

Serviços de meteorologia e emergenciais aplicados a gestão e redução de desastres suportados em plataformas espaciais satélites de nova geração no Brasil

Humberto Alves Barbosa

Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites/Universidade Federal de Alagoas – LAPIS/UFAL
Campus A. C. Simões, BR 104 Norte, Tabuleiro do Martins, 57072-970 Maceió, AL – Brasil
barbosa33@gmail.com

Abstract. The most required solutions for integrating data information resources from the environment, mainly about the hazards effects from the extreme climate are claimed by the international scientific and environmental management and planning staffs, asking for more clear and efficient translation of impacts and disaster situations, the degree of vulnerability and in-situ hazards degradation. Then it comes those main topics concerning the integration of space base and ground in-situ remote sensing technologies to face extreme climate and disasters related issues. Based on the EUMETSAT/EUMETCast second generation and third generation space based platform, develop research on services, applications and products for environment and climate monitoring, operational observations and control, for strategic disaster management and reduction. EUMETCast is EUMETSAT's primary dissemination mechanism for the near real-time delivery of satellite data and products. Data, products and services are made available via EUMETCast, direct dissemination/readout, the Global Telecommunication System (GTS) and FTP over the internet. EUMETCast is a multi-service dissemination system based on standard Digital Video Broadcast (DVB) technology. It uses commercial telecommunication geostationary satellites to multi-cast files (data and products) to a wide user community. EUMETCast also delivers a range of third-party products. Develop a EUMETSAT/EUMETCast Program prospective study in joint collaboration with the focal point in Brazil LAPIS/UFAL, to provide support for the second and third generation EUMETSAT/EUMETCast pilot platform provisioning under the guidance of the UFCG/CTR-PPGM.

Palavras-chave: METEOSAT, EUMETCast, sensoriamento remoto, desastres naturais, gestão, riscos.

1. Introdução

Os serviços de meteorologia e a gestão de meio ambiente terrestre são tradicionalmente suportados no monitoramento de tempo e clima apoiados por sensoriamento remoto com base em plataformas espaciais via satélites.

Desastres ocasionados por extremos de tempo e clima vêm trazendo escalada de perdas e danos ao meio ambiente e à vida no planeta, de tal ordem que os prejuízos econômico-financeiros sobrepõem os orçamentos de Estados, e põem em questão todas as estratégias de desenvolvimento sustentável, Borgo (2013). De forma que a Adaptação se tornou a nova disciplina na busca árdua de alcançar possibilidades de suportar certo grau de sustentabilidade para as comunidades e sociedades globais. A adaptação conta com as convergências entre ciências e tecnologias para a geração de resiliências. O planejamento e o desenvolvimento em geral contam com a disponibilização de sistemas e plataformas tecnológicas integradas espaciais, terrestres e oceânicas compartilhadas entre a pesquisa científica e o suporte pleno a prevenção, resposta e redução de desastres, Kaku e Held (2013).

Os serviços estaduais de meteorologia e as universidades necessitam de dados em tempo real e ferramentas para realizar previsão imediata, avaliar impacto na população dos eventos severos ou contínuos de chuva. A previsão imediata de tempo, ou *nowcasting*, consiste na antecipação da ocorrência de fenômenos de tempo em minutos a poucas horas, Pierce et al. (2012). Os dados que se destinam ao *nowcasting* são basicamente de satélites, radares e medidas meteorológicas locais. Esses dados são, de uma forma geral, muito grandes o que inviabiliza o recebimento por linha internet, principalmente em regiões remotas. Além disso,

a aquisição de estações dedicadas de recepção de dados de satélites é muito onerosa. Por exemplo, o GOES-R que será o principal satélite para o Brasil custa centenas de milhares de dólares e necessita de equipes para a operação. O Sistema EUMETCast é um sistema de baixo custo, fácil operação e permite receber os principais dados para esse serviço. Por outro lado, a recepção única dos dados, sem um apoio de visualização, interpretação e cruzamento de informações é ineficaz e necessita de um enorme esforço, nem sempre presente, e uma atividade específica dedicada. O TerraMA² é a ferramenta que permite fazer essa interface entre o usuário e o dado. Finalmente, hoje há sistemas de medidas locais nos serviços regionais com potencial de desenvolvimento baseado em técnicas de nowcasting e esse projeto prevê o desenvolvimento de ferramentas de nowcasting baseado nos dados do EUMETCast e na infraestrutura local aprimorando o serviço nesta área.

