



Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas

Documento Síntese do Estado da Arte dos Sistemas de Monitoramento de Impacto das Mudanças Climáticas em Países Selecionados

Produto 1

Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas

Documento Síntese do Estado da Arte dos Sistemas de Monitoramento de Impacto das Mudanças Climáticas em Países Selecionados

Produto 1



Brasília, DF
Setembro, 2013

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Presidente

Mariano Francisco Laplane

Diretor Executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Gerson Gomes

Documento Síntese do Estado da Arte dos Sistemas de Monitoramento de Impacto das Mudanças Climáticas em Países Selecionados. In: Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. (Produto 1).

114 p : il.

1. Atmosfera. 2. Vulnerabilidade Socioeconômica. 3. Monitoramento em Superfície. 4. Monitoramento em Altitude. 5. Monitoramento de Química Atmosfera. 6. Águas. 7. Águas Superficiais. 8. Diagnóstico Climático. 9. Previsões de Modelos globais. 10. Sistemas de Monitoramento de Seca. I. CGEE. II. Título.

*Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102
70712-900, Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
<http://www.cgEE.org.br>*

Este relatório é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2º Contrato de Gestão CGEE – 6º Termo Aditivo/Ação: Temas Estratégicos para o Desenvolvimento do Brasil/Subação: Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas - 51.51.17 /MCTI/2012.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos neste relatório poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas

Documento Síntese do Estado da Arte dos Sistemas de Monitoramento de Impacto das Mudanças Climáticas em Países Selecionados

Produto 1

Supervisão

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Consultores

Marcos A.V. de Freitas (Coordenação)

Clarice Neffa Gobbi - Bióloga

Lazaro Costa Fernandes - Meteorologista

Manyu Chang - Sócio Economista

Marcio Giannini Pereira - Economista

Mario do Nascimento Moraes - Biólogo

Renata da Costa Barreto - Química Industrial

Rodrigo Cunha Warnick - Biólogo

Equipe técnica do CGEE

Marcelo Khaled Poppe (Coordenador)

Marcio Pontual

Mayra Juruá

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	17
2. INTRODUÇÃO	17
3. QUESTÕES CONCEITUAIS DAS MÉTRICAS DO MONITORAMENTO	21
3.1 Sustentabilidade Ambiental.....	21
3.2 Vulnerabilidade e Indicadores	21
3.3 Níveis de Impactos das Mudanças Climáticas.....	22
3.4 Indicadores Primários.....	22
3.5 Indicadores Secundários.....	22
3.6 Fronteira entre Pesquisa e Monitoramento	22
4. SISTEMA DE MONITORAMENTO E OBSERVAÇÃO DE IMPACTOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	23
4.1 América do Norte – Estados Unidos da América.....	23
4.1.1 Principais Características Político-Econômicas do País.....	23
4.1.2 Premissas dos Impactos, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regiões mais Suscetíveis	24
4.1.3 Temáticas e Programas de Monitoramento Existentes	25
4.1.4 Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos	28
4.1.5 Governança do Sistema de Monitoramento.....	32
4.1.6 Indicadores Monitorados e Base de Dados ou Variáveis Monitoradas	35
4.2 Europa – Reino Unido	37
4.2.1 Principais Características Político-Econômicas do País.....	38
4.2.2 Premissas dos Impactos, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regiões mais Suscetíveis	38
4.2.3 Temáticas e Programas de Monitoramento Existentes	38
4.2.4 Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos	42
4.2.5 Governança do Sistema de Monitoramento.....	44
4.2.6 Indicadores Monitorados e Base de Dados ou Variáveis Monitoradas	45
4.3 Ásia – China	48
4.3.1 Principais Características Político-Econômicas do País.....	48
4.3.2 Premissas dos Impactos, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regiões mais Suscetíveis.....	50
4.3.3 Temáticas e Programas de Monitoramento Existentes	51
4.3.4 Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos	52
4.3.5 Governança do Sistema de Monitoramento.....	53
4.3.6 Indicadores Monitorados e Base de Dados ou Variáveis Monitoradas	53
4.3.7 Instrumentos e Equipamentos Utilizados para o Monitoramento	54
4.4 Ásia – Japão.....	55
4.4.1 Principais Características Político-Econômicas do País.....	55
4.4.2 Premissas dos Impactos, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regiões mais Suscetíveis	56
4.4.3 Temáticas e Programas de Monitoramento Existentes	56
4.4.4 Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos	59
4.4.5 Governança do Sistema de Monitoramento.....	60
4.4.6 Indicadores Monitorados e Base de Dados ou Variáveis Monitoradas	61
4.4.7 Instrumentos e Equipamentos Utilizados para o Monitoramento	63

4.5	Oceania – Austrália	64
4.5.1	Principais Características Político-Econômicas do País	64
4.5.2	Premissas dos Impactos, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regiões mais Suscetíveis...66	
4.5.3	Temáticas e Programas de Monitoramento Existentes	67
4.5.4	Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos	69
4.5.5	Governança do Sistema de Monitoramento	71
4.5.6	Indicadores Monitorados e Base de Dados ou Variáveis Monitoradas	72
4.5.7	Instrumentos e Equipamentos Utilizados para o Monitoramento	74
4.6	Oriente Médio – Emirados Árabes Unidos, Dubai	75
4.6.1	Principais Características Político-Econômicas do País	75
4.6.2	Premissas dos Impactos, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regiões mais Suscetíveis...76	
4.6.3	Temáticas e Programas de Monitoramento Existentes	77
4.6.4	Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos	77
4.6.5	Governança do Sistema de Monitoramento	78
4.6.6	Indicadores Monitorados e Base de Dados ou Variáveis Monitoradas	78
4.6.7	Instrumentos e Equipamentos Utilizados para o Monitoramento	80
5.2	Levantamento por Experiências Multilaterais	80
4.7	União Europeia.....	80
4.7.1	Principais Características Geográficas e Político-Econômicas.....	80
4.7.2	Premissas dos Impactos, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regiões mais Suscetíveis...82	
4.7.3	Temáticas e Programas de Monitoramento Existentes	84
4.7.4	Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos	89
4.7.5	Governança do Sistema de Monitoramento	86
4.7.6	Indicadores Monitorados e Base de Dados ou Variáveis Monitoradas	89
4.7.7	Instrumentos e Equipamentos Utilizados para o Monitoramento	84
4.8	Outras Experiências Multilaterais.....	101
5.	CONSIDERAÇÕES	101
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos países selecionados para o levantamento

Figura 2 – Mapa dos Estados Unidos da América

Figura 3 – Mapa do Reino Unido

Figura 4 – Mapa da China

Figura 5 – Mapa do Japão

Figura 6 – Mapa da Austrália

Figura 7 – Mapa dos radares climáticos australianos

Figura 8 – Mapa da União Europeia

Figura 9 – Impactos observados e projetados em diferentes regiões da Europa, devido às mudanças climáticas

Figura 10 – Países participantes da ECA&D

Figura 11 – Estações Meteorológicas disponíveis no ECA&D

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das alterações dos extremos observadas e projetadas em escala global

Tabela 2 – Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – Estados Unidos da América

Tabela 3 – Estrutura Política e de Responsabilidade de Governança Associadas à Adaptação – Reino Unido

Tabela 4 – Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – Reino Unido

Tabela 5 – Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – China

Tabela 6 – Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – Japão

Tabela 7 – Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – Austrália

Tabela 8 – Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – Dubai

Tabela 9 – Consórcio CTE/CCA: 14 organizações

Tabela 10 – Indicadores de Impactos de Mudanças Climáticas Utilizados pela UE

Tabela 11 – Satélites climáticos sob coordenação da ESA

Tabela 12 – Projetos com financiamento da União Europeia

LISTA DE ACRÔNIMOS

AAFC – *Agriculture and Agri-Food Canada*

ACE – *Accumulated Cyclone Energy*

ACIAR – *Australian Centre for International Agricultural Research*

ADCP – *Acoustic Doppler Current Profiler*

ADESS – *Automated Data Editing and Switching System*

AEDC – *Antarctic Environmental Data Centre*

AG EIAG – *Australian Government Environmental Information Advisory Group*

ALBs – *Arm's Length Bodies*

AMeDAS – *Automated Meteorological Data Acquisition System*

AMSR-E – *Advanced Microwave Scanning Radiometer*

AMU – *Unidades de Monitoramento Agrometeorológico*

ATWS – *Australian Tsunami Warning System*

BAS – *British Antarctic Survey*

BCC – *Beijing Climate Center*

BMKG – *Indonesian Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics*

CAMI – *Caribbean Agrometeorological Initiative*

CARDI – *Caribbean Agricultural Research and Development Institute*

CARICOM – *Caribbean Community*

CCRA – *Climate Change Risk Assessment*

CDC – *Center for Disease Control and Prevention*

CEQ – *Council on Environmental Quality*

CFCs – *Clorofluorcarbonetos*

CFS – *Climate Field School*

CH₄ – *Metano*

CIC – *Centers for Disease Control and Prevention*

CIMH – *Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology*

Climate-ADAPT – *European Climate Adaptation Platform*

CMA – *China Meteorological Administration*

CNES – *Centre Nationale d'Etudes Spatiales*

CO – *Monóxido de Carbono*

CO₂ – *Dióxido de carbono*

COSMETS – *Computer System for Meteorological Services*

CPC – *Climate Prediction Center*
CRN – *Centros de Referência Nacionais*
CSIRO – *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*
CTD – *Conductivity, Temperature, and Depth sensor*
CTE – *Centros Temáticos Europeus*
CTE/CCA – *Centro Temático Europeu para Vulnerabilidades e Adaptação às Alterações Climáticas*
CWMS – *Coastal Zone & Waterways Management Section*
DAS – *German Adaptation Strategy*
DBT – *Digital Bathythermograph sensor*
DECC – *Department for Energy and Climate Change*
DEFRA – *Department for Environment, Food and Rural Affairs*
DG CLIMA – *Diretório Geral Destinado às Ações Climáticas*
DH – *Department of Health*
DHS – *U.S. Department of Homeland Security*
DMC – *Dirección Meteorológica de Chile*
DoD – *U.S. Department of Defense*
DOE – *U.S. Department of Energy*
DOI – *U.S. Department of the Interior*
DOT – *U.S. Department of Transportation*
Earth CARE – *Earth Clouds, Aerosols, and Radiation Explorer*
EAU – *Emirados Árabes Unidos*
ECA&D – *European Climate Assessment & Dataset*
ECMWF – *European Centre for Medium–Range Weather Forecasts*
ECV – *Essential Climate Variations*
EDRS – *European Data Relay System*
EEA (AEA) – *European Environmental Agency*
Eionet – *European Environment Information and Observation Network*
EMAP – *Environmental Monitoring and Assessment Program*
EM–DAT – *International Disaster Database*
ENOS – *Eventos de El Niño – Oscilação Sul*
ENVE – *Commission for Environment, Climate Change and Energy*
EPA– *United States Environmental Protection Agency*
EPA UV NET– *Environmental Protection Agency Ultraviolet Monitoring Program*
EPOS – *Earthquake Phenomena Observation System*

ESA – *European Space Agency*
EUMETGRID – *Coordination and Harmonisation of European High-Resolution Gridded Climate Data*
EUMETNET – *Network of European Meteorological Services*
EUMETSAT – *European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*
Euratom – *European Atomic Energy Community*
EURO4M – *European Reanalysis and Observations for Monitoring*
EWIEW – *Early Warning Information on Extreme Weather*
FAO – *Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação*
FMI – *Fundo Monetário Internacional*
GCOM – *Global Change Observation Mission satellite*
GCOM-C – *Global Change Observation Mission– Climate*
GCOS – *Global Climate Observing System*
GEE – *Gases de Efeito Estufa*
GHG – *Greenhouse gas*
GMES – *Sistema de Monitoramento Global para o Ambiente e Segurança*
GOSAT – *Greenhouse Gases Observing Satellite*
GPM/DPR – *Global Precipitation Measurement/ Dual-frequency Precipitation Radar*
GSM – *Global Spectral Model*
GTS – *WMO's Global Telecommunication System*
HCFCs – *Hidroclorofluorcarbonos*
HFCs – *Hidroclorofluorcarboneto*
HHS – *U.S. Department of Health and Human Services*
HHWS – *German Heat Health Warning System*
HUD – *U.S. Department of Housing and Urban Development*
IBM – *International Business Machines Corporation*
ICZM – *Integrated Coastal Zone Management*
IDH – *Índice de desenvolvimento Humano*
IMD – *India Meteorological Department*
INFER – *Institute of Forest, Environmental and Natural Resource Policy*
IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*
IPD – *Índice de Poder de Dissipação*
ISRO – *Indian Space Research Organization*
ISRO-GBP – *Indian Space Research Organization Geosphere Biosphere Program*
JAMSTEC – *Japan Agency for Marine–Earth Science and Technology*

JATWC – *The Joint Australian Tsunami Warning Centre*
JAXA – *Japan Aerospace Exploration Agency*
JCR – *Joint Research Centre*
JCU – *James Cook University*
JCWMO – *Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology*
JMA – *Japan Meteorological Agency*
LIDAR – *Light Detection and Ranging*
MATCH – *Metadata Access Tool for Climate and Health*
METEOSAT – *Meteorological Satellite*
MIT – *Massachusetts Institute of Technology*
MRI – *Meteorological Research Institute*
MSC – *Meteorological Satellite Center*
MSC – *Meteorological Services of Canada*
MSM – *Mesoscale Model*
N₂O – *Óxido Nitroso*
NADM – *North American Drought Monitor*
NAP – *National Adaptation Programme*
NASA – *National Aeronautics and Space Administration*
NASDAQ – *National Association of Securities Dealers Automated Quotations*
NatCatSERVICE/Munich RE – *Natural Catastrophe Know-How for Risk Management and Research*
NCCC – *National Council on Climate Change*
NCDC – *National Climatic Data Center*
NDMC – *National Drought Mitigation Center*
NDRC – *National Development and Reform Commission*
NEA – *National Ecosystem Assessment*
NHS – *National Health Service*
NIED – *National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention*
NIES – *National Institute for Environmental Studies*
NIH – *National Institute of Health*
NMHS – *National Meteorological and Hydrological Service*
NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration*
NPEI – *National Plan for Environmental Information*
NSF – *National Science Foundation*
O₃ – *Ozônio*

OMC – Organização Mundial do Comércio
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PFCs – Perfluorcarbonetos
PFN – Pontos Focais Nacionais
pH – Potencial hidrogeniônico
PI-CPP – *Pacific Islands Climate Prediction Project*
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPP – Paridade do Poder de Compra
QA/SAC – *Quality Assurance/Science Activity Centre*
RFCs – *The Bureau's Regional Forecasting Centers*
RIGC – *Research Institute of Global Change*
RPC – República Popular da China
RSS – *Remote Sensing System*
SEPA – *Scottish Environment Protection Agency*
SF₆ – Hexafluoreto de Enxofre
SMN – *National Meteorological Service*
SPI – *Standard Precipitation index*
SREP – *Strategic Radar Enhancement Project*
TCWCs – *Tropical Cyclone Warning Centers*
TMA – *Tanzania Meteorological Agency*
TOPS – *Terrestrial Observation and Prediction System*
TRMM – *Tropical Rainfall Measuring Mission*
UAH – *University of Alabama in Huntsville*
UE – União Europeia
UK – Reino Unido
UKCIP – *UK Climate Impacts Programme*
UNECE – *United Nations Economic Commission for Europe*
UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*
USA NPN – USA National Phenology Network
USACE – U.S. Army Corps of Engineers
USAID – U.S. Agency for International Development

USDA – U.S. Department of Agriculture
USGCRP – U.S. *Global Change Research Program*
USGS – U.S. *Geological Survey*
USQ – *University of Southern Queensland*
UV – Ultravioleta
VAAC– *Tokyo Volcanic Ash Advisory Center*
VOS – *Voluntary Observation System*
WCC – *World Calibration Centre*
WDCGG – *World Data Centre for Greenhouse Gases*
WMO (OMM) – *World Meteorological Organization*
WWW – *World Weather Watch*
XBT – *EXpendable BathyThermograph sensor*
XCTD – *Expendable Conductivity/Temperature/Depth sensor*

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

Adaptação

Refere-se ao ajustamento de sistemas naturais ou humanos, em resposta às mudanças climáticas reais ou esperadas, ou seus efeitos, o qual regula ou explora oportunidades benéficas.

