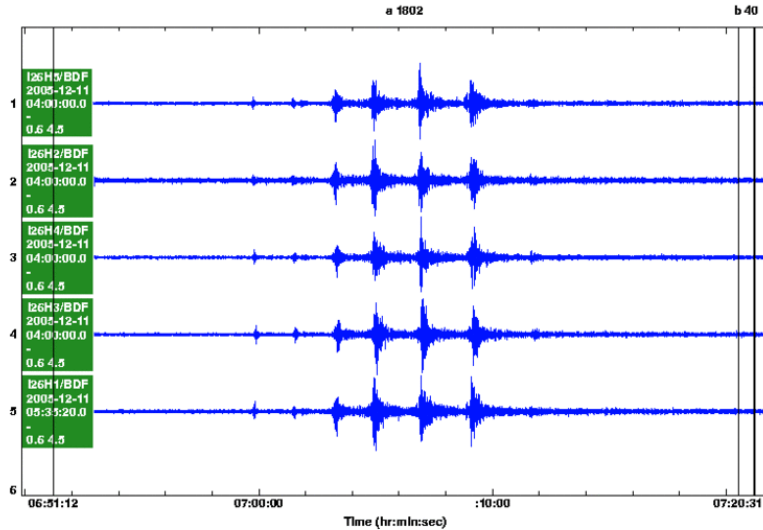


Monitoramento de Infrassom

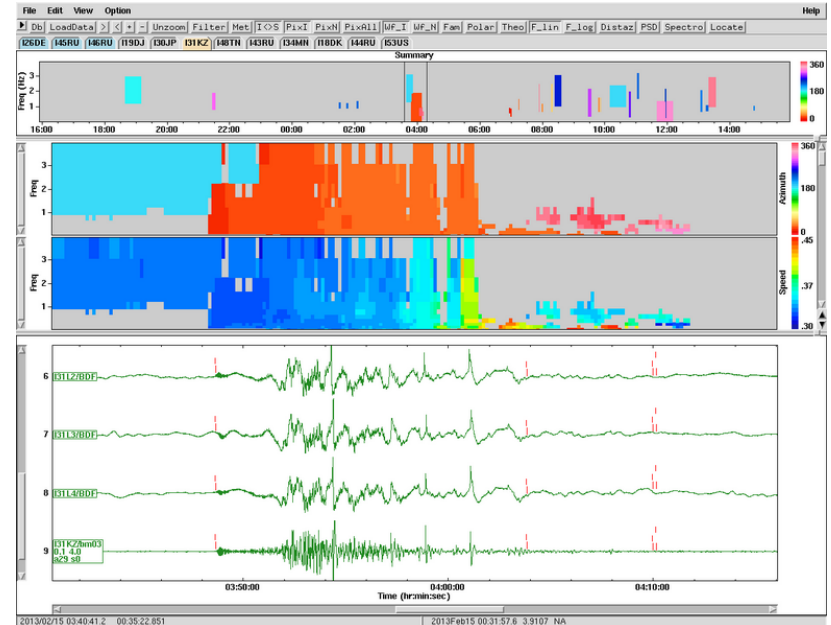


Monitoramento de Infrassom

Sinais de uma explosão em Londres detectados em Freyung, Alemanha



Sinais de um meteoro nos montes Urais, Russia detectados em Aktyubinsk, Kazakhstan