O objetivo deste artigo é gerar elementos técnicos para subsidiar o projeto aprovado “Análise e Previsão dos Fenômenos Hidrometeorológicos Intensos do Leste do Nordeste Brasileiro” pela Chamada Conjunta CAPES/CEMADEN/MTCI – Edital Pró-Alertas no 24/2014. O objetivo principal deste projeto é apoiar a formação e capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento de produtos derivados de informações de satélites ambientais e radares meteorológicos, e em cooperação internacional com ênfase no colaboratório entre: a UFAL/LAPIS, a UFCG/CTRN-PPGM e a EUMETSAT/EUMETCast.

2. O Sistema EUMETCast

O Sistema EUMETCast foi concebido para prover em tempo quase real, um serviço dedicado de disseminação, exploração e aplicação de uma extensa variedade de dados e produtos de satélites meteorológicos e ambientais para países do Globo, e opera através de dedicados sistemas de Radiodifusão que utilizam Satélites de Comunicação Geoestacionários que operam dentro do padrão de retransmissão de sinais DVB-S (Digital Video Broadcasting-Satellite). Dados de satélite, medidas locais, produtos derivados e serviços, sem restrição de formato, são transmitidos a usuários de qualquer parte do globo através de satélites de telecomunicação comerciais usando a seguinte arquitetura (Figura 1).

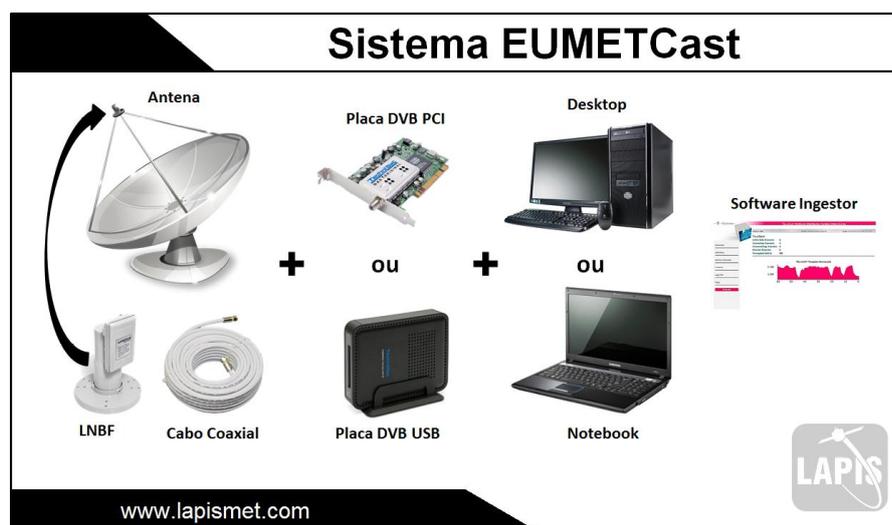


Figura 1. Equipamentos e *softwares* usados para montagem da Estação EUMETCast

Para melhorar o suporte e a integração dos dados do sistema EUMETCast, foi desenvolvido o software TerraMA² baseado no Sistema de Informação Geográfica aplicado ao Meio Ambiente, uma plataforma de interface amigável disponibilizada para integração com os produtos EUMETCast-Américas (Figura 2). Já contando com o apoio do LAPIS (Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites), o software será distribuído através do próprio sistema EUMETCast e proporcionará uma ferramenta acessível para

visualização e processamento dos produtos recebidos. O formato dos dados são adaptados a geotiff de forma a criar uma interface amigável.