Clima

Conjunto de estados de tempo meteorológico que caracteriza uma determinada região durante um grande período de tempo, incluindo o comportamento habitual e as flutuações, resultante das complexas relações entre a atmosfera, geosfera, hidrosfera, criosfera e biosfera.

Efeito estufa

O fato de a atmosfera reter mais e mais o calor leva a crer que a temperatura média do planeta vai aumentar. Por menor que seja este aumento, ele deverá influenciar muito o regime de chuvas e secas em várias partes do globo. Só isso seria suficiente para afetar plantações e florestas. Tende a haver também um degelo acelerado, tanto em picos mais elevados quanto nas próprias imediações do Ártico e da Antártida. O gelo derretido deve fazer com que o nível dos oceanos se eleve, encobrindo ilhas e invadindo continentes.

El Niño ou Oscilação Meridional (OM)

O sentido original, é uma corrente marítima quente que passa anualmente pela costa do Equador e do Peru na época do Natal, causando alteração da temperatura local e influenciando o setor pesqueiro regional. Os pescadores da região deram o nome de *El Niño* em alusão à chegada do menino Jesus no Natal. Esta corrente aquece de forma anormal as águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial. Tal anomalia do sistema climático gera alteração do sistema oceano/atmosfera no Oceano Pacífico tropical, com consequências no tempo e no clima em todo o planeta. Num contexto de mudanças climáticas, a definição de *El Niño* considera, mais que a presença das águas quentes da corrente *El Niño*, as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano como, por exemplo, o enfraquecimento dos ventos na região equatorial. O aquecimento do oceano e o enfraquecimento do vento geram mudanças da circulação nos níveis baixos e altos da atmosfera, alterando os padrões de transporte de umidade, a distribuição das chuvas nos trópicos e em regiões de latitudes médias e altas. Em alguns pontos do globo são observadas variações de temperatura, em função do *El Niño*.

Emissões

Liberação de gases do efeito estufa e/ ou seus precursores na atmosfera numa área específica e ao longo de um período determinado

Eventos Extremos

Os eventos extremos podem ser referidos como grandes desvios de um estado climático moderado que possuem potencial de destruição: chuvas intensas, vendavais e furacões, grandes secas. Estes eventos são caracterizados pela sua intensidade, baixa frequência e dificuldade de gerenciamento de planos para a adaptação e a atenuação de seus efeitos, devido à impossibilidade de prevêê-los com exatidão.

Forçante climático

O termo forçante radiativa tem sido empregado nos diagnósticos do IPCC para denotar uma perturbação imposta externamente no balanço energético radiativo do sistema climático da Terra. Esta perturbação pode ser causada por alterações temporais de concentrações de elementos radiativos ativos (por exemplo, CO₂, aerossóis), alterações na radiação solar sobre o planeta, ou outras alterações que afetam a energia radiativa absorvida pela superfície. Este desequilíbrio no balanço de radiação tem o potencial de levar a mudanças nos parâmetros climáticos e, assim, resultar em um novo estado de equilíbrio do sistema climático. Forçante radiativa é usado para avaliar e comparar as causas antropogênicas e naturais das mudanças climáticas.

Gases de Efeito Estufa (GEE)

Gases integrantes da atmosfera, de origem natural ou antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha para a superfície da Terra e para a atmosfera, causando o efeito estufa. O vapor d'água (H₂O), o dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂), o óxido nitroso (N₂O), o metano (CH₄) e o ozônio (O₃) são os principais GEE na atmosfera

***Global Warming Potential* (Potencial de Aquecimento Global)**

O Potencial de Aquecimento Global (GWP) parâmetro proposto pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) serve para comparar os gases do efeito estufa entre si que têm diferentes impactos sobre o clima. O Potencial de Aquecimento Global é um fator de ponderação para somar impulsos de emissões dos diferentes gases de efeito estufa de forma que produzam resultados equivalentes em termos do aumento da temperatura após um período de tempo específico. Há discordâncias em relação ao cálculo deste parâmetro.

Governança

O exercício da autoridade econômica, política e administrativa para gerenciar um país ou região em todos os níveis de modo a garantir a efetividade dos processos e das instituições, por meios das quais, os cidadãos articulam seus interesses, exercitam seus direitos legais, cumprem com suas obrigações e mediam suas diferenças.

Impactos da Mudança do Clima

Referem-se aos efeitos das mudanças climáticas nos sistemas naturais e humanos.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima é um grupo científico da ONU, fundado em 1988 pela WMO (*World Meteorological Organisation*) e pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). Em 1990 emitiu um relatório afirmando que a ação do homem poderia estar causando o efeito estufa. O estudo foi a base para as discussões durante a Rio-92, no Rio de Janeiro, quando países desenvolvidos se comprometeram a reduzir ou limitar voluntariamente, até o ano 2000, as emissões de gases causadores do efeito estufa. O IPCC faz relatórios anuais sobre o Estado da Arte científico da pesquisa do clima, examina os efeitos das mudanças climáticas e desenvolve estratégias de combate, subsidiando as Partes da Convenção.

Inventário de emissões

Levantamento por meio do qual países ou estados obtêm registros dos sumidouros de gases de efeito estufa e fontes de emissões. Os GEE devem ser inventariados por todos os países que fazem parte da Convenção do Clima. De modo a tornar os inventários comparáveis, os países devem adotar uma metodologia comum na elaboração de seus respectivos inventários.

Meio ambiente

Conjunto dos agentes físicos, químicos, biológicos e dos fatores sociais suscetíveis de exercerem um efeito direto ou indireto, imediato ou a longo prazo sobre todos os seres vivos

Mitigação

Refere-se a uma intervenção antropogênica para reduzir a própria forçante antropogênica no sistema climático. Incluem-se estratégias para redução das fontes de emissões de gases do efeito estufa e também para o aumento dos sumidouros desses mesmos gases.

Modelos Climáticos

Modelos computacionais que tentam replicar de forma matemática o clima na Terra e fazer previsões sobre as alterações climáticas com uma maior concentração de gases do efeito estufa na atmosfera.

Mudança do Clima

Mudança que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis.

Vulnerabilidade

O aquecimento global traz uma série de situações que caracterizam vulnerabilidades para as populações, ou seja: as mudanças climáticas influirão na biodiversidade, na agricultura, nas mudanças ambientais, nos regimes hídricos e nas condições de saúde. A biodiversidade será afetada na medida em que as espécies terão que se adaptar a novos regimes climáticos usarão migração para procurar locais mais adequados ou mesmo se extinguirão. Isto causará a perda dos serviços ecossistêmicos, do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais, tudo isso trazendo prejuízos diversos. A agricultura sofrerá abalos com a mudança do regime de chuvas e modificações nos solos, com perda de produtividade, prejuízos à segurança alimentar e causando migrações e conflitos. As mudanças ambientais possíveis, além das já citadas, serão principalmente o derretimento das calotas polares, com aumento dos níveis do oceano e consequente perda de regiões costeiras, com prejuízos para a agricultura e o turismo. Os regimes hídricos sofrerão modificações pluviométricas que, segundo a região, poderão causar estresse hídrico ou enchentes com evidentes prejuízos em todas as áreas. No aspecto saúde, as mudanças climáticas causarão o aumento e a migração de vetores, o aumento de epidemias e doenças, a redução da produtividade e o aumento dos gastos com medicamentos e cuidados à saúde. Para enfrentar estas possibilidades torna-se fundamental o planejamento de ações que possam minimizar os impactos. Entre as ações possíveis, em primeiro lugar é necessária a criação de indicadores de impacto e monitoramento como, por exemplo, a floração das árvores e produção de sementes. Alguns itens devem ser contemplados como avaliação de riscos, avaliação de custos e um planejamento permanente.

1. Apresentação

As mudanças climáticas são um elemento que deve integrar qualquer planejamento de longo prazo. Devido à magnitude das possíveis repercussões, formuladores de políticas precisam levar em conta, nas tomadas de decisão, a existência de riscos associados a extremos climáticos, ao aumento do nível dos mares e a outros efeitos relacionados às mudanças climáticas.

O Brasil tem investido no desenvolvimento e aperfeiçoamento progressivo de sistemas de observação e monitoramento que captam elementos de como o clima está mudando. Entretanto, este esforço não fornece, necessariamente, informações sobre os impactos das mudanças climáticas nos diversos sistemas envolvidos e que são especialmente relevantes para o planejamento político e econômico e para a tomada de decisão.

O objetivo deste trabalho é o levantamento do estado da arte dos sistemas de monitoramento de impacto das mudanças climáticas em países selecionados, com a finalidade de subsidiar a discussão para o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de mudanças climáticas no Brasil.

2. Introdução

O presente levantamento sobre os sistemas de monitoramento e observação de impactos de mudanças climáticas em países destacados por continente (EUA, Reino Unido, Austrália, Emirados Árabes, Japão e China) e experiências multilaterais (União Europeia - UE, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO, Organização Meteorológica Mundial - OMM, Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC) busca conhecer o estado da arte desses sistemas no mundo, com vista a subsidiar a discussão para o desenvolvimento de um sistema de monitoramento no contexto brasileiro.

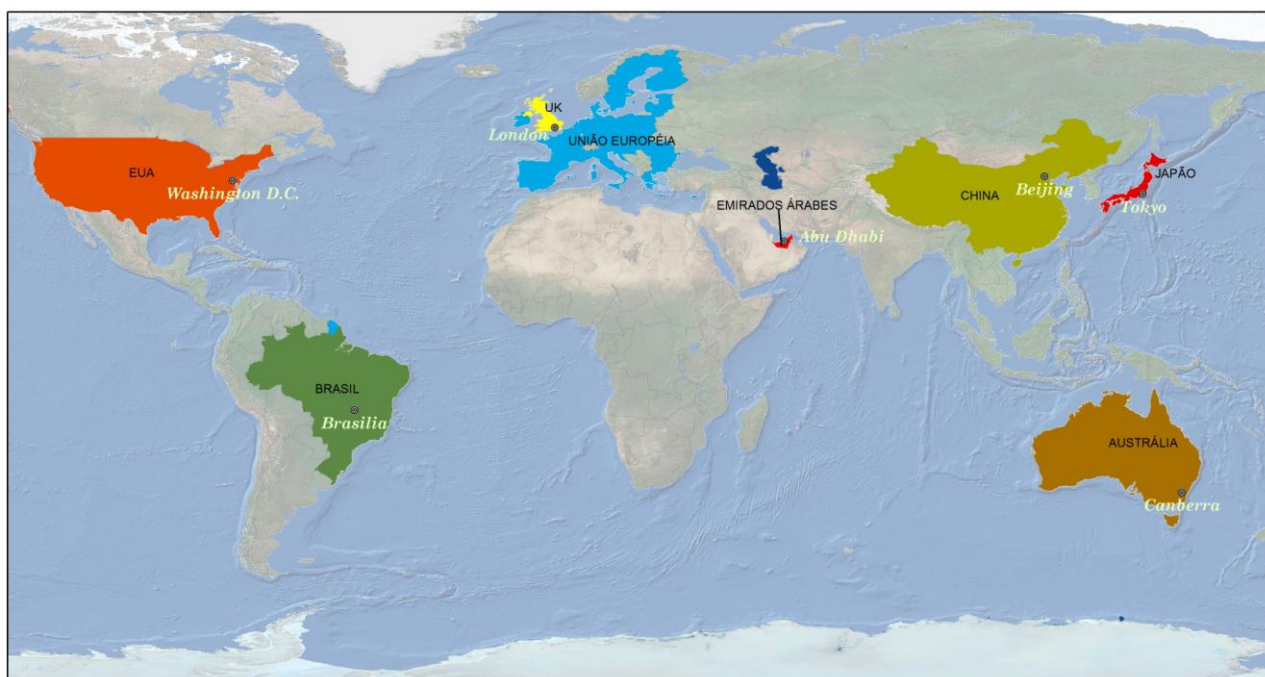


Figura 1 – Localização dos países selecionados para o levantamento.

O desenvolvimento do sistema de monitoramento no Brasil se insere dentro dos objetivos prioritários do Programa 2050: Mudança Climática do Plano Plurianual – PPA - 2012 / 2015, sob a liderança do Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação – MCTI - e do Ministério de Meio Ambiente – MMA, a fim de detectar precocemente tendências associadas à mudança do clima para que estratégias de adaptação possam ser implementadas em tempo e com sucesso.

Por sua vez, o Programa de Mudança Climática do PPA está consoante com as diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima, Lei 12.187/2009, que prevê a formulação de medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico, bem como a promoção e o desenvolvimento de pesquisas científico-tecnológicas, e a difusão de tecnologias, processos e práticas orientados para identificar vulnerabilidades e adotar medidas de adaptação adequadas.

Convergindo às prioridades do Programa de Mudança do Clima, encontra-se em processo de gestação o Plano Nacional de Adaptação, conforme prevê o Plano Nacional de Mudança do Clima, sob a condução da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (SEPED) do MCTI e da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQA) do MMA. Neste esforço, o sistema de monitoramento dos impactos em desenvolvimento é parte integrante do Plano, junto com os estudos e mapeamentos de vulnerabilidade, e o levantamento de ações de adaptação existentes no país, servindo de base para elaboração de uma proposta robusta.