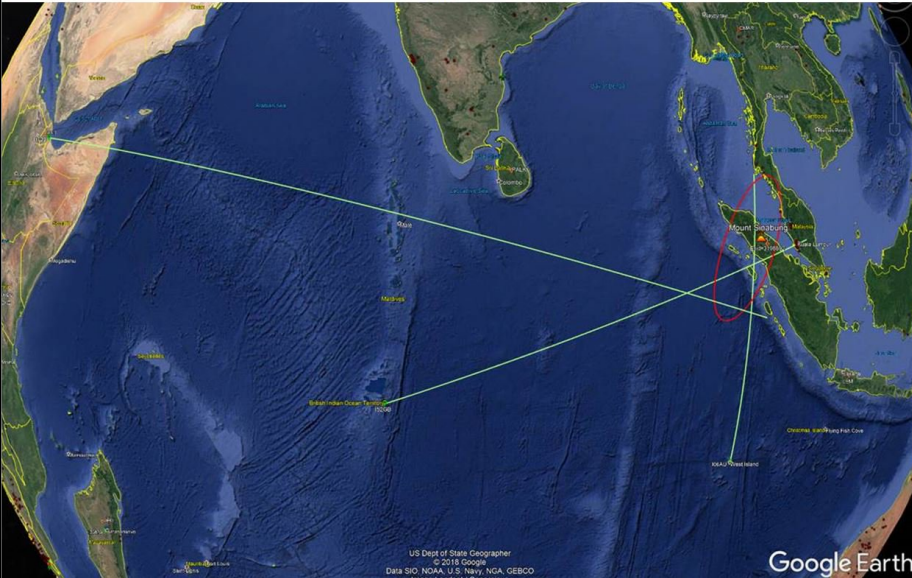


CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

COMPREHENSIVE
NUCLEAR-TEST-BAN
TREATY ORGANIZATION

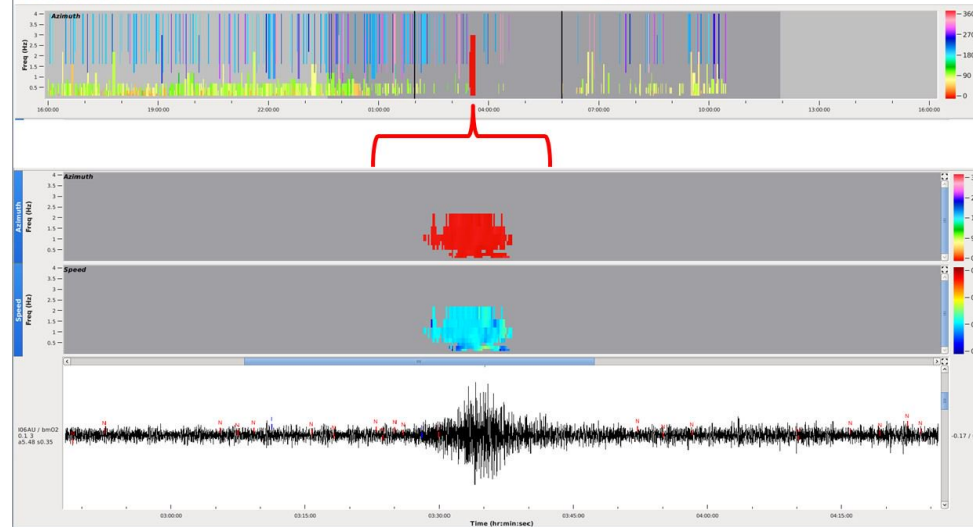
Monitoramento de Infrassom

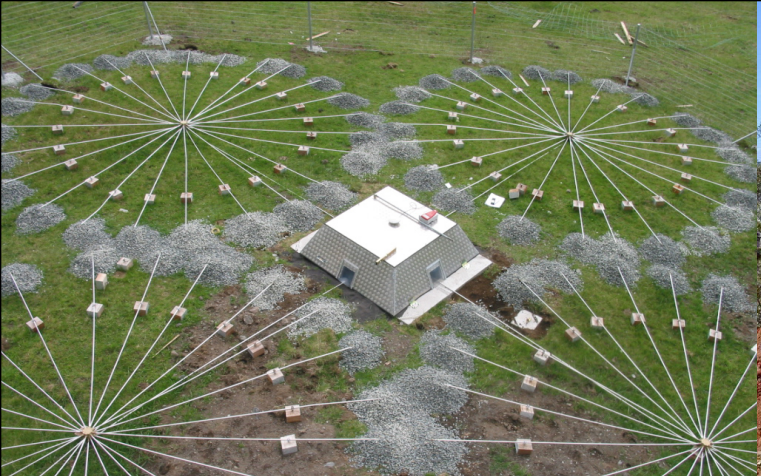
 **CTBTO** PREPARATORY COMMISSION CTBTO IMS Infrasound stations detect Mt Sinabung eruption (19/02/2018)
IS-6 Cocos Island, IS-52 Diego Garcia and IS-19 Djibouti (6100km from the volcano)



 **CTBTO**
PREPARATORY COMMISSION

Infrasound arrival at IS-6 Cocos Island, Australia
(~1600km south of Mt Sinabung)