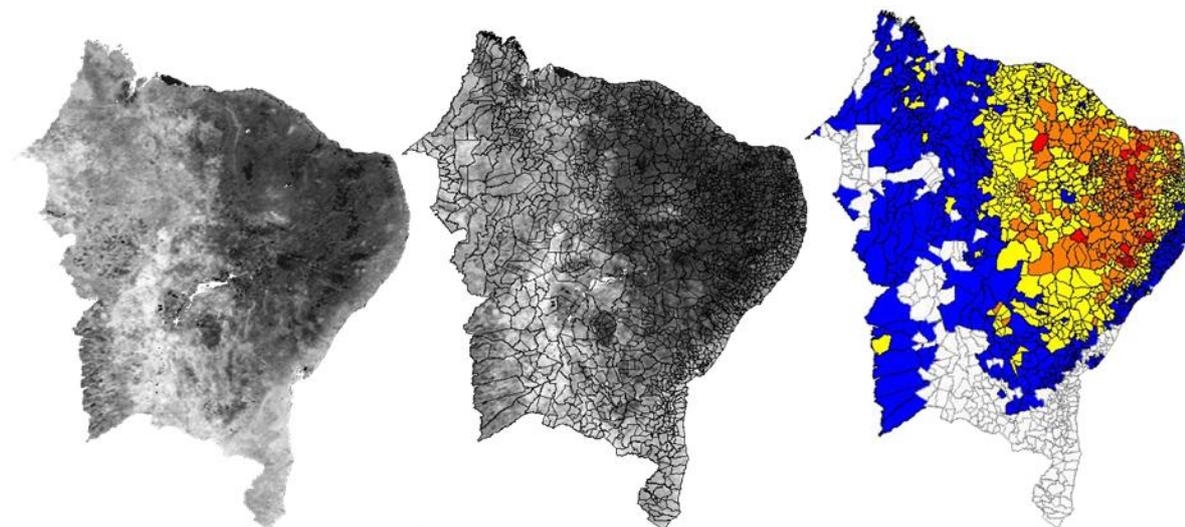


Figura 2. Distribuição para o Nordeste do NDVI diário estimado pelo Meteosat Segunda Geração (MSG). Classificação das áreas com classes distintas de uso do solo, usando o TerraMA²/INPE.

A detecção de fenômenos extremos hidrometeorológicos do tipo tempestades (thunderstorms) associadas a descargas atmosféricas (lightning), suportada em plataformas espaciais base satélites meteorológicos e de telecomunicações de nova geração, é desafio em P&D para inovações tecnológicas aplicados em modo compartilhado entre os serviços operacionais de meteorologia, a pesquisa científica e a gestão e redução de desastres naturais no Brasil e AS, considerando-se as demandas de adaptação aos extremos de tempo e clima, Barbosa (2013).

Satélites Meteorológicos Geoestacionários (centro sobre a linha do Equador, e girando com velocidade da Terra a uma distância de ~ 36,000 km) de nova geração são projetados para monitorar camadas atmosféricas de baixa estratosfera e alta troposfera, as nuvens e suas propriedades a cada 15 minutos. Como resultado, pode-se medir o comportamento dos tipos de nuvens que se transformam em tempestades do gênero thunderstorms e fenômenos atmosféricos associados às descargas atmosféricas, Singh et al. (2010). Os satélites medem os gradientes de temperatura com o tempo e, portanto, pode-se estimar o crescimento das nuvens. Satélites também podem estimar outras propriedades das nuvens, tais como a sua largura, a composição microfísica (gelo, água), e espessura. Monitorando todos esses aspectos do crescimento de nuvens ou "cumulus", pode-se facilmente prever condições meteorológicas das nuvens e sequência de eventos do tipo tempestade nos próximos 30-90 min. É essa capacidade de alerta antecipado que é desejável integrar em um sistema de alerta geral aos eventos extremos para a prevenção altos riscos de desastres associados a tempestades tropicais, tufões, furacões com descargas atmosféricas. Assim, os dados de satélites geoestacionários podem proporcionar vantagens significativas no aviso prévio de condições meteorológicas perigosas (hazards), antecipando alertas antes de sistemas de radar tradicionais (Figura 3).