De acordo com relatório recente, do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) e da Comissão Econômica para a América Latina - CEPAL, (SAMANIEGO, 2009) a América Latina e o Caribe estão entre as regiões mais vulneráveis às mudanças climáticas. Em grandes linhas, o peso da adaptação recai principalmente sobre os países em desenvolvimento, onde os impactos projetados tendem a ser antecipadamente mais significativos ao mesmo tempo em que a vulnerabilidade é maior devido a menor disponibilidade de recursos.

Com base no relatório AR4 do IPCC (2007), é possível constatar a mudança do clima a partir de observações de aumento da temperatura média da superfície da terra e da superfície do mar, do derretimento de gelo e neve em larga escala, e do aumento do nível médio global do mar. O aquecimento gera distúrbios no ciclo hidrológico devido à retroalimentação entre temperaturas crescentes e processos hidrológicos, que alteram os padrões de precipitação e escoamento, assim como intensifica e aumenta a frequência de eventos climáticos extremos.

Os possíveis impactos das alterações climáticas são projetados via Modelos Globais do Clima, com o *downscaling* destes para a escala local (HULME *et al.*, 1999). Entretanto, são muitos os fatores de incertezas em relação ao futuro uma vez que não é possível prever as tendências populacionais, a dinâmica econômica, o desenvolvimento tecnológico e outras características das atividades humanas (IPCC, 2001). Para tanto, as projeções são feitas com base em possíveis cenários, que são combinações de fatores determinantes de emissões futuras de GEE no mundo. Consequentemente, os impactos da mudança do clima no planeta e nos países também são projetados dentro de uma faixa de incerteza, embora haja razoáveis hipóteses acerca das possíveis consequências.

O relatório especial *Manejo de Riscos de Eventos Extremos e Desastres para o Avanço da Adaptação Climática* do IPCC (SREX, 2012) indica que, no que tange a dados observados desde 1950, houve uma redução dos dias e noites frias, ao mesmo tempo em que aumentaram os dias e noites quentes; aumento de chuvas fortes, intensificação e aumento do período de secas em

algumas regiões e o contrário em outras regiões; aumento das ressacas pelo aumento do nível do mar e um possível aumento das atividades de ciclones tropicais.

No que tange ao clima futuro, os modelos projetam uma tendência de aquecimento e intensificação de eventos extremos como: aumento de ondas de calor, aumento de frequência de chuvas fortes em muitas áreas do globo; ampliação da velocidade máxima média do vento, recrudescimento das secas em algumas estações e regiões; aumento de alagamentos costeiros em função do aumento do nível de do mar; recuo glacial e do *permafrost* que provocará fenômenos, como movimentos de massa e inundações glaciais.

Os eventos extremos terão maiores impactos nos setores mais ligados ao clima, tais como água, agricultura e segurança alimentar, florestas, saúde e turismo. Além disso, desastres associados a extremos climáticos podem influenciar a mobilidade e a realocação da população, afetando tanto as comunidades de acolhimento quanto as de origem (ver Tabela 01 – Resumo das alterações dos extremos observados e projetados).

É esperado que a integração do conhecimento local com o conhecimento científico possa contribuir para a redução de risco de desastres e adaptação às mudanças climáticas. Assim como a comunicação adequada e oportuna manter é fundamental para sua gestão eficaz.

Ciente desse desafio, muitos países têm investido no desenvolvimento e aperfeiçoamento progressivo de sistemas de monitoramento e observação dos impactos para ampliar a compreensão da dimensão e da natureza das mudanças climáticas e subsidiar ações de prevenção e adaptação. O Brasil também conta com uma série de monitoramentos, entretanto, há necessidade de ampliar tal esforço, sobretudo quanto ao fornecimento de informações sobre os impactos socioambientais das mudanças climáticas e que são especialmente relevantes para o planejamento e a tomada de decisão para a adaptação.

Neste sentido, o presente panorama dos sistemas de observação e monitoramento de impactos das mudanças climáticas visa subsidiar o desenvolvimento de um sistema no Brasil. A estrutura do levantamento busca elencar as questões chaves dos sistemas tais como: atendimento às principais vulnerabilidades climáticas do país, indicadores monitorados, premissas para a eleição dos indicadores, além de uma breve referência à estrutura de governança e à forma de operacionalização dos sistemas identificados.

Por fim, vale observar o desafio de o presente trabalho ter sido realizado em curto espaço de tempo, dada a necessidade de atender ao prazo de definição de investimentos no PPA. Assim sendo, as informações levantadas não esgotam as possibilidades de análise, ao contrário, dá-se início a reflexão conjunta com o grupo gestor do processo, conjecturando possibilidades de desenvolvimento de um sistema de monitoramento adequado à realidade e necessidade brasileira, de forma a assegurar a disponibilidade de informações observadas e as necessidades informativas dos gestores públicos e da sociedade civil para a tomada de decisão na gestão dos potenciais impactos da mudança do clima.

Tabela 1: Resumo das alterações dos extremos observadas e projetadas em escala

		Observed Changes (since 1950)	Attribution of Observed Changes	Projected Changes (up to 2100) with Respect to Late 20th Century
Weather and Climate Variables	Temperature (Section 3.3.1)	<i>Very likely</i> decrease in number of unusually cold days and nights at the global scale. <i>Very likely</i> increase in number of unusually warm days and nights at the global scale. <i>Medium confidence</i> in increase in length or number of warm spells or heat waves in many (but not all) regions. <i>Low or medium confidence</i> in trends in temperature extremes in some subregions due either to lack of observations or varying signal within subregions. [Regional details in Table 3-2]	<i>Likely</i> anthropogenic influence on trends in warm/cold days/nights at the global scale. No attribution of trends at a regional scale with a few exceptions.	<i>Virtually certain</i> decrease in frequency and magnitude of unusually cold days and nights at the global scale. <i>Virtually certain</i> increase in frequency and magnitude of unusually warm days and nights at the global scale. <i>Very likely</i> increase in length, frequency, and/or intensity of warm spells or heat waves over most land areas. [Regional details in Table 3-3]
	Precipitation (Section 3.3.2)	<i>Likely</i> statistically significant increases in the number of heavy precipitation events (e.g., 95th percentile) in more regions than those with statistically significant decreases, but strong regional and subregional variations in the trends. [Regional details in Table 3-2]	<i>Medium confidence</i> that anthropogenic influences have contributed to intensification of extreme precipitation at the global scale.	<i>Likely</i> increase in frequency of heavy precipitation events or increase in proportion of total rainfall from heavy falls over many areas of the globe, in particular in the high latitudes and tropical regions, and in winter in the northern mid-latitudes. [Regional details in Table 3-3]
	Winds (Section 3.3.3)	<i>Low confidence</i> in trends due to insufficient evidence.	<i>Low confidence</i> in the causes of trends due to insufficient evidence.	<i>Low confidence</i> in projections of extreme winds (with the exception of wind extremes associated with tropical cyclones).
Phenomena Related to Weather and Climate Extremes	Monsoons (Section 3.4.1)	<i>Low confidence</i> in trends because of insufficient evidence.	<i>Low confidence</i> due to insufficient evidence.	<i>Low confidence</i> in projected changes in monsoons, because of insufficient agreement between climate models.
	El Niño and other Modes of Variability (Sections 3.4.2 and 3.4.3)	<i>Medium confidence</i> in past trends toward more frequent central equatorial Pacific El Niño-Southern Oscillation (ENSO) events. Insufficient evidence for more specific statements on ENSO trends. <i>Likely</i> trends in Southern Annular Mode (SAM).	<i>Likely</i> anthropogenic influence on identified trends in SAM. ¹ Anthropogenic influence on trends in North Atlantic Oscillation (NAO) are about as likely as not. No attribution of changes in ENSO.	<i>Low confidence</i> in projections of changes in behavior of ENSO and other modes of variability because of insufficient agreement of model projections.
	Tropical Cyclones (Section 3.4.4)	<i>Low confidence</i> that any observed long-term (i.e., 40 years or more) increases in tropical cyclone activity are robust, after accounting for past changes in observing capabilities.	<i>Low confidence</i> in attribution of any detectable changes in tropical cyclone activity to anthropogenic influences (due to uncertainties in historical tropical cyclones record, incomplete understanding of physical mechanisms, and degree of tropical cyclone variability).	<i>Likely</i> decrease or no change in frequency of tropical cyclones. <i>Likely</i> increase in mean maximum wind speed, but possibly not in all basins. <i>Likely</i> increase in heavy rainfall associated with tropical cyclones.
	Extratropical Cyclones (Section 3.4.5)	<i>Likely</i> poleward shift in extratropical cyclones. <i>Low confidence</i> in regional changes in intensity.	<i>Medium confidence</i> in an anthropogenic influence on poleward shift.	<i>Likely</i> impacts on regional cyclone activity but <i>low confidence</i> in detailed regional projections due to only partial representation of relevant processes in current models. <i>Medium confidence</i> in a reduction in the numbers of mid-latitude storms. <i>Medium confidence</i> in projected poleward shift of mid-latitude storm tracks.
Impacts on Physical Environment	Droughts (Section 3.5.1)	<i>Medium confidence</i> that some regions of the world have experienced more intense and longer droughts, in particular in southern Europe and West Africa, but opposite trends also exist. [Regional details in Table 3-2]	<i>Medium confidence</i> that anthropogenic influence has contributed to some observed changes in drought patterns. <i>Low confidence</i> in attribution of changes in drought at the level of single regions due to inconsistent or insufficient evidence.	<i>Medium confidence</i> in projected increase in duration and intensity of droughts in some regions of the world, including southern Europe and the Mediterranean region, central Europe, central North America, Central America and Mexico, northeast Brazil, and southern Africa. Overall <i>low confidence</i> elsewhere because of insufficient agreement of projections. [Regional details in Table 3-3]
	Floods (Section 3.5.2)	Limited to medium evidence available to assess climate-driven observed changes in the magnitude and frequency of floods at regional scale. Furthermore, there is low agreement in this evidence, and thus overall <i>low confidence</i> at the global scale regarding even the sign of these changes. <i>High confidence</i> in trend toward earlier occurrence of spring peak river flows in snowmelt- and glacier-fed rivers	<i>Low confidence</i> that anthropogenic warming has affected the magnitude or frequency of floods at a global scale. <i>Medium confidence</i> to <i>high confidence</i> in anthropogenic influence on changes in some components of the water cycle (precipitation, snowmelt) affecting	<i>Low confidence</i> in global projections of changes in flood magnitude and frequency because of insufficient evidence. <i>Medium confidence</i> (based on physical reasoning) that projected increases in heavy precipitation would contribute to rain-generated local flooding in some catchments or regions. <i>Very likely</i> earlier spring peak flows in snowmelt- and glacier-fed rivers
Impacts on Physical Environment (Continued)	Extreme Sea Level and Coastal Impacts (Sections 3.5.3, 3.5.4, and 3.5.5)	<i>Likely</i> increase in extreme coastal high water worldwide related to increases in mean sea level in the late 20th century.	<i>Likely</i> anthropogenic influence via mean sea level contributions.	<i>Very likely</i> that mean sea level rise will contribute to upward trends in extreme coastal high water levels. <i>High confidence</i> that locations currently experiencing coastal erosion and inundation will continue to do so due to increasing sea level, in the absence of changes in other contributing factors.
	Other Physical Impacts (Sections 3.5.6, 3.5.7, and 3.5.8)	<i>Low confidence</i> in global trends in large landslides in some regions. <i>Likely</i> increased thawing of permafrost with <i>likely</i> resultant physical impacts.	<i>Likely</i> anthropogenic influence on thawing of permafrost. <i>Low confidence</i> of other anthropogenic influences because of insufficient evidence for trends in other physical impacts in cold regions.	<i>High confidence</i> that changes in heat waves, glacial retreat, and/or permafrost degradation will affect high mountain phenomena such as slope instabilities, mass movements, and glacial lake outburst floods. <i>High confidence</i> that changes in heavy precipitation will affect landslides in some regions. <i>Low confidence</i> in projected future changes in dust activity.

3. Questões Conceituais das Métricas do Monitoramento

3.1 Sustentabilidade Ambiental

A escolha ou a concepção de indicadores nesta proposta para serem monitorados incorpora o conceito de sustentabilidade ambiental (NAS, 2010). Sustentabilidade ambiental é entendida como a capacidade dos sistemas ambientais de prover serviços ambientais ao homem. Neste enfoque os impactos das mudanças climáticas são percebidos como alterações ambientais que afetam a capacidade de provisão de serviços ambientais que, em última instância, impacta o ser humano. Portanto, o cerne da ligação entre o ambiente sustentável e os sistemas humanos é a provisão de serviços ambientais.

3.2 Vulnerabilidade e Indicadores

Ao associar os impactos de mudanças climáticas a sistemas humanos, necessariamente leva-se a examinar as vulnerabilidades humanas, que se apresentam de forma diferenciada segundo a história de seu desenvolvimento, a sua localização e os seus segmentos sociais. Os impactos ocorrem quando os sistemas humanos vulneráveis são expostos a alterações ambientais/climáticas que afetam a capacidade de provisão dos serviços ambientais para a sua reprodução.

Assim sendo, para a eleição de indicadores de impactos da mudança do clima é necessário examinar as suscetibilidades do meio físico e as vulnerabilidades do ecossistema, assim como as vulnerabilidades socioeconômicas da população. É nesse sentido que os indicadores prioritários diferem entre países. Recomenda-se que os indicadores sejam discutidos e eleitos pelos pesquisadores do próprio país, que conhecem as fragilidades e vulnerabilidades domésticas, bem como as potencialidades e limitações institucionais para o monitoramento e adaptação.

3.3 Níveis de Impactos das Mudanças Climáticas

Convém esclarecer que há uma diversidade de impactos das mudanças climáticas que apresentam efeitos em cadeia, sendo uns mais diretos e outros mais indiretos. Nessa cadeia, os indicadores mais diretos, como as variáveis meteorológicas, são, a rigor, indicadores de detecção da mudança climática em si. No presente levantamento, os indicadores de impactos de mudanças climáticas são referidos em dois grandes níveis, os primários e os secundários. Os indicadores primários são efeitos das mudanças climáticas observáveis nos meios físicos, e os secundários são os efeitos dos impactos sobre os ecossistemas e os sistemas humanos.

Em última instância, vale ressaltar que as alterações no meio físico só são significativas quando impactam a vida em alguma medida, seja nos ecossistemas (vida marinha, a biodiversidade) ou nos sistemas humanos (atividades produtivas, segurança e saúde dos humanos, infraestruturas, etc.). Em suma, é fundamental entender a relação os efeitos dos indicadores primários nos secundários.

3.4 Indicadores Primários

Em grandes linhas, os indicadores primários, também chamados de indicadores essenciais pela OMM, são os mesmos para países localizados em regiões do globo com condições físico-geográficas semelhantes. Já os indicadores secundários são bem mais complexos e tendem a diferir muito, uma vez que as vulnerabilidades socioeconômicas de países e grupos sociais são

muito variadas pois dependem das características socioeconômicas, culturais, institucionais, tecnológicas, dotação financeira, infraestrutura, condições de exposição aos impactos, bem como das condições de produção.