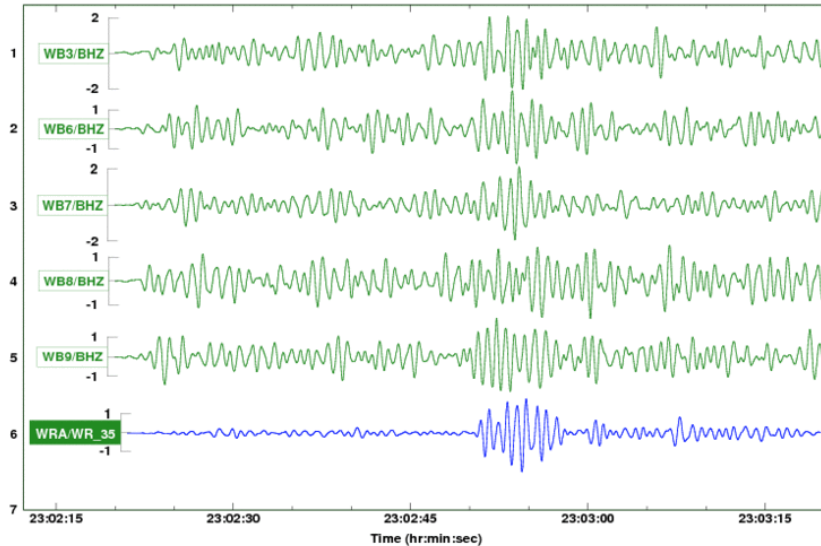


Monitoramento Sísmico

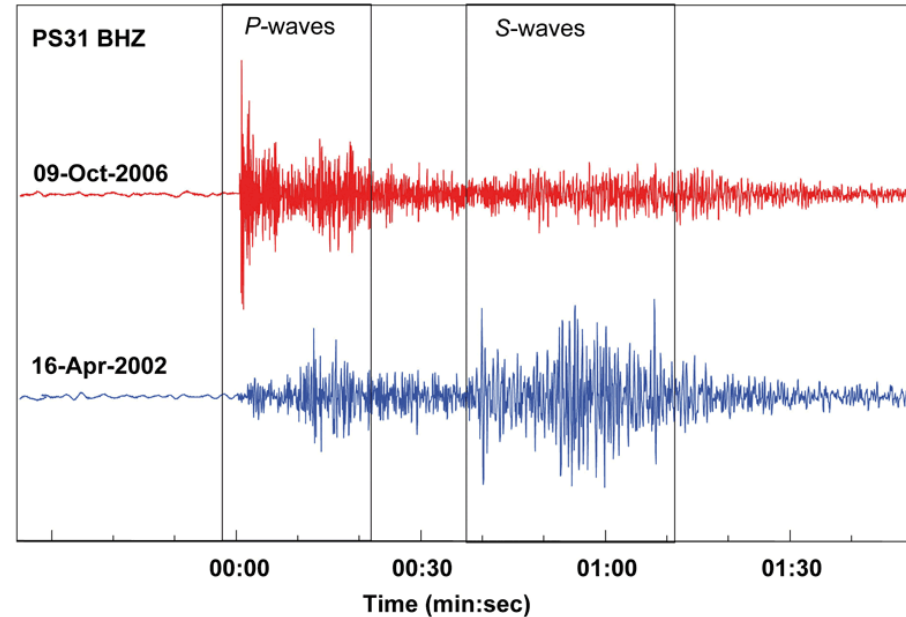


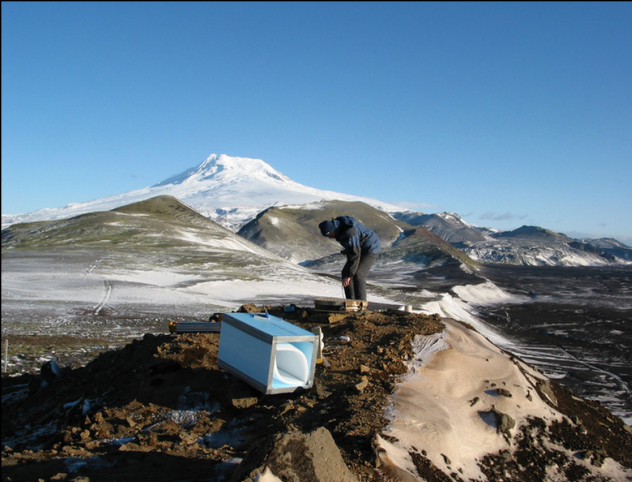
Monitoramento Sísmico

Resultado da combinação de um array de sensores



Comparação entre uma explosão atômica e um terremoto





Monitoramento de Rádio-isótopos



Monitoramento de Radioisótopos (RN)

- Partículas
- Gases nobres (Xenônio)

Table 2. Some tradionuclides relevant as nuclear test indicators.