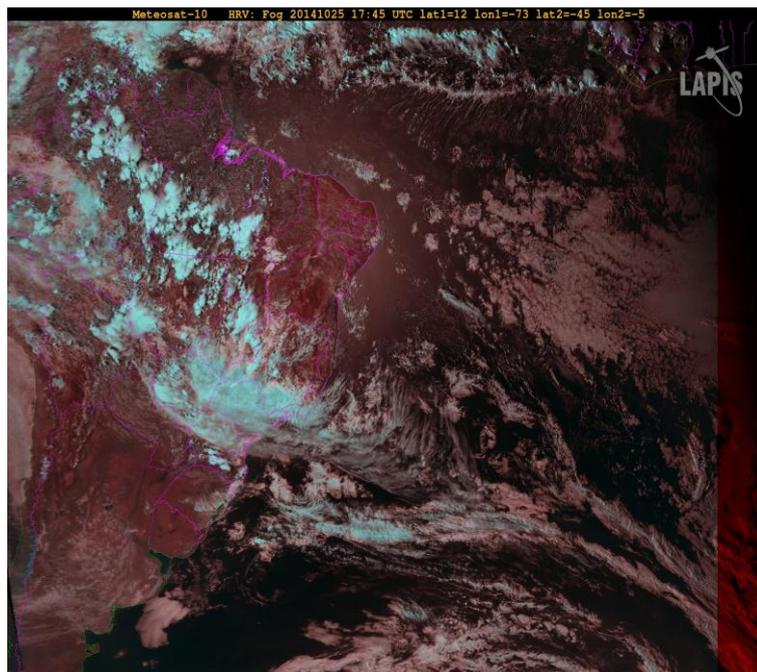


Figura 3. Exemplo da imagem da banda HRV (composição colorida) do Meteosat-10 setorizada para todo o Brasil

A série METEOSAT/EUMETSAT de terceira geração MTG foi planejado para tomar dados de sensoriamento espectral das camadas atmosféricas em curtos intervalos de 15min., e de transmitir no modo digital vídeo broadcast (DVB-S2) em tempo real, para todas as estações fixas e móveis base terrestre na banda Ku com taxas de transmissão em banda larga (na faixa dos 100's Mbps) proporcionando serviços meteorológicos com precisão e disponibilidade de sistema ativo de 99% requeridos pela WMO, e pela ITU para serviços de telecomunicações emergenciais, WMO (2011). Estudos realizados sobre a cobertura do Brasil mostram que a plataforma espacial MTG trará o melhor desempenho para os serviços meteorológicos e emergenciais se comparado com as demais plataformas existentes, em situações de eventos críticos extremos hidrometeorológicos, Borgo (2011).

As missões LI à bordo de satélites geoestacionário de nova geração, são projetadas para o mapeamento contínuo, dia e noite, de descargas atmosféricas em órbita geoestacionária. A detecção geoestacionária de descargas atmosféricas em disco total da terra em tempo real, poderá trazer melhorias operacionais valiosíssimas para as diversas aplicações da investigação científica, meteorológicas e geomagnéticas. Os sensores de descargas elétricas são capazes de detectar todas as formas de relâmpagos com elevada resolução espacial e eficiência de detecção. Uma vez que os dados possam ser distribuídos em tempo real, estas missões ou payloads serão ferramentas de suprema importância para os serviços de meteorologia, na detecção de eventos hidrometeorológicos extremos e geração de alerta antecipado de forma precisa e eficaz para o público. As missões LI também suportam detecção química na atmosfera para diversas aplicações, tendo em consideração que relâmpagos desempenham significativo papel na geração de óxidos nitrosos. O balanço natural de óxido nitroso na atmosfera é atualmente uma questão de grande incerteza, e a observação de longo prazo trará contribuição valiosa para a pesquisa meteorológica, EUMETSAT (2014).

2.1. Desenvolvimento de técnicas de Nowcasting: Aprimorar as técnicas de estimativa de precipitação dos sistemas atuantes utilizando os dados de radar

Existem técnicas físico-empíricas que podem ser utilizadas de modo a estender a área de atuação de um radar meteorológico. Uma delas seria a utilização de satélites

meteorológicos em conjunto com as informações obtidas pelo radar. As estimativas de precipitação por satélite têm sido uma ferramenta de grande importância para os países que não dispõem de uma densa rede de pluviômetros e radares meteorológicos. O Hidroestimador (MPE EUMETSAT), operacional desde o ano 2008 no LAPIS, é um algoritmo que produz estimativas instantâneas de precipitação de modo automático a cada 15 minutos, fazendo o uso de imagens infravermelhas do satélite Meteosat-10, Barbosa (2013). Este algoritmo calcula a taxa de precipitação inicial utilizando-se de um ajuste de potência entre estimativas instantâneas de precipitação derivadas de temperatura de brilho do satélite. Esta técnica parte da suposição que nuvens que possuem temperatura do topo mais fria proporcionam maiores taxas de precipitação que aquelas com temperatura do topo mais quente. Está proposta visa desenvolver uma nova versão de estimativa de precipitação por satélite utilizando dados de satélites geoestacionários e micro-ondas ativo e passivo de satélites de órbita baixa com uma performance melhor que a do hidroestimador. Os pontos principais neste desafio são: A caracterização da microfísica para definir as propriedades por tipo de precipitação, tipos de hidrometeoros e camada de precipitação mista (Figura 4). Outro ponto é a emissividade a superfície a resolução e perfis verticais e a validação dos produtos e métricas de acerto.