3.5 Indicadores Secundários

Os impactos climáticos nos sistemas vivos são intrinsecamente vinculados à sua vulnerabilidade em relação ao tipo de impacto. O conceito de vulnerabilidade é uma combinação de sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa. Assim, os estudos de vulnerabilidade precedem a seleção de indicadores secundários para serem monitorados. Por exemplo, o monitoramento do impacto da mudança do clima em um determinado cultivo requer o conhecimento sobre a sua sensibilidade em relação à alteração da temperatura e pluviosidade, e sua distribuição geográfica, bem como a disponibilidade de variedades resistentes a tais impactos. Ou seja, os estudos e mapeamentos de vulnerabilidade são fundamentais para o monitoramento de impactos do clima sobre os sistemas vivos. Do contrário, o monitoramento seria sobre o desempenho do cultivo, mas não necessariamente do impacto do clima nele.

3.6 Fronteira entre Pesquisa e Monitoramento

A rigor é difícil traçar um corte divisor entre a pesquisa e o monitoramento. Os monitoramentos na fronteira do conhecimento apresentam-se mais como pesquisas pois são pontuais e, em geral, não apresentam a continuidade que um monitoramento, propriamente dito, necessariamente teria que apresentar. Entretanto, as pesquisas são fundamentais para auxiliar e avançar os monitoramentos, até porque só é possível monitorar um fenômeno quando já se tem conhecimento das características e dos parâmetros do mesmo e ainda quando é possível distinguir em que medida a mudança do clima contribui. Neste particular, a academia é, por excelência, apropriada para esta função.

Infelizmente, a ciência ainda apresenta uma grande lacuna de conhecimento sobre os impactos das mudanças climáticas em sistemas humanos, os quais sofrem influências múltiplas antrópicas, sendo o clima apenas um dos fatores. Mesmo assim, é possível associar alguns impactos em sistemas humanos à mudança do clima, ainda que não se tenha a exata medida desta influência.

Assim sendo, entende-se que monitoramentos são processos de longo prazo e rotineiros e, portanto, devem ser executados por instituições executivas públicas, com vinculação de recursos assegurados em lei de forma que se possa garantir a sua continuidade.

4. Sistema de Monitoramento e Observação de Impactos de Mudanças Climáticas

O levantamento da experiência internacional compreende alguns países selecionados e algumas experiências multilaterais resumida nesse capítulo

4.1 América do Norte – Estados Unidos da América

4.1.1 Principais características político-econômicas do país

Os Estados Unidos são constituídos por cinquenta estados e um distrito federal. O país situa-se, principalmente, na região central da América do Norte, onde quarenta e oito estados e Washington DC, o distrito capital, estão localizados entre os oceanos Pacífico e Atlântico, fazendo fronteira com o Canadá ao norte e com o México ao sul (Figura 2). O estado do Alasca está no noroeste do continente. O país também possui territórios no Caribe e no Pacífico, totalizando 9,37 milhões de km² de área e cerca de 309 milhões de habitantes, sendo o quarto maior país em área total e o quinto maior em área contínua e terceiro em população.



Figura 2 – Mapa dos Estados Unidos da América (Fonte:pt.dreamstime.com).

Os Estados Unidos possuem a maior economia do mundo, com um Produto Interno Bruto estimado em mais de US\$14,7 trilhões (ano 2010) – quase o dobro do PIB da China (US\$8,2 trilhões). O país apresenta o maior e mais influente mercado financeiro do mundo, abrigando as principais bolsas de valores e *commodities*.

Como o país é muito extenso, o clima varia entre as regiões do país. A Flórida apresenta um clima subtropical, enquanto o Alasca apresenta um clima polar. Grande parte do país possui um clima continental, com verões quentes e invernos frios. Certas partes dos Estados Unidos, como a Califórnia, tem um clima mediterrânico. No geral, porém, a maior parte do país tem clima temperado ou subtropical, marcado por quatro estações distintas, com mudanças regulares de temperatura e precipitação.

4.1.2 Premissas dos impactos, principais vulnerabilidades socioeconômicas e regiões mais suscetíveis

a) Regiões suscetíveis a mudanças climáticas nos EUA

As regiões potencialmente mais vulneráveis nos Estados Unidos são: Alasca, zonas costeiras, vales suscetíveis à inundação, zonas áridas onde o estresse hídrico é uma questão problemática, e áreas cuja economia é sensível ao clima.

b) Vulnerabilidades (premissas)

- Aumento das enchentes, pelo aumento do nível do mar, afetando a população e as infraestruturas de energia e transporte na costa;
- Aumento do estresse na saúde dos idosos;
- Aumento de incêndios florestais;
- Aumento de tempestades tropicais e tornados;
- Estresse à população e aos ecossistemas com o aumento da temperatura;
- Estresse na disponibilidade de recursos hídricos, principalmente no Oeste;
- Na agropecuária se o aquecimento for muito intenso afetará a produção e produtividade. Se a intensidade for pequena pode ser favorável, aumentando o período e a área produtiva;
- Redução da produtividade florestal (Douglas-fir) no Noroeste do Pacífico, principal fonte de madeira no país; e
- Secas mais intensas entre períodos de chuvas fortes.

4.1.3 Temáticas e programas de monitoramento existentes

a) Temáticas

• Seleção de indicadores de mudança do clima para serem monitorados

Sem dúvida, a seleção de indicadores para serem monitorados é um tema que mobiliza as instituições de forma transversal nos EUA. O relatório do EPA (*United States Environmental Protection Agency*) reuniu 26 indicadores mais relevantes de mudanças climáticas a partir de dados públicos de instituições colaboradoras para mostrar as mudanças observadas ao longo do tempo. Os indicadores foram escolhidos segundo um conjunto de critérios que levam em consideração: a utilidade, a objetividade, a qualidade dos dados, a transparência, possibilidade de se comunicar de forma significativa, e a relevância para as mudanças climáticas. Estes são subdivididos em cinco grupos (EPA, 2012):

- **Ecossistemas (5):** fluxo hidrológico; estação de pólen; período de crescimento vegetativo; datas de floração e brotação; e alcance de voo dos pássaros no inverno.
- **GEE (4):** emissão dos EUA; emissão global; concentração de GHG na atmosfera; e forçantes climáticas.
- **Meteorologia (6):** temperatura nos EUA e global; temperaturas máximas e mínimas; precipitação nos EUA e no globo; chuvas fortes; estresse hídrico; e ciclones tropicais.
- **Neve e gelo (6):** gelo Ártico; glaciares; gelo dos lagos; neve; cobertura da neve; e altura da neve.
- **Oceanos (4):** temperatura dos oceanos; temperatura da superfície do mar; nível do mar; e acidificação dos oceanos.
- **Saúde humana (1):** mortes relacionadas ao calor.

A *National Academy of Science* reuniu em 2012 pesquisadores de diferentes áreas para um debate, visando produzir métricas de interface necessária entre indicadores físicos (sistema terra ou primários) e indicadores de sistemas humanos (socioeconômicos ou secundários) (NAS, 2012). Os resultados da discussão sinalizam que a maioria dos indicadores sugeridos para o monitoramento nos EUA centra nos indicadores primários e que os secundários deverão ser monitorados na medida em que os primários estiverem mais estruturados e conhecidos.

Interessante observar que a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) possui o seu próprio conjunto de indicadores de mudança do clima (<http://climate.nasa.gov>). Destaca-se que são mais indicadores físicos de mudanças climáticas do que impactos de mudança climática. São eles: concentração de CO₂ na atmosfera, temperatura global, gelo do mar Ártico, gelo continental e nível do mar. Estes indicadores estão incluídos nos 26 indicadores da EPA.

• **Saúde e mudanças climáticas**

Saúde é um tema de preocupação em relação ao clima. Uma série de esforços¹ é enveredada, tais como: a montagem do metadado MATCH (*Metadata Access Tool for climate and Health*, o Programa Saúde e Clima do CDC (*Center for Disease Control*) e indicadores de impactos relacionados à saúde como: duração da estação do pólen de ambrósia-americana, mortes relacionados ao calor, entre outros.¹

• **Foco nos aspectos físicos dos impactos das mudanças climáticas monitorados.**

Há uma predominância de aspectos físicos dos impactos das mudanças climáticas monitorados, tais como: qualidade do ar, albedo do gelo, precipitação, nuvens, irradiação solar, entre outros.

¹ Comentários dos esforços no item sobre programas de monitoramento de mudanças climáticas na seção “b”

b) Programas de monitoramento de mudanças climáticas

• US Global Change Research Program - USGCRP

O USGCRP é o programa que coordena e integra as pesquisas no nível federal sobre mudanças no ambiente global e suas implicações para a sociedade. Conta com uma subcomissão sobre a Ciência da Adaptação. Trata-se de um esforço colaborativo envolvendo 13 agências federais, incluindo a EPA, para avaliar os impactos atuais e futuros da mudança do clima, informar os tomadores de decisão política e a população sobre as descobertas científicas, e investigar formas eficazes de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e implantar tecnologia de baixo custo de energia limpa. É um programa predominantemente de pesquisa.

O Programa é o executor da Avaliação Nacional Quadrienal do Clima, um inventário completo dos impactos relacionados à mudança do clima, vulnerabilidades e enfrentamentos que cabe a todos no país. O Programa tem buscado integrar as observações da Administração Nacional Espacial e Aeronáutica – NASA - às observações civis mais amplas do Governo.

As Agências Federais que fazem parte do USGCRP e manejam programas de adaptação são:

- *Environmental Protection Agency (EPA)*
- *U.S. Agency for International Development (USAID)*
- *U.S. Department of Agriculture (USDA)*
- *U.S. Department of Defense (DoD)*
- *U.S. Department of Energy (DoE)*
- *U.S. Department of Health and Human Services (HHS)*
- *U.S. Department of Homeland Security (DHS)*
- *U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD)*
- *U.S. Department of the Interior (DOI)*
- *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*
- *U.S. Department of Commerce*
- *U.S. Department of Transportation (DOT)*

• Relatório de monitoramento de 26 indicadores de impacto de MC da EPA

A EPA, por meio do seu Gabinete de Programas atmosféricos (*Office of Atmospheric Programs*), da Divisão de Mudanças Climáticas, com o apoio do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento (*Office Research and Development*) e do Instituto das Águas (*Office of Water*), desenvolveu um relatório dos 26 Indicadores de Impactos de Mudanças Climáticas. O monitoramento dos indicadores é realizado por outras Agências Federais e colaboradores.

• MATCH - Metadados sobre clima e saúde coordenado pela EPA

O MATCH é um dos resultados da parceria da USGCRP e muitas outras instituições que trabalham com a saúde e o meio ambiente. É um metadado que pode contribuir para a compreensão da influência das mudanças climáticas à saúde humana. O MATCH congrega um conjunto 9.000 bases de dados já existentes de Agências do Governo (NOAA, NIH, NASA, CDC, EPA, USGS, e USACE) frutos de anos de observação e pesquisa na área da ciência, da saúde, ambiental e geofísica.

- **Programa clima e saúde do CDC- *U.S. Centers for Disease Control and Prevention***

A missão do Programa é: i) Liderar os esforços para identificar as populações vulneráveis à mudança climática; ii) Prevenir e adaptar-se aos impactos atuais e previstas de saúde; e iii) Assegurar que os sistemas estejam prontos para detectar e responder a ameaças atuais e emergentes à saúde.

- ***Environmental Public Health Tracking Program***

Programa do CDC - *U.S. Centers for Disease Control and Prevention* - que analisa os dados da causa principal e da causa subjacente das mortes relacionadas com calor. Estes dados estão no Banco de Dados WONDER disponível em: <http://wonder.cdc.gov/mortSQL.html>.

- **Parceria entre NASA e CISCO para o monitoramento de mudança do clima**

NASA e Cisco Inc. desenvolveram em parceria uma plataforma colaborativa para o monitoramento global *on-line* chamado "Planetary Skin" para capturar, coletar, analisar e divulgar dados de satélite, sensores aéreos, marítimos e terrestres em todo o mundo sobre as condições ambientais no planeta. Estes dados serão disponibilizados para o público em geral, governos e empresas para medir, relatar e verificar os dados ambientais em tempo quase real para ajudar a detectar e se adaptar à mudança climática global.

- **Programa Ciência da Terra e Divisão de Sistemas Inteligentes da NASA Ames**

Os Programas “Ciência da Terra” e “Sistemas Inteligentes” da NASA Ames são realizados e alavancados em parceria com outras agências federais, universidades e empresas. Estes programas são especializados em três áreas que se sobrepõem: previsão e modelagem de mudanças globais, monitoramento e avaliação de riscos, e resposta a eventos catastróficos.

- ***TOPS - Terrestrial Observation and Prediction System***

O Programa de Observação Terrestre e Sistema de Previsão é um dos importantes programas de monitoramento da NASA que utiliza observações da Terra e modelos preditivos para o monitoramento diário e previsão de inúmeras variáveis da biosfera que são indicadores importantes de eventos que acontecem no sistema Terra, entre eles a mudança do clima.

- ***U.S. Geological Survey Benchmark Glacier Program***

Realiza medições das geleiras de referência nos EUA e fornece dados para o cálculo Indicador de Glaciares, bem como elabora relatórios periódicos e os disponibiliza no site do programa em: <http://ak.water.usgs.gov/glaciology>.

- **Força-Tarefa Interministerial de Adaptação às MC**

A Força Tarefa Interministerial de Adaptação é co-presidida pelo Conselho da Casa Branca sobre Qualidade Ambiental (CEQ), o Escritório de Política Científica e Tecnológica da Casa Branca, a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA - *National Oceanic and*

Atmospheric Administration), e inclui representantes de mais de 20 agências federais. A Força-Tarefa é responsável por desenvolver recomendações ao presidente sobre a forma como o governo federal pode fortalecer as políticas e programas para melhor preparar a nação para os impactos das mudanças climáticas.

O objetivo é garantir decisões inteligentes das agências federais para proteger investimentos e salvar a saúde e a segurança das comunidades, economias e infraestrutura dos impactos do mau tempo, do aumento do nível do mar e outras mudanças nas condições climáticas. A Força-Tarefa também elaborou estratégias nacionais de adaptação para proteger os recursos de água doce e peixes, animais selvagens e plantas.

c) Outros programas de monitoramento existentes

Estes programas de monitoramento são independentes dos impactos das mudanças climáticas, mas podem concorrer para colaborar com novos indicadores que vierem a ser monitorados.