<i>aerosols</i>	<i>Half-life</i>
⁹⁵ Zr	64 d
⁹⁵ Nb	35 d
⁹⁷ Zr	17 h
⁹⁹ Mo/ ^{99m} Tc	2.75 d
¹⁰³ Ru	39 d
¹⁰⁶ Ru	1.008 y
¹³¹ I	8 d
¹³² Te	3.3 d
¹³³ I	20 h
¹³⁴ Cs	2.1 y
¹³⁶ Cs	13.2 d
¹³⁷ Cs	30 y
¹⁴⁰ Ba	12.8 d
¹⁴⁰ La	40.2 h
¹⁴¹ Ce	31.5 d
¹⁴³ Ce	1.4 d
¹⁴⁴ Ce	284.3 d
¹⁴⁷ Nd	10.99 d
<i>noble gases</i>	
¹³⁵ Xe	9.1 h
^{133m} Xe	2.19 d
¹³³ Xe	5.24 d
^{131m} Xe	11.9 d



CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

COMPREHENSIVE
NUCLEAR-TEST-BAN
TREATY ORGANIZATION

Detector de partículas



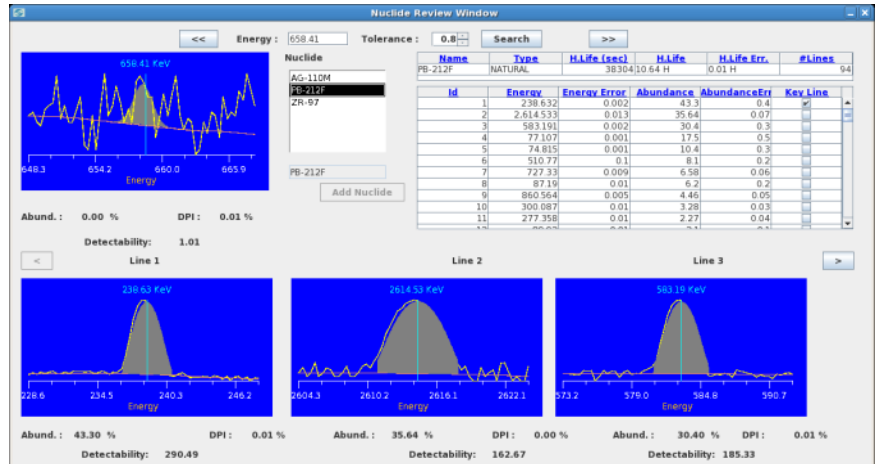
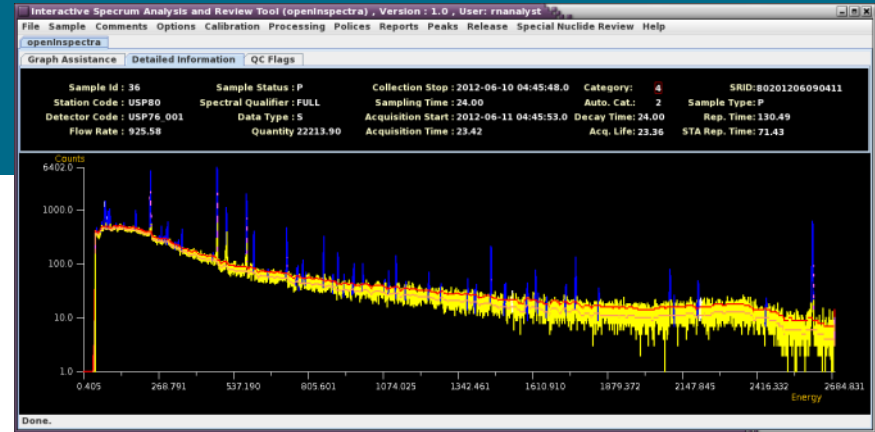
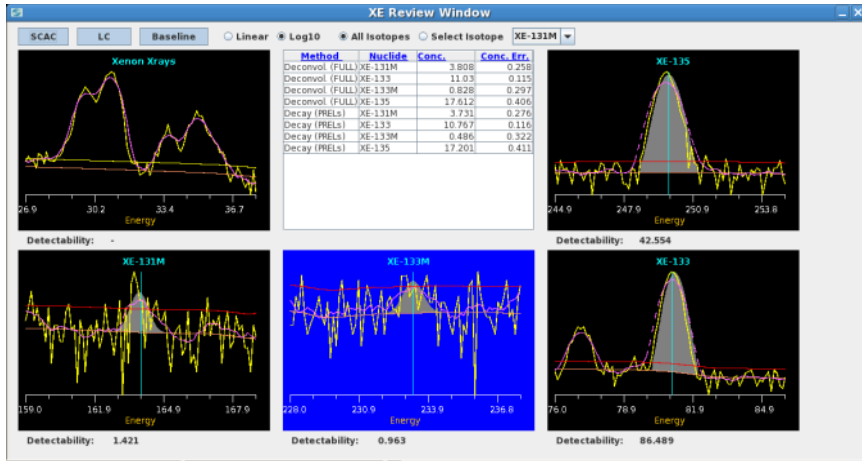
Detector de gases nobres (Xe)