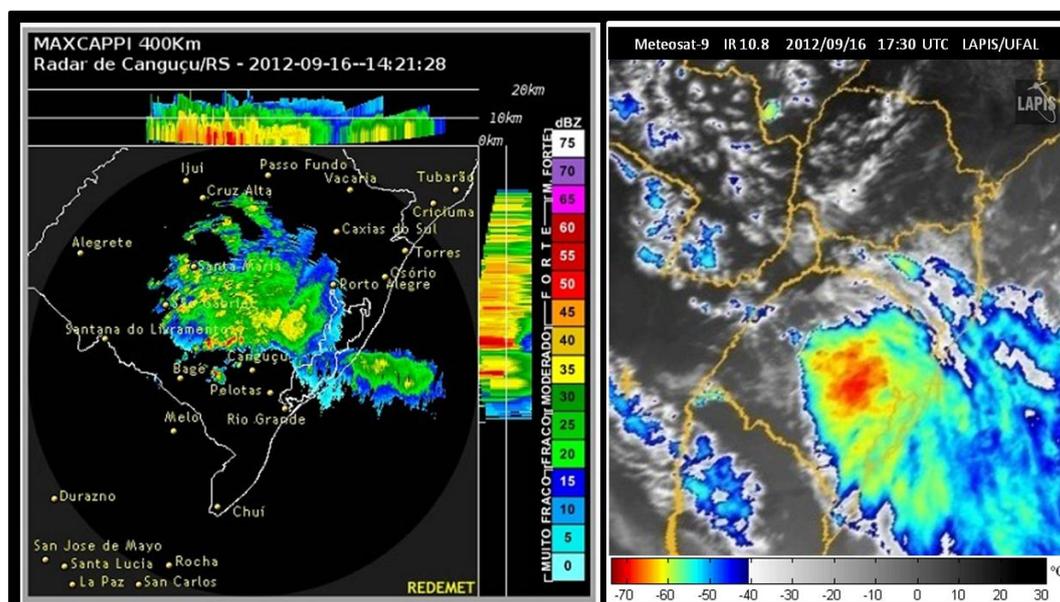


Figura 4. Comparação entre a imagem de radar e a imagem do infravermelho termal do Meteosat-10 setorizada para o sul do Brasil

2.2. Desenvolver algoritmos de detecção de tempo severo a curtíssimo prazo baseados em a evolução da atividade elétrica

Os parâmetros que definem a severidade de uma tempestade serão calculadas visando definir os estágio de desenvolvimento e a severidade dos eventos, entre eles apresentamos o VIL (água líquida integrada na vertical), o DVIL (densidade VIL), topos dos ecos de 20, 35 e 45 dBZ , máxima refletividade vertical, altura da máxima refletividade e a diferença de altura entre o nível de 45 dBZ e o nível de congelamento (0°C), daqui em diante denominada de altura de Waldvogel (1979) para caracterizar células de granizo. O desenvolvimento de algoritmos de previsão imediata de tempo que possam gerar alertas são baseados nesses parâmetros descritos acima ou utilizando também informações de descargas elétricas quando disponíveis. As tempestades com maiores atividades elétricas e volume de chuva no mundo ocorrem na América do Sul.

4. Considerações finais

Desastres ocasionados por extremos climáticos vêm trazendo escalada de perdas e danos ao meio ambiente e à vida no planeta, de tal ordem que os prejuízos econômico-financeiros sobrepõem os orçamentos de Estados, e põem em questão todas as estratégias de desenvolvimento sustentável. De forma que a Adaptação se tornou a nova disciplina na busca árdua de alcançar possibilidades de suportar certo grau de sustentabilidade para as comunidades e sociedades globais. A adaptação conta com as convergências entre ciências e tecnologias para a geração de resiliências. As plataformas espaciais integradas via satélites para o sensoriamento remoto têm sido utilizadas para diversas demandas de gestão ambiental, do tempo e clima, para suportar e promover sustentabilidade geral.