- *The Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP);*
- *EPA UV NET Ultraviolet Monitoring Program;*
- *National Marine Debris Monitoring Program;*
- *Aquatic Resource Monitoring;*
- *Unregulated Contaminant Monitoring Program;*
- *Wetland Monitoring Program;*
- *Clean Air Act Compliance Monitoring;*
- *Urban Air Toxics Monitoring Program;*
- *Protocol Verification Program; e*
- *Beach Monitoring & Notification.*

4.1.4 Instituições envolvidas no monitoramento de impactos

a) Instituições

• NASA

A NASA tem o papel de pesquisar sobre a ciência do planeta. Possui um Programa de Pesquisa sobre Sistemas Globais Integrados da Terra via observações, principalmente com auxílio de Satélites. Os instrumentos e satélites da ciência da terra mais conhecidos são: CRIMSAT-1999, AQUA, AQUARIUS-2011, AURA, CALIPSO, CLOUDSAT-2006, EARTH OBSERVING-1, LANDSAT-7, OSTM(JASON-2)-2008, QUICKSCAT, SORCE-2003, TERRA, TRMM-1997, sendo que cada um realiza observações e funções específicas. Os indicadores chaves monitorados são associados ao sistema terra com destaque para: concentração de CO₂, temperatura da superfície global, gelo do mar Ártico, camada de gelos continentais e nível do mar.

- **EPA - *Environmental Protection Agency***

A EPA, por meio do seu Programa de Pesquisa, realiza experiências e apoia o USGCOP para entender o meio ambiente e os impactos das mudanças climáticas na saúde e provê soluções sustentáveis para adaptação e reduzir os impactos. Por exemplo, a EPA pesquisa e desenvolve modelos sobre a influência da mudança da temperatura e precipitação na escala continental, a qualidade do ar em nível regional e local, e pesquisa também sobre a resposta das bacias hidrográficas às mudanças de grande escala para o manejo de ecossistemas aquáticos.

- **NOAA - *National Ocean and Atmospheric Administration***

NOAA é a Administração Nacional do Oceano e da Atmosfera, órgão responsável pelos serviços meteorológicos no país, com alcance da superfície do solo ao fundo do mar. Entre seus principais serviços destacam-se: a previsão de tempo, dados do clima passado, segurança climática, alerta ativa (avisos por estado, excesso de chuva e previsão do tempo no inverno, enchentes, perspectivas de tornados e trovoadas, perspectivas de clima de incêndios, alerta de UV e secas).

Possui um programa chamado CLIMATE.GOV que fornece dados científicos tempestivos e oficiais sobre o clima com o objetivo de promover a compreensão pública da ciência climática e os eventos relacionados ao clima, de forma tornar os produtos e serviços de dados de fácil acesso e utilização e prestar apoio relacionado ao clima para o setor privado e a economia do país. O programa fornece notícias e artigos sobre o clima, dados e mapas climáticos, material revisado para o ensino sobre o clima, e materiais revisados por pares para gestão de riscos e oportunidades relacionados com o clima.

- **NSF- *National Science Foundation***

A NSF provê recursos para pesquisas para os diagnósticos de impacto e monitoramento das mudanças climáticas.

- **USDA - *U.S. Department of Agriculture***

O Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Departamento de Agricultura (USDA) apresenta estratégias e ações para enfrentar os efeitos da mudança climática em áreas-chave da responsabilidade do Departamento, incluindo a produção agrícola, segurança alimentar, desenvolvimento rural e florestal e conservação dos recursos naturais. Possui um Escritório do Programa de Mudança do Clima (CCPO – *Climate Change Program Office*) que também serve como ponto focal do USDA para as questões de mudanças climáticas e é responsável pela coordenação de atividades com outros órgãos federais, que interagem com o poder legislativo em questões de mudanças climáticas que afetam agricultura e silvicultura. Em termos de monitoramento de indicadores primários colabora com a medição da quantidade de água contida na neve das montanhas, principalmente no oeste do país pelo efeito na produção agricultura.

- **USGS – US Geological Service**

Responsável pelo monitoramento de glaciares.

- **NCDC - National Climatic Data Center**

O NCDC (Centro Nacional de Dados Climáticos) da NOAA - mantém uma grande base de dados sobre temperatura da superfície terra e da atmosfera baixa dos EUA e do globo.

- **NIH – National Institute of Health**

O Instituto Nacional da Saúde (NIH) é a agência de pesquisa médica e faz parte do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA. Um novo programa de pesquisa financiado pelo NIH busca explorar o impacto da mudança climática sobre a saúde humana. Liderado pelo Instituto Nacional de Ciências de Saúde Ambiental (NIEHS) do NIH, o programa irá pesquisar os fatores de risco que tornam as pessoas mais vulneráveis à exposição ao calor, mudança nos padrões climáticos, mudanças nas exposições ambientais, tais como poluição do ar e produtos químicos tóxicos, bem como os efeitos negativos dos esforços de mitigação e adaptação à mudança do clima.

b) Colaboradores

O USGCRP é um esforço colaborativo envolvendo 13 agências federais.

A EPA recebe colaboração de outras Agências Federais Norte Americanas, tais como: *Centers for Disease Control and Prevention; National Aeronautics and Space Administration; National Oceanic and Atmospheric Administration; National Snow and Ice Data Center; U.S. Department of Agriculture; U.S. Geological Survey* e de ONGs, Universidades e Instituições internacionais.

- **Universidades diversas (MIT, Universidade de Colorado, entre outras)**

- **CDC – Center for Disease Control and Prevention**

Colabora com a análise de causa mortis relacionada ao calor.

- **USACE – US Army Corps of Engineers**

Colabora com a disponibilização de dados sobre saúde para compor o metadado MATCH.

- **National Weather Service Cooperative Observer Network**

Para os indicadores relacionados à temperatura e precipitação o NOAA conta com a colaboração da rede *National Weather Service Cooperative Observer Network*, cujos dados são disponibilizados no site: www.nws.noaa.gov/os/coop/what-is-coop.html.

- **NDMC - National Drought Mitigation Center**

Para o monitoramento das secas a NOAA conta com o NDMC, o Instituto Nacional de Mitigação da Seca.

- ***Woods Hole Oceanographic Institution***

A instituição colabora com o cálculo da acidificação dos oceanos usando dados da Community Earth System Model Data.

- ***National Snow and Ice Data Center***

Realiza a coleta de dados para o indicador Gelo nos lagos e no Mar Ártico. Para o último utiliza tecnologia de imagens de satélite e a Universidade de Colorado colabora com a análise.

- ***Cooperative Observer Program***

O Programa mantém estações meteorológicas para a medição da proporção da pluviosidade em neve e em chuva, disponibilizando seus dados no site: www.nws.noaa.gov/om/coop.

- ***U.S. Historical Climatology Network***

A rede colabora na análise de dados de neve para o indicador de neve e estão disponíveis em: www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/ushcn e colabora com dados para relacionar o clima com as datas de floração e brotação.

- ***Rutgers University Global Snow Lab***

Colabora com o levantamento de dados semanais de imagens de satélite para o Indicador da Extensão da Cobertura da Neve e disponibiliza no site: <http://climate.rutgers.edu/snowcover>.

- ***National Environmental Satellite, Data, and Information Service***

O Serviço de Informação e Dados do Satélite Nacional do Meio Ambiente coleta dados de extensão da cobertura da neve e disponibiliza no site: www.nesdis.noaa.gov para o cálculo do indicador da Extensão da Cobertura da Neve.

- ***Natural Resources Conservation Service Water and Climate Center***

Centro de Serviço de Conservação de Recursos Naturais, Água e Clima realiza a medição para o indicador coluna de neve, que é a quantidade de água contida na coluna de neve.

- ***National Water Information System***

O Sistema Nacional de Informações da Água coleta informações sobre a vazão dos rios e disponibiliza para o público no site: <http://waterdata.usgs.gov/nwis>.

- ***American Allergy Bureau e a American Academy of Allergy, Asthma, and Immunology's Aeroallergen Network***

Este escritório e a rede colaboram com a contagem de pólen da ambrósia-americana para o indicador de duração da estação da alergia do pólen que acomete a um quarto da população americana.

- ***USA National Phenology Network***

Colabora com a observação para o Indicador das datas de floração e brotação dos brotos.

- ***National Audubon Society's Christmas Bird Count***

Colabora com a contagem de pássaros para o indicador sobre o alcance de migração de aves no inverno.

4.1.5 Governança do sistema de monitoramento

A *National Science Foundation* (NSF) financia as pesquisas sobre os impactos das mudanças climáticas, o USGCRP coordena as pesquisas e a EPA executa o monitoramento dos indicadores com apoio de colaboradores, majoritariamente de agências federais, redes temáticas, da sociedade civil e universidades. As informações geradas (indicadores, metadados e relatórios) são disponibilizadas ao público principalmente online nos sites das instituições que as geraram. Os indicadores, as metodologias para a medição dos impactos monitorados, bem como os estudos de impactos em si são aprimorados continuamente, de forma que há uma interface entre o monitoramento e a pesquisa dos impactos, os quais ainda necessitam ser melhor entendidos.

- **Coordenação dos trabalhos entre a EPA e o USGCRP**

A EPA apoia a USGCRP de várias maneiras. A EPA trabalha com as outras Agências Federais do programa para identificar a pesquisa mais necessária para informar aos tomadores de decisão como responder, de forma mais eficaz, a mudança ambiental global. A EPA, por sua vez, recebe apoio de outras agências e instituições e trabalha em colaboração com especialistas de outras agências da USGCRP para desenvolver a ciência necessária para entender como a qualidade do ar, da água e dos ecossistemas podem ser afetadas pela mudança global.

4.1.6 Indicadores monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas

Os indicadores monitorados estão descritos na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2: – Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas Estados Unidos da América

Ciclones Tropicais	Base de dados sobre a velocidade do vento. Índice de Energia Acumulada do Ciclone- ACE - e o Índice de Poder de Dissipação - IPD	A medição da velocidade do vento é da NOAA. ACE é calculado pelo Centro de Previsão do Clima da NOAA. MIT colabora no cálculo do IPD.	Principalmente nas áreas propícias para a formação dos ciclones e nas rotas dos ciclones	A mudança climática deverá afetar os ciclones tropicais pelo aumento da temperatura da superfície do mar, um fator chave que influencia a formação e o comportamento de ciclones.	
Temperatura dos oceanos (joules)	Temperatura nos 700m de oceanos	NOAA em colaboração com a Agência Japonesa para a Ciência e Tecnologia Marinha e a Organização para a Pesquisa Industrial e Comunidade Científica da Austrália	Em diferentes pontos de oceanos no mundo	Mudanças na temperatura dos oceanos e correntes provocadas pela mudança climática levarão a alterações nos padrões climáticos em todo o mundo.	Estas medidas são coletadas a partir de diferentes instrumentos empregados em navios e aviões e, mais recentemente, com robôs submarinos.
Acidez dos oceanos	<i>Community Earth System Model data</i> do Woods Hole Oceanographic Institution	Woods Hole Oceanographic Institution e NOAA	Em duas estações no Oceano Atlântico (Bermuda e Ilhas Canárias) e outra no Pacífico (Ilava)	Afeta a biodiversidade e a produtividade dos oceanos	Com base em uma combinação de observações diretas, cálculos e modelagem.
Gelo do Mar Ártico	Dados coletados pelo <i>National Snow and Ice Data Center</i> disponíveis em: http://nsidc.org/data/seaice_index/archives/index.html	National Snow and Ice Data Center	No Mar Ártico	A diminuição do gelo no mar Ártico reduz a capacidade da região de estabilizar o clima podendo levar a um "feedback" de mais absorção de energia solar, elevação das temperaturas do ar, e até mesmo maior perda de gelo marinho.	Utiliza tecnologia de imagens de satélite.
Glaciares	Dados compilados por <i>World Glacier Monitoring Service</i>	U.S. Geological Survey	Glaciares no mundo e os considerados "benchmark" nos EUA: South Cascade Glacier no Estado de Washington, Wolverine Glacier e Gulkana Glacier em Alaska.	Proporcionar às comunidades e ecossistemas com uma fonte confiável de vazão e de água potável e o seu derretimento pode levar a elevação do nível do mar.	Medidas de quantidade de gelo acumulada nos glaciares e principalmente via de monitoramento de longo prazo com imagem de satélite

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis utilizadas	Instituição de monitoramento e colaboradores	Onde é monitorado	Premissas do monitoramento	Observações (instrumentos, custos e outros)
GEE	Inventário Anual de GEE	Programa de Relatório de GEE do EPA	Setores intensivos em emissão em todo o território	O monitoramento das emissões deve ser associado aos dos impactos e das adaptações	Exigência por lei de informação de setores intensivos de emissão de GEE
Temperaturas (médias, máximas e mínimas) e precipitação	Base de dados climáticos do Centro Nacional do Clima do NOAA provenientes de milhares de estações meteorológicas nos EUA	Centro Nacional do Clima e do Serviço Nacional de Meteorologia do NOAA	Em todo o território nacional e em pontos do mar	Temperatura apresenta grandes efeitos sobre humanos e ecossistemas	Estações meteorológicas na terra e boias nos oceanos. Satélites para a baixa troposfera.

Gelo nos lagos	Banco de Fenologia de gelo de rios mantido pelo <i>National Snow and Ice Data Center</i> disponível em: http://nsidc.org/data/lake_river_ice	<i>The National Snow and Ice Data Center</i>	700 rios e lagos no Hemisfério Norte, com foco em oito lagos dos Estados Unidos: localizados em Minnesota, Wisconsin, Michigan e Nova York.	Alteração do gelo nos lagos pode afetar os ciclos de vida de plantas e animais e a disponibilidade de adequado habitat pode afetar o transporte, a geração de energia hidrelétrica e a pesca.	Observações visuais de datas de derretimento e de formação do gelo. Recentemente tem utilizado observações baseadas em satélites.
Neve	Centenas de estações meteorológicas espalhados no continente americano coletados pela NOAA e pela Cooperativa de Observadores Meteorológicos.	NOAA	Em todo o país	Neve fornece água quando derrete na primavera. Recreação de inverno. Muitas plantas e animais também dependem de neve e degelo para sobrevivência.	Varetas de medição. Mede a proporção da precipitação em chuva e em neve.

Temperatura da superfície do mar	Base de dados de temperatura da superfície do mar coletados e fornecido pelo Centro de Dados Climáticos disponíveis no site: www.nodc.noaa.gov/ersst . O indicador é calculado pela NOAA e disponibilizado no site: http://icoads.noaa.gov/products.html	Centro de Dados Climáticos da NOAA	São levantados pontos de coleta em escala global	Temperatura da superfície do mar fornece energia para tempestades o que altera os padrões climáticos e pode alterar os ecossistemas marinhos, além de também mudar as faixas de tempestade, potencialmente contribuindo para a seca em algumas áreas.	A temperatura da superfície do mar é coletada de forma sistemática a partir de navios, bem como em boias estacionárias e de deriva. Medidas por satélite
Nível do Mar	Base de dados do <i>Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization</i> e da NOAA disponíveis em: http://tidesandcurrents.noaa.gov/sitrends/sitrends.shtml	NOAA	Ao longo de toda a costa do Atlântico, Pacífico dos EUA e dos territórios não contíguos.	Alterando o nível do mar pode afetar atividades humanas nas zonas costeiras (inundações e infraestruturas costeiras, erosão costeira, sistemas de água doce e ecossistemas).	Medições de marégrafos (elevação relativa) e de satélites que orbitam a Terra (elevação absoluta)

Extensão da cobertura da Neve	Imagens de satélite coletadas semanalmente por <i>Rutgers University Global Snow Lab</i> colaborador da NOAA	NOAA (Serviço e Dados do Satélite Nacional do Meio Ambiente)	Toda a extensão da América do Norte	A cobertura global de neve afeta padrões de aquecimento e arrefecimento na superfície da Terra. Menos cobertura de neve significa que a Terra absorve mais calor e se torna mais quente. Derretimento de neve também reabastece córregos e água subterrâneas.	Análise de imagens de satélite
Coluna de Neve	Os dados para este indicador vêm do Departamento de Agricultura dos EUA, Centro de Serviço de Conservação de Recursos Naturais, Água e Clima	U.S. Department of Agriculture	800 pontos de pesquisa permanentes no oeste dos Estados Unidos e Canadá.	Neve acumulada na montanha desempenha um papel fundamental no ciclo da água no oeste da América do Norte, para a geração de energia, irrigação e água potável.	Mede a quantidade de água contida na coluna de neve. São medidas manualmente historicamente. Mas, estão passando para medições com instrumentos automáticos.

Fonte : Elaboração pela equipe do IVIG, 2013

a) Outros indicadores de pesquisas específicas

- Respostas de bioindicadores à mudança do clima. A EPA avalia a sensibilidade das bacias hidrográficas (fluxos, nutrientes e sedimentação) à mudança do clima e urbanização. Este estudo é de longo prazo e de alta qualidade, feito em rios e riachos com água sem perturbação em 20 bacias hidrográficas nos EUA.
- Indicadores da qualidade do ar relacionados ao aquecimento (ozônio, particulados e contaminantes). Este monitoramento é feito via modelos e de tecnologias de sensores da Próxima Geração.

Comentários sobre o sistema de monitoramento do país

Questiona-se se nos EUA o sistema de monitoramento dos impactos do clima foi montado especificamente para este fim. Tudo indica que muito das atividades de monitoramento são atividades correntes das instituições envolvidas, que fazem parte do sistema de monitoramento do país para o seu autoconhecimento e planejamento. Assim sendo, grande parte dos custos são arcados por estas instituições sem ser considerados custos adicionais para o sistema de monitoramento dos impactos das mudanças climáticas.

Convém observar que a própria EPA, autora da publicação dos 26 indicadores, assume que a eleição de indicadores para monitoramento é um processo dinâmico e abre espaço para sugestão contínua de novos indicadores nas edições futuras da publicação. A primeira versão foi em 2010 e a segunda

em 2012, que acrescentou novos indicadores “secundários” de impactos sobre ecossistemas e sociedade (vazão hidrológica, estação de pólen e neve), expandindo o escopo de indicadores já eleitos com atualização e regionalização dos mesmos.

Com relação à publicação das métricas em interface entre os sistemas da terra e sistemas humanos (NAP, 2012), observa-se que mesmo nos EUA, a grande parte dos indicadores sugeridos pela publicação ainda diz respeito ao meio físico, o que indica que a ciência ainda necessita de mais informações para poder atribuir os impactos às mudanças climáticas.

Uma série de indicadores monitorados pelos EUA tem abrangência global como, por exemplo, emissão global de GEE, acidificação dos oceanos, degelo do mar Ártico, entre outros. Sugere-se que o Brasil prescindia do monitoramento dos indicadores globais e se concentre mais nos indicadores locais.

b) Comunicação dos indicadores

A comunicação dos indicadores de MC nos EUA se dá principalmente por meio de publicações dos estudos e relatórios *online* e, em menor medida, em papel, os quais são atualizados com periodicidade variada. Por exemplo, os mapas e informações correntes sobre seca são divulgadas em um site chamado “Acompanhamento da Seca” (*Drought Monitor*) em: <http://droughtmonitor.unl.edu>.

4.2 Europa – Reino Unido

4.2.1 Principais características político-econômicas do país

O Reino Unido é constituído pela Inglaterra, pelo País de Gales, pela Escócia (que, em conjunto, formam a Grã-Bretanha) e pela Irlanda do Norte (Figura 3). O Reino Unido (UK) situa-se entre 50° e 60° N, e é composto de uma grande ilha e um grande número de pequenas ilhas. A geografia é variada, incluindo falésias junto à costa, terras a alta e baixa altitudes e muitas ilhas ao largo da Escócia, totalizando uma área de 244.840 km² e população de 61,7 milhões. Os ingleses representam mais de 80% da população e os escoceses quase 10%, sendo a população restante constituída, essencialmente, por galeses e norte-irlandeses. O Reino Unido possui também várias comunidades de imigrantes oriundos principalmente do Caribe, da Índia, do Paquistão, de Bangladesh e países da África.

A economia destaca-se cada vez mais no setor dos serviços, embora mantenha uma importante presença no setor da alta tecnologia, assim como em outros setores. Londres é um dos principais centros financeiro do mundo. A pujança econômica do Reino Unido reflete-se no PIB de US\$ 2,3 trilhões para o ano de 2012, registrando uma taxa de crescimento econômico de 0,7% no mesmo ano. Paralelamente, observa-se o constante crescimento do Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH) entre o período de 1980 a 2012, com uma taxa média de crescimento de 0,5% ao ano, passando de 0,748 para 0,875, atingindo, assim, a 26ª posição entre 187 países pesquisados.



Figura 3 – Mapa do Reino Unido

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:United_Kingdom_in_European_Union.svg

4.2.2 Premissas dos impactos, principais vulnerabilidades socioeconômicas e regiões suscetíveis

a) Regiões suscetíveis a mudanças climáticas no Reino Unido

Entre as áreas mais vulneráveis no Reino Unido se enquadra a região costeira. As alterações climáticas poderão ter impactos profundos nas zonas costeiras devido à subida do nível do mar e a alterações da frequência e/ou da intensidade das tempestades. Tal possibilidade constituiria um risco para os ecossistemas, a infraestrutura, os povoamentos humanos, a indústria turística e a saúde humana. Entre os impactos esperados estão a diminuição da arborização, a escassez no abastecimento de água (especialmente no Norte e Sul da Inglaterra), e a deterioração da qualidade da água oferecida. Adicionalmente, de acordo com as projeções, é possível indicar impactos negativos importantes nos sistemas naturais e humanos sujeitos à pressão de fatores socioeconômicos como, por exemplo, as alterações na utilização dos solos e no regime hídrico. Segundo DEFRA (2013) a mudança climática é a principal ameaça para o Reino Unido, podendo atingir 3,6 milhões de pessoas. O mesmo documento destaca que os prejuízos financeiros causados pelas inundações aumentariam os gastos entre £2 bilhões - £10 bilhões por ano até 2080, e mais mortes decorrentes de ondas de calor e escassez de água em larga escala.

Excepcionalmente, pontua-se que o país poderia se beneficiar de invernos mais amenos e verões mais secos, como um menor número de mortes relacionadas ao frio e melhores colheitas de trigo.

b) Vulnerabilidades (premissas)

- Aumento das enchentes pelo aumento do nível do mar, afetando a população e a infraestrutura na costa;
- Secas mais intensas no futuro;
- Incêndios florestais em verões mais secos (DEFRA, 2013);
- Inundações mais intensas e frequentes (DEFRA, 2013);
- Impacto na biodiversidade (Pettorelli, 2012);
- Mudanças na migração da vida selvagem (DEFRA, 2013);
- Transbordamentos de esgoto poluindo o litoral;
- Mudanças no solo; e
- Mudanças nos estoques de peixes.

4.2.3 Temáticas e programas de monitoramento existentes

Temáticas

Agricultura e Florestas

Há preocupação com os impactos das mudanças climáticas e da variabilidade na agricultura. Em escala global, a segurança alimentar possui destaque na lista de atividades humanas e serviços ambientais sob a ameaça de perigo, considerando a interferência antrópica sobre o clima da Terra.

Com base nas informações fornecidas pela *Climate Change Risk Assessment* (CCRA) relatório protegido em 2012, é possível indicar que existem implicações, no âmbito da mudança climática, especialmente no que tange ao impacto sobre o nível de produtividade e qualidade dos produtos, e também das oportunidades, que ambos os segmentos poderiam explorar.

Os segmentos de Agricultura e Florestas são responsáveis pela gestão da terra de aproximadamente 90% do Reino Unido, eles fazem uma contribuição importante para a economia além de oferecer uma ampla gama de bens e serviços públicos. É importante destacar que o Governo deve trabalhar diretamente com os agricultores, silvicultores, administradores de terras e outras organizações relevantes, tendo em vista os riscos destacados na CCRA.

Na Inglaterra, o *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA) leva em consideração as políticas públicas dos segmentos de agricultura e florestas, bem como de uma série de políticas ambientais associadas a outras áreas, como a água e as inundações, que têm impacto sobre tais segmentos. A maioria dos assuntos relacionados com a agricultura e política florestal na Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte são de responsabilidade de Governos descentralizados.

Negócios

Uma das preocupações centrais do governo do Reino Unido refere-se aos impactos na mudança do clima no segmento de negócios, observando que os impactos associados a mudança do clima podem desestruturar diversos setores na economia, alterando o nível de emprego e da produção, em particular nas atividades que dependem de recursos naturais e que possuem uma cadeia de suprimento complexa. Conjuntamente, além dos riscos, o *Climate Change Risk Assessment* (CCRA) avalia as oportunidades para o setor de negócios, em especial voltados ao turismo e da indústria de lazer, assim como nas medidas de adaptação (produtos e serviços), como parte da transição para uma economia de baixo carbono.

Cabe ressaltar que o CCRA é responsável pela identificação dos principais desafios as mudanças climáticas associadas ao segmento de negócios, entre os quais estão incluídos: inundação e erosão costeira; aumento da competição por água, energia e materiais; e o rompimento das redes de transporte e links de comunicação. Estes riscos afetam particularmente as atividades que:

- Contam com grandes ativos fixos (especialmente perto dos principais rios e da costa);
- Têm cadeias de suprimentos complexas;
- Dependem, substancialmente, de bens naturais.

O relatório associado ao segmento Negócio, elaborado pela CCRA, destaca em detalhes os riscos e oportunidades que enfrentam cinco sub-setores que atendem a esses critérios, a saber: serviços financeiros, turismo, alimentos e bebidas, extração primária (petróleo, gás e mineração), e fabricação de produtos químicos. Destaca-se que a produtividade da pesca é considerada no relatório do Setor Marítimo.

A responsabilidade pela adaptação no setor empresarial é compartilhada entre vários departamentos governamentais e outros órgãos, incluindo o DEFRA (inundação e erosão costeira, gestão de recursos hídricos, biodiversidade), Departamento de Inovação Empresarial (apoio às empresas na integração da adaptação, permitindo as indústrias responderem as

necessidades futuras, além de avaliar as potenciais oportunidades), Departamento de Energia de Mudanças Climáticas (DECC - infraestrutura de energia e de eficiência energética - incluindo a demanda por refrigeração), comunidades e Governo Local (CLG, planejamento, habitação, reabilitação urbana, a construção de regulamentos) e do Departamento de Saúde (DH, os efeitos das ondas de calor na saúde humana). Muitas temáticas políticas são de responsabilidade dos governos descentralizados no País de Gales, Escócia e Irlanda do Norte.

A Agência do Meio Ambiente (EA - Environment Agency) é responsável pela implementação da política de gestão associada ao risco de inundação e de aplicação de outras políticas na Inglaterra e no País de Gales. Responsabilidades semelhantes são da Scottish Environment Protection Agency (SEPA), na Escócia, e do *Department of Agriculture and Rural Development Rivers Agency* na Irlanda do Norte.

Saúde e Bem-estar

Com base no levantamento CCRA (DEFRA, 2012), é possível indicar que as mudanças climáticas podem ter implicações significativas para a saúde e o bem-estar da população do Reino Unido. Há implicações para: a saúde pública, a continuidade dos serviços de saúde e social, tanto no âmbito do *National Health Service* (SNS) como no da resiliência dos serviços de emergência locais; e do impacto sobre aqueles mais socialmente vulneráveis.

Existem também algumas potenciais vantagens, por exemplo: uma projetada redução na mortalidade e morbidade no inverno. Na Inglaterra, o *Department of Health* (DH) cuida do setor da saúde e do serviço social, que inclui o *National Health Service* (SNS), e a associação *Arm's Length Bodies* (ALBs).

Infraestrutura

As mudanças climáticas podem ter impactos significativos para ambientes construídos, incluindo edifícios e plantas de energia, transportes, água e infraestrutura da Tecnologia da Informação. Edifícios e a infraestrutura permanecerão por muitos anos em uso, o que significa que as decisões tomadas hoje sobre sua concepção e construção terá consequências a longo prazo.

O Governo do Reino Unido e seus governos descentralizados possuem uma série de responsabilidades no que tange ao ambiente construído, incluindo a política de planejamento, normas e de regulamentos de construção, água e infraestrutura de transportes e gestão de risco de inundação e de erosão costeira. Além disso, a nova infraestrutura de baixo carbono e o “*Green Deal*”² para residências e empresas terão um papel crucial em auxiliar a transição para uma economia de baixo carbono.

Quanto à infraestrutura, o governo do Reino Unido produz o Plano de Infraestrutura, concentrando nas prioridades de longo prazo. Responsabilidade para os três setores-chave da infraestrutura na Inglaterra (energia, transporte e água) cabe ao DECC, DfT e DEFRA, respectivamente.

² O *Green Deal* é a nova iniciativa do governo do Reino Unido na qual busca-se incentivar o uso de tecnologias verdes. O projeto é orientado para ajudar os empresários e residentes a empregar tecnologias mais verdes em suas propriedades. A ideia é simples: instalar uma nova tecnologia verde em sua propriedade, sem custos iniciais. Você vai pagar os custos por meio de sua conta de energia ao longo de um período de tempo. Isso é diferente de um empréstimo convencional, porque se você sair do imóvel a conta fica com o imóvel onde as economias estão ocorrendo, e não com o devedor da conta (GD 2013)

Ambiente Natural

O tema Meio Ambiente Natural abrange uma série de elementos físicos e biológicos: fauna, rios e córregos, lagos e mares, do espaço urbano verde, florestas, pesca e de terras agrícolas. Este tema sustenta todos os aspectos de nossas vidas. Os serviços ambientais fornecidos pelo meio ambiente natural são a base do crescimento econômico sustentável e da promoção do bem-estar. Em recente publicação a *National Ecosystem Assessment* (NEA) forneceu uma visão abrangente do ambiente natural no Reino Unido e propõe uma nova maneira de estimar a riqueza ecológica do país. As políticas de ambiente natural e de biodiversidade são descentralizadas. Na Inglaterra o DEFRA assume a política global, tendo o CLG responsável pelo planejamento, o DECC responsável pela política energética e o DfT pela política de transportes. O governo escocês, o governo galês e o executivo da Irlanda do Norte são responsáveis pela política de ambiente natural e de biodiversidade.

A responsabilidade pela política de pesca é descentralizada para os departamentos na Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte. Na Inglaterra o DEFRA possui a responsabilidade das negociações sobre as políticas da União Europeia e das políticas internacionais. O governo do Reino Unido, o governo escocês, o governo galês e o executivo da Irlanda do Norte Executivo possuem uma visão compartilhada para a manutenção e limpeza dos oceanos e diversidade biológica dos mares.

O ambiente natural é vulnerável aos eventos climáticos extremos e a alteração da temperatura (incremental). Entretanto, também é um aliado importante para auxiliar a sociedade a mitigar os impactos e a adaptação às mudanças climáticas como, por exemplo: no gerenciamento das cheias, refrigeração de áreas urbanas, além da captura e armazenamento de água potável.

a) Programas de monitoramento de mudanças climáticas

- ***Climate change: The UK Programme***

O Programa de Mudanças Climáticas estabelece coesão e as prioridades das políticas entre os países do Reino Unido. O Governo acredita que as mudanças climáticas são o maior desafio de longo prazo que o mundo enfrenta atualmente. Considera-se que há fortes evidências científicas e é indiscutível que as mudanças climáticas estejam ocorrendo, assumindo que as emissões feitas pelo homem são a sua principal causa.

O Programa busca analisar como as políticas existentes no Reino Unido estão sendo realizadas e o que pode ser feito vislumbrando o futuro, incluindo o foco na adaptação, re-enfatizando a importância da adaptação antecipatória, além da estrutura de políticas públicas desenvolvida para a adaptação.

O Reino Unido já tomou medidas importantes para enfrentar as mudanças climáticas, setor no qual o governo tem liderado o caminho por meio de políticas consideradas inovadoras como, por exemplo: o *Climate Change Levy and agreements, Renewables Obligation and Energy Efficiency Commitment*. Segundo DEFRA (2006), o Reino Unido vem desenvolvendo políticas e ações voltadas para a temática de forma mais objetiva e acelerada quando comparada a outros países.

O *Climate Change: The UK Programme* estabelece políticas e prioridades de ação no Reino Unido e internacionalmente. A mudança climática é um problema global, de modo que o Reino Unido busca garantir uma atuação na escala mundial necessária para enfrentá-lo. Conjuntamente,

assume medidas internas para cumprir os compromissos e demonstrar que a mudança climática pode ser enfrentada sem comprometer a economia do Reino Unido.

Para a realização de ações eficazes no âmbito do combate à mudança climática é necessária uma posição de parceria, neste sentido o Reino Unido trabalha em estreita colaboração com os seus parceiros da União Europeia, tanto para fortalecer sua voz no debate internacional quanto para reduzir as emissões a um custo mais baixo. Internamente, o programa reflete uma parceria entre o governo e as administrações locais.

O programa foi desenvolvido numa estrutura política mais ampla, incorporando as administrações descentralizadas visando atender a meta nacional de redução da emissão do dióxido de carbono em 20% até 2010 e no longo prazo em até 60% em 2050.

- **Climate Impacts Programme (UKCIP)**

O Climate Impacts Programme (UKCIP) do Reino Unido foi criado em 1997 para fornecer informações e auxiliar os tomadores de decisão a planejar a resposta aos potenciais impactos associados às mudanças climáticas. Neste contexto, o UKCIP colocou as partes interessadas no centro do processo de pesquisa, em uma abordagem pioneira para a produção de informação relevante à temática. O desenvolvimento e uso de ferramentas para apoio aos estudos direcionados aos impactos climáticos possibilitou foco e coerência entre os trabalhos desenvolvidos.

A partir do foco inicial em avaliação de impactos, houve uma progressão no sentido de desenvolver parcerias entre os diversos agentes/parceiros possibilitando compartilhar informações, além do comprometimento em escala horizontal, auxiliando na identificação das necessidades de pesquisa sobre os impactos e de potenciais adaptações, segmentadas por região e setores.

- **Outros programas**

- **AVOID Programme**

Apoiado pelo DECC/DEFRA (*Met Office led*) busca fomentar parcerias para o apoio a estudos e divulgação do conhecimento científico relacionado a redução dos gases de efeito estufa e dos impactos das mudanças climáticas no Reino Unido.

- **HEFCE Project**

Desenvolvimento de métricas para a avaliação da efetividade do impacto no tocante às mudanças climáticas.

4.2.4 Instituições envolvidas no monitoramento de impactos

a) Instituições

- **Met Office**

O serviço de meteorologia do Reino Unido conta com uma longa história de previsão do tempo e há duas décadas atua na área de mudança do clima. *Met Office* é conhecido como líder mundial no fornecimento de serviços de meteorologia e clima, empregando mais de 1.800 pessoas em 60 locais em todo o planeta, produzindo as previsões mais precisas do mundo, com mais de 10 milhões de observações meteorológicas por dia, graças a um modelo atmosférico avançado e um supercomputador de alta performance capaz de criar 3.000 previsões personalizadas diariamente. Tais informações são entregues a uma enorme gama de clientes do Governo, para empresas e público em geral.

A agência meteorológica do Reino Unido oferece informações sobre:

- Serviço de observação meteorológica e atmosférico;
- Serviço de observação terrestre; e
- Serviço de observação oceanográfica.

Neste conjunto de serviços são disponibilizadas a previsão climática e outras questões afins às mudanças climáticas.

- **National Climate Information Centre**

O centro possui informações em nível nacional e regional para o Reino Unido sobre a temática de mudanças climáticas, que incluem registros digitalizados cobrindo todo o país desde 1910 e os dados de registro de temperatura da área central da Inglaterra Central desde 1654, sendo este o mais longivo registro instrumental do mundo.

- **Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)**

O DEFRA provê recursos para o *Met Office*, além de apoiar e desenvolver pesquisas necessárias para os diagnósticos de impacto e monitoramento das mudanças climáticas para subsidiar o governo.

- **Department for Energy and Climate Change (DECC)**

O DECC também provê recursos para o *Met Office*, além de apoiar e desenvolver pesquisas necessárias para os diagnósticos de impacto e monitoramento das mudanças climáticas com o objetivo de subsidiar as políticas públicas de governo.

- **Environmental Agency**

Atua buscando fomentar a redução dos gases de efeito estufa, além de gerenciar os impactos das mudanças climáticas no Reino Unido.

b) Colaboradores

- **Global Climate Observing System**

Global Climate Observing System (GCOS) é uma rede internacional criada para atender às exigências nacionais e internacionais para observações climáticas. O GCOS atribuiu 50 Variáveis Climáticas Essenciais (ECV) para apoiar o trabalho da *UN Convention on Climate Change* (UNFCCC) e *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). A observação destes indicadores/variáveis é necessária para o monitoramento do clima em escala global.

4.2.5 Governança do sistema de monitoramento

O *Climate Change Act* (2008) tornou o Reino Unido o primeiro país do mundo a ter um quadro legal (jurídico) vinculado com o horizonte de longo prazo, buscando reduzir as emissões de gases do efeito estufa, além de estruturar as condicionantes do país para a adaptação às mudanças climáticas. A solidez da iniciativa do Governo encontra-se na dupla abordagem:

- A lei exige a avaliação do risco das mudanças climáticas (CCRA - *Climate Change Risk Assessment*) a cada cinco anos;
- Um programa nacional de adaptação (*National Adaptation Programme* - NAP), o qual deve ser posto em prática e revisado a cada cinco anos, estabelecendo objetivos, propostas e políticas para responder aos riscos identificados na CCRA; e
- Governança de adaptação (não aplicável na Irlanda do Norte) que permite que o Secretário de Estado possa interagir diretamente com as "autoridades", permitindo preparar relatórios de adaptação às alterações climáticas.

Além disso, o Sub-Comitê de adaptação do Comitê de Mudanças Climáticas, um organismo independente, foi criado por força de Lei em 2008. Seu papel é aconselhar sobre a preparação do Reino Unido à CCRA, apresentando um relatório ao Parlamento sobre os progressos do Governo do Reino Unido na implementação do NAP, e prestar assessoria aos Governos Descentralizados. O Sub-comitê de Adaptação tem prestado uma contribuição significativa ao ajudar no desenvolvimento da metodologia e na avaliação dos resultados (DEFRA, 2012).

Tabela 3: Estrutura Política e de Responsabilidade de Governança Associadas a Adaptação – Reino Unido

Pais	Estrutura Política de Adaptação (ano de ação)	Coordenação de Responsabilidades	Programas
Inglaterra	* Adaptação para as mudanças climáticas (2008) - estratégia de Adaptação * Climate Change Act (2008) - Ato Legal	Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)	UK Climate Impacts Programme (UKCIP)

Fonte: Elaboração própria com base em INFER (2011).

Embora muitas vezes o programa de Adaptação nacional (*National Adaptation Programme - NAP*) estabeleça as responsabilidades e as abordagens na estrutura de governo, no tocante a governança são recorrentes as interações voluntárias permitindo a construção de redes na busca de uma solução consensual. Cabe observar que uma vez que um NAS é desenvolvido, esta ação tende a ensinar a alteração do foco do nível nacional para os níveis regional e local de governo, ampliando assim o compromisso em todas as esferas de governo e com a sociedade civil.

Cabe ressaltar que a maioria das políticas do Reino Unido é desenvolvida para ser “*Market Friendly*”, por meio de sinais de preço, encorajando as empresas e as famílias a assumirem um comportamento de custo efetividade. Um aspecto específico da política do Reino Unido é que desde 2008 as ações são apoiadas na Lei de Mudanças Climáticas (*Climate Change Act*), que deu força legal para o estabelecimento de um orçamento nacional voltado a ações de redução de carbono. A lei também criou um órgão independente, o Comitê de Mudanças Climáticas (*Committee on Climate Change*) com a responsabilidade legal de propor orçamento apropriado, avaliar o progresso em direção às metas de redução de emissões no longo prazo e subsidiar as políticas governamentais no tocante às mudanças climáticas em geral, abrangendo tanto mitigação quanto adaptação.

4.2.6 Indicadores monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas

- **Indicadores monitorados e base de dados ou variáveis levantadas**

Os indicadores essenciais climáticos (ECV) monitorados, conforme definido pelo sistema de observação Global do Clima (GCOS), são considerados como pertencentes a 3 categorias gerais³, sendo: atmosférico, superfície terrestre, superfície oceânica e sub-superfície. Neste contexto cabe destacar algumas informações pontuais acerca dos indicadores/variáveis.

Os indicadores monitorados no Reino Unido estão descritos na Tabela 4, a seguir:

³ Questões comuns e informações adicionais também são consideradas no âmbito sistema de observação Global do Clima (GCOS), no entanto preferiu-se neste documento focar as demais áreas, considerando sua relevância e sua potencial comparação entre os demais países.

Tabela 4: Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – Reino Unido

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis utilizadas	Instituição que monitora e colaboradores	Onde é monitorado	Premissas do monitoramento	Observações (instrumentos, custos e outros)
GEE	Base de dados climáticos do Centro Nacional do Clima do NOAA, NASA, European Environment Agency, World Meteorological Organization (WMO) e Global Atmosphere Watch (GAW)	National Aeronautics and Space Administration e Met Office	Reino Unido e Globo	Os gases de efeito estufa apresentam grandes efeitos sobre os humanos e ecossistemas, podendo impactar a infraestrutura, abastecimento de água, turismo, negócios entre outras.	
Temperaturas (médias, máximas e mínimas) e precipitação	Base de dados climáticos do Centro Nacional do Clima do NOAA, National Climatic Data Center (NCDC) e NASA	Met Office e BAS	Em todo o território nacional e em pontos do mar.	Temperatura apresenta grandes efeitos sobre os humanos e ecossistemas	Estações meteorológicas na terra e boias nos oceanos; Satélites para a baixa troposfera
Ciclones Tropicais	Base de dados climáticos do Centro Nacional do Clima do NOAA	NOAA e Met Office	Principalmente nas áreas propícia para a formação dos ciclones e nas rotas dos ciclones	A mudança climática deverá afetar os ciclones tropicais pelo aumento da temperatura da superfície do mar, um fator chave que influencia a formação e o comportamento de ciclones.	
Nível do mar	Base de dados do Marine Climatological Data (GCC) e Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL)	NOAA, Met Office e Monitoring Centres at the Deutscher Wetterdienst (DWD)	No país e nos territórios além mar	Alterando o nível do mar pode afetar atividades humanas nas zonas costeiras (inundações e infraestruturas costeiras, erosão costeira, sistemas de água doce e ecossistemas).	Medições de marégrafos (elevação relativa) e de satélites que orbitam a Terra (elevação absoluta)
Velocidade do Vento, direção e pressão atmosférica	Base de dados da rede de estação nacional, com apoio de dados internacionais (GUAN)	Met Office	No país e nos territórios além mar	Principalmente para a segurança da navegação e do uso do mar	Sites isolados no território nacional e rede colaborativa internacional
Gelo do Mar Ártico	British Antarctic Survey (BAS) e Antarctic Environmental Data Centre (AEDC)	Study of Environmental Arctic Change (SEARCH) e Met Office	No Mar Ártico	A diminuição do gelo no mar Ártico reduz a capacidade da região de estabilizar o clima podendo levar a um "feedback" de mais absorção de energia solar, elevação das temperaturas do ar, e até mesmo maior perda de gelo marinho	Utiliza tecnologia de imagens de satélite.
Acidificação dos oceanos	Base de dados climáticos do Centro Nacional do Clima do NOAA e do Met Office	Met Office, International Council for the Exploration of the Sea (ICES) e The Ocean Biogeographic Information System (OBIS)	No país e nos territórios além mar	Os oceanos são um grande sorvedouro do CO ₂ atmosférico emitido como resultado de atividades antropogênicas. A acidificação dos oceanos reduz a capacidade de absorção deste CO ₂ .	Combinação de observações diretas e modelagem, além de medidas por satélite.

Fonte : Elaboração pela equipe do IVIG, 2013

Indicador de emissão de GEE

As medições de ozônio na superfície são tomadas pelo *Weybourne Atmospheric Observatory*. As medições são financiadas pelo Defra e NERC, e possuem aproximadamente 15 anos de dados. Os dados são armazenados no Reino Unido. As medições referentes ao dióxido de carbono na superfície são levantados pelo *Weybourne Atmospheric Observatory*. Estas medidas são financiadas pelo *Project CarboOcean UE* e foram realizadas desde 2007. Estas informações, entre outras, são utilizadas para o monitoramento e a elaboração de estudos para a produção do Indicador de emissões de gás de efeito estufa no Reino Unido.

Indicador de temperatura e precipitação

Este indicador examina os padrões de temperatura da superfície do país e global, em particular para a área central da Inglaterra. A base de dados cobre 350 anos com consistência. O Met Office Hadley Centre realiza medições da temperatura global da superfície do mar (*Sea Surface Temperature – SST*) desde 1850. O Met Office, por sua vez, colabora com outros serviços meteorológicos no mundo como o *Deutscher Wetterdienst* (DWD) e a *Japan Meteorological Agency* (JMA), entre outros.

O Met Office Hadley Centre recebe uma grande quantidade de dados climáticos. Estes são usados para monitorar o clima, em estudos sobre as causas das mudanças climáticas, assim como na modelagem climática. Na escala nacional, os indicadores das mudanças climáticas são atreladas ao *Central England Temperature* (CET) e a *England and Wales Precipitation* (EWP). A série mensal começa em 1659 e, até hoje, é o maior registro instrumental disponível da temperatura no mundo.

Indicador dos ciclones tropicais

A contagem dos ciclones tropicais é realizada pelo Met Office Hadley. O Índice de Energia Acumulada do Ciclone (ACE) calculado pelo Met Office Hadley está disponível online em: <http://www.metoffice.gov.ukweather/tropicalcyclone/seasonal/northatlantic2013>

Indicador da temperatura dos oceanos

Este indicador é extremamente relevante no âmbito das mudanças climáticas, já que as alterações na temperatura dos oceanos e das correntes provocadas pela mudança climática levará a alterações nos padrões climáticos em todo o mundo. Em escala global, o Met Office Hadley Centre monitora a temperatura média global em terra e sobre o mar, e a temperatura da superfície do mar no Pacífico (tropical), o que é um indicador de variações associadas ao El Niño. Principais conjuntos de dados globais incluem temperatura mensal da superfície terrestre do ar e temperatura mensal da superfície do mar; temperatura da superfície do mar (gelo); temperatura do ar marítimo e pressão do ar ao nível do mar. Em fase de desenvolvimento estão: a análise global da temperatura do oceano sub-superficial, com o *National Ocean and Atmospheric Administration* (NOAA - EUA); e as temperaturas diárias terrestres em todo o mundo. Muitos destes conjuntos de dados e análises são fornecidos com quantificação das incertezas (<http://hadobs.metoffice.com/>).

- **Comunicação dos indicadores**

O UKCIP (*UK Climate Impacts Programme*) é a principal ligação entre as comunidades e a pesquisa científica. UKCIP também é a porta de entrada para outras informações sobre os impactos do clima e de adaptação para um público mais amplo, incluindo especialistas e também os entes responsáveis por outras áreas de pesquisa.

A equipe do Programa está sempre na vanguarda no processo de informação, disseminando informações sobre os riscos climáticos e a necessidade de se preparar para os impactos associados às mudanças climáticas. Neste sentido, o Programa divulga constantemente boletins (*e-news*), seu *site* e publicações. O banco de dados do Programa permite manter contato com mais de 3.500 participantes, muitos dos quais assinam o boletim de e-mail, além do *e-news* mensalmente.

O Programa distribui mais de 50 títulos, a maioria abordando a temática dos impactos do clima e adaptação. Todos estão disponíveis gratuitamente em cópia impressa, formatos PDF e CD. Cerca de 1.000 publicações são distribuídas por mês, incluindo pedidos individuais e encomendas para conferências. Por volta de 2.000 pdfs são descarregados a partir do site por mês. Segundo Bowen & Rydge (2011), o *site* UKCIP (<http://www.ukcip.org.uk/>) é um elemento crucial na estratégia de comunicação, desenvolvendo um papel de fonte de informação para a comunidade em geral no tocante às mudanças climáticas.

4.3 Ásia – China

4.3.1 Principais características político-econômicas do país

A República Popular da China (RPC), ou simplesmente China, está localizada na Ásia Oriental. É o país mais populoso do mundo, com 1,344 bilhão de habitantes, segundo censo de 2012. Possui apenas um único Partido (Partido Comunista Chinês) cujo poder, em regime autoritário, está consagrado na Constituição e possui sede do governo na capital Pequim. Exerce jurisdição sobre 22 províncias, cinco regiões autônomas (Guangxi, Mongólia Interior, Ningxia, Tibete e Xinjiang), quatro municípios controlados diretamente (Pequim, Tianjin, Xangai e Chongqing) e duas regiões administrativas especiais (Hong Kong e Macau) (Figura 4).



Figura 4 – Mapa da China

(Fonte: <http://imagenesdemapas.com/wp-content/uploads/2013/04/Imagenes-Mapa-China-1.jpg>)

Com uma área de aproximadamente 9,6 milhões de quilômetros quadrados, a China possui uma vasta e diversificada paisagem. Estepes florestais e os desertos de Gobi e Taklamakan ocupam o norte árido e o noroeste perto da Mongólia e da Ásia Central, florestas subtropicais dominantes no sul úmido são encontradas perto do sudeste da Ásia. O terreno do oeste é robusto e elevado com as montanhas do Himalaia, Karakoram, Pamir e Tian Shan separando a China do Sul da Ásia Central. Os principais rios são o Yangtze e o Amarelo que possuem suas fontes no Planalto Tibetano e continuam em direção à densamente povoada costa leste. Sua costa é banhada pelos Mares Meridional e Oriental da China, além do Mar Amarelo.

A China experimenta desde a década de 1980 um surpreendente crescimento econômico, com aumento do PIB de cerca de 10% ao ano e uma taxa de inflação de 6%. Neste período o país experimentou uma redução da pobreza associada a um grande aumento da população urbana. Segundo o PNUD, apenas entre 1990 e 2002, o número de chineses com rendimento abaixo de US\$ 1,00/dia caiu de 490 milhões para 88 milhões. A área urbanizada passou de 18% em 1978 para cerca de 44% em 2006.

Segundo dados de 2012 do Banco Mundial e do *CIA World Factbook* a China tornou-se a segunda maior economia mundial, tanto pelo PIB nominal (US\$ 8,2 trilhões) quanto pela paridade do poder de compra (PPP) (US\$ 12,4 trilhões), ficando atrás apenas dos Estados Unidos, além de ser o maior exportador e importador de bens mundial.

Nos últimos 30 anos o desenvolvimento econômico da China esteve pautado na ampliação expressiva do comércio exterior, com um aumento de cerca de 150 vezes no valor de exportações e importações. Esse grande crescimento deveu-se à política cambial e à desvalorização da moeda. A partir de 1980 as importações e exportações ultrapassaram 15% do PIB.

Um dos fortes investimentos da China é em P&D buscando manter seu potencial inovador, desta forma o país tem mantido elevado crescimento. Outra característica importante é o alto número de pessoas com educação superior, em especial nas áreas científicas e tecnológicas.

Nas últimas décadas, a China sofreu grave deterioração ambiental e poluição. Embora tenha legislação, como a Lei de Proteção Ambiental de 1979, bastante rigorosa, as leis são mal aplicadas e pouco fiscalizadas, sendo frequentemente ignoradas pelas comunidades locais e funcionários do governo para favorecer o rápido desenvolvimento econômico.

De acordo com o Ministério Chinês de Recursos Hídricos, cerca de 300 milhões de chineses não têm acesso a água potável, e 40% dos rios da China foram poluídos por resíduos industriais e agrícolas até o final de 2011. Em 2011, o governo chinês anunciou planos para investir mais de 6 bilhões de dólares em recursos hídricos e possui projetos de construção de uma prevenção contra inundações (sistema anti-seca) até 2020.

4.3.2 Premissas dos impactos, principais vulnerabilidades socioeconômicas e regiões mais suscetíveis

A China é um país em desenvolvimento, com alta densidade populacional, clima complexo e ambiente ecológico frágil, o que a torna bastante vulnerável às mudanças climáticas. Os sistemas mais suscetíveis à mudança climática são a agricultura e a pecuária; recursos florestais; recursos hídricos; e zonas costeiras.

O rápido desenvolvimento econômico da China aumenta sua dificuldade de eliminação da pobreza e mitigação de emissões de gases do efeito estufa, embora o país esteja combinando o tratamento das mudanças climáticas com a execução de sua estratégia de desenvolvimento sustentável.

A elevação da temperatura média da superfície do país, a mudança na distribuição da precipitação no território e fenômenos climáticos extremos, tais como temperaturas elevadas, chuvas torrenciais, secas severas, principalmente no Norte da China, e ocorrências de desastres de neve no Oeste são impactos já observados. Com um litoral de mais de 18 mil km de extensão, as zonas costeiras também já apresentaram mudanças, como o aumento de quase 1°C na temperatura da superfície marinha e 90 mm no nível do mar.

O clima de monção continental, como é caracterizado, implica em uma maior variação sazonal da temperatura e distribuição desigual da precipitação no tempo e espaço. Seu solo registra grande erosão e grave risco de desertificação, devido aos impactos da seca e deterioração do ambiente natural.

O processo de industrialização chinês e o predomínio como fonte de energia constituem exemplos da grande dificuldade no controle de emissão de gases do efeito estufa.

- **Impactos na agricultura e pecuária**

A mudança climática já vem causando efeitos visíveis na agricultura e pecuária, que podem ser observadas pelo aumento da instabilidade da produção agrícola; nos danos severos às culturas e a pecuária causadas pelas secas e altas temperaturas em algumas regiões do país; nos prejuízos às culturas em início de brotamento na primavera devido ao aquecimento do clima; no declínio da produção e qualidade das pastagens; e nas perdas aumentadas devido aos desastres meteorológicos. Além disso, diminuições de produção e distribuição territorial das culturas; decomposição acelerada dos elementos orgânicos no solo; aumento de doenças e pragas nas plantações; aumento da frequência de incêndios naturais; declínio na produção e capacidade

reprodutiva dos animais; e o risco frequente de epidemias já vêm sendo observado ao longo dos últimos anos.

- **Impactos sobre as florestas e outros ecossistemas naturais**

São observados impactos da mudança climática sobre as florestas e outros ecossistemas naturais por meio de mudanças ao norte dos limites setentrionais das zonas de temperatura subtropicais orientais: fenofase precoce; deslocamento ascendente dos cinturões de florestas; elevação da linha inferior do *permafrost* e diminuição da sua área; frequência crescente de doenças em animais, vegetais e insetos; redução global na área das geleiras no noroeste da China; e ameaça aos ecossistemas de oásis, devido ao derretimento acelerado das geleiras e da cobertura de neve.

- **Impactos sobre os recursos hídricos**

Mudanças na distribuição dos recursos hídricos em toda a China já foram observadas. Os volumes brutos dos rios Amarelo, Huaihe, Haihe e Liaohe, localizados no norte da China, já foram visivelmente reduzidos, enquanto os rios no sul apresentaram ligeiro aumento de volume. Inundações e secas se tornaram mais frequentes e intensas. Os fenômenos climáticos extremos aumentaram notavelmente.

O derretimento acelerado das geleiras diminuiu as áreas dos glaciares, impactando rios e *runoffs* alimentados pelas águas de degelo.

- **Impactos sobre as zonas costeiras**

A aceleração na elevação do nível do mar provocou intrusão de água, salinização do solo e erosão costeira; danificou ecossistemas marinhos típicos das zonas úmidas costeiras, mangues e recifes de coral; e reduziu as informações de serviço e a biodiversidade das zonas costeiras. Aumentos de temperatura e acidificação da água do mar, resultantes das alterações climáticas, deram origem à falta de oxigênio em algumas áreas marítimas, à degradação dos recursos pesqueiros marinhos e impacta a sobrevivência de espécies raras e ameaçadas de extinção.

A elevação do nível do mar reduzirá a capacidade de drenagem pública nas cidades costeiras e prejudicará o funcionamento dos portos.

- **Impactos na sociedade, economia e outras áreas**

Para combater as alterações climáticas que causam enormes prejuízos à economia há custos econômicos e sociais a serem pagos. As chances de ocorrência e propagação de doenças e perigos à saúde humana, catástrofes geológicas e meteorológicas com consequentes impactos ao turismo natural e cultural aumentaram com as mudanças do clima.

4.3.3 Temáticas e Programas de Monitoramento existentes

Em 2002 foi criada a *China Meteorological Administration* (CMA) que, em conjunto com lideranças governamentais, criou em 2004 o *National Space Weather Monitoring and Warning Centre* com intuito de monitorar o espaço climático e manter pesquisas de investigação científica e de desenvolvimento tecnológico. Estas duas instituições em rede com outros centros agregam

informações e possuem a tarefa do planejamento espacial das estações de monitoramento do tempo, bem como a da definição de especificações técnicas que atendam a coleta e processamento dos dados.

A CMA possui um programa de prevenção de desastres com monitoramento e sistemas de alerta para ondas de frio, ciclones tropicais, tempestades severas e nevascas. Coleta de dados de observação de radar, satélite, mapa climatológico, precipitação e temperatura como suporte ao sistema de previsão climática de 3 e 10 dias, com produtos de imagens de radar e satélite, além de imagens de precipitação diária. Além disto, ainda efetua previsão de desastres geológicos e meteorologia oceânica.

A CMA também é responsável por liderar e organizar no país as atividades relacionadas ao IPCC a respeito das mudanças climáticas, se envolvendo em negociações internacionais, bem como desenvolvendo campanhas de educação. Oferece os principais produtos: previsão mensal da tendência climática de precipitação; previsão da tendência de secas e inundações; previsão da tendência anual do clima; boletim mensal de monitoramento do clima; avaliação mensal do impacto climático; boletim do clima da China em secas e inundações; boletim sazonal do monitoramento do clima; avaliação do impacto climático sazonal; previsão do resultado das colheitas baseado em agrometeorologia.

Em 2009, a CMA, em conjunto com a *Chinese Academy of Social Sciences*, criou um laboratório para simulação econômica de mudanças climáticas que podem afetar a China. Vinculado ao CMA encontra-se a *Beijing Climate Center* (BCC) que possui como principais objetivos: monitorar e diagnosticar a atmosfera global e condições oceânicas, especialmente no Leste asiático; promover as previsões climáticas globais e avaliações de impactos com periodicidade mensal, sazonal e interanual; executar pesquisas sobre mudanças climáticas globais e regionais, desenvolver cenários climáticos regionais e estratégias de resposta; fortalecer a colaboração com o *National Meteorological and Hydrological Service* (NMHS) relacionada a observação, comunicação e sistemas computacionais de coleta e troca de dados; promover uma base de dados climática para os serviços de arquivo; promover produtos e serviços climáticos relevantes para a interpretação, avaliação, processamento e detecção de problemas.

O BCC ainda tem como objetivos gerais: propor projetos de pesquisa e desenvolvimento e coordenar centros climáticos regionais; formular planos de estudos e variabilidade climática, previsibilidade e impacto regional; desenvolver práticas consistentes para lidar com informações conflitantes na região; desenvolver procedimentos de validação dos produtos de