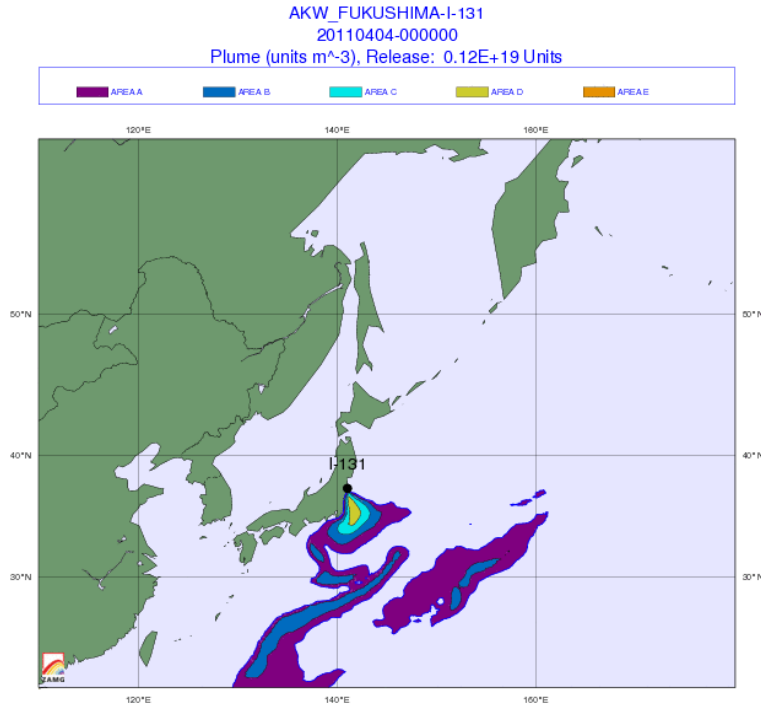


CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

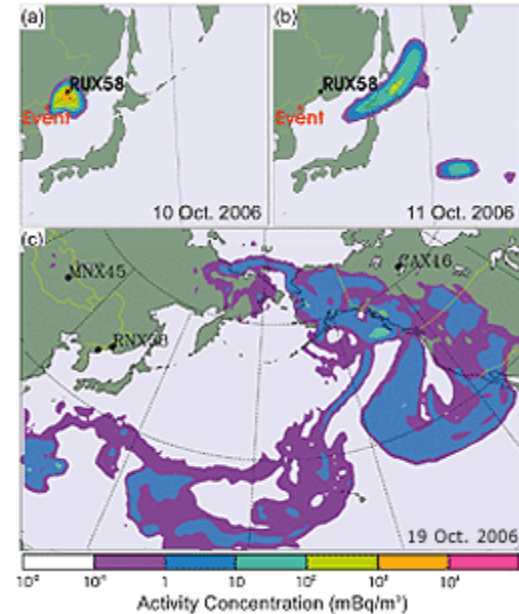
COMPREHENSIVE
NUCLEAR-TEST-BAN
TREATY ORGANIZATION



Modelagem Atmosférica



Modelagem para o teste nuclear norte coreano em 2006



Utilização dos dados para outros fins



Outras aplicações para os dados:

- Localização do submarino argentino ARA San Juan
- Estudos de meteoros e outros corpos celestes
- Estudos sobre mudanças climáticas no ártico usando dados de infrassom
- Previsão de monções na Índia com maior precisão e antecedência
- Alertas de tsunami
- Monitoramento de vazamentos radioativos
- Estudos de migrações mamíferos aquáticos ou de suas formas de comunicação
- Pesquisas em sismologia ou modelagem da Terra



CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

COMPREHENSIVE
NUCLEAR-TEST-BAN
TREATY ORGANIZATION



<https://www.ctbto.org/specials/vdec/>

Aspectos de Segurança da Informação



Fluxo dos dados



Aquisição por
sensores



Digitalização



Assinatura
Digital



Transmissão
pela rede



Recepção e
Armazenamento



Retransmissão
aos Estados-Membros



Processamento Automático



Processamento Manual



Principais Riscos:

- Falta de integridade:
 - Inserção de dados falsos para implicar adversários
 - Alteração de dados para impedir detecção
- Quebra de disponibilidade:
 - Não detecção de um evento
 - Dano à imagem da organização
 - Quebra de confiança no tratado



Vienna International Centre, PO Box 1200
1400 Vienna, Austria
CTBTO.ORG