As pesquisas a serem realizadas no projeto aprovado “*Análise e Previsão dos Fenômenos Hidrometeorológicos Intensos do Leste do Nordeste Brasileiro*” pela Chamada Conjunta CAPES/CEMADEN/MTCI – Edital Pró-Alertas nº 24/2014 estão voltadas ao desenvolvimento de produtos derivados de informações de satélites ambientais, radares meteorológicos ou outros sistemas de monitoramento indireto da atmosfera. Aprimoramento do uso de tecnologias de sensoriamento remoto, e suas aplicações em áreas de risco de desastres naturais. E a participação de grupos e redes de laboratórios das universidades, centros de meteorologia e institutos de C&T que estão com projetos de pesquisa ativos no Brasil, e em cooperação internacional com ênfase no laboratório entre: a UFAL/LAPIS, a UFCG/CTRN-PPGM e a EUMETSAT/EUMETCast.

Agradecimentos

Ao Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Desastres Naturais (Pró-Alertas) constitui ação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), destinado a estimular e apoiar a realização de projetos conjuntos de pesquisa entre o LAPIS/UFAL e o CTRN-PPGM/UFCG.

Referências Bibliográficas

- Bailey, M. A., **Investigating Characteristics of Lightning-Induced Transient Luminous Events Over South America**. All Graduate Theses and Dissertations. Paper 972. <http://digitalcommons.usu.edu/etd/972>. 2010.
- Barbosa, Humberto Alves. **Sistema EUMETCast: uma abordagem aplicada dos satélites Meteosat de segunda geração**. LAPIS/UFAL - EDUFAL, 2013.
- Borgo, R. L. **About the extreme climate changes adaptation and disaster risks management and reduction in the Latin America and Caribbean region**. ISSN 2237-079X NUPEAT-IESA-UFG, v.3, n.1, Jan./Jun., p. 37-46, Artigo 36. 2013.
- Borgo, R.L. **Estudo de desempenho de sistema via satélite geoestacionário nas bandas Ka e Ku para suporte de telecomunicações a uma rede de gestão e redução de desastres**. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica. 2012.
- Borgo, R.L; Silva D. H. **Redução de Riscos de desastres. As Conferências regionais da UNISDR em 2014 e as perspectivas de cooperação internacional em ciências e tecnologias**. Brasília, setembro 2014. Estudo Contribuição para World Academy of Arts and Sciences-WAAS. (PreZero Draft HFA-02 pós 2015 da UNISDR).
- EUMETSAT. **EUMETSAT’s new satellite programs: Services continuity, improvements and innovations**. EUM/CS/VWG/14/744207 AMS Annual Meeting Atlanta 2014, 10th Annual Symposium on New Generation of Operational Environmental Satellite Systems. 2014.
- Kaku, K. e Held A. Sentinel Asia: A space-based disaster management support system in the Asia-Pacific region. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. 2013 The Authors. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.
- Pierce, C. et al. **Nowcasting**. Doppler Radar Observations-Weather Radar, Wind Profiler, Ionospheric Radar, and Other Advanced Applications. In Tech. 2012.

Siingh, D. et al. **The atmospheric global electric circuit: An overview**. Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune-411 008, India. Institute of Environmental Physics, University of Tartu, 18, Ulikooli Street, Tartu- 50090, Estonia. 2010.

Siingh, D., Kumar, S. and Singh, A. K.. Thunderstorms/Lightning Generated Sprite and Associated Phenomena. Open access **e-Journal Earth Science India**, Vol. 3 (II), pp. 124-145. <http://www.earthscienceindia.info/>; ISSN: 0974 - 8350. 2010.

WMO. **Global Assessment Report on Disaster Reduction**. Thematic Progress Review. Sub-Component on Early Warning Systems. World Meteorological Organization. 2009.

WMO. **Space and Climate Change - Use of space - based technologies in the United Nations System**. World Meteorological Organization WMO.No. 1081. 2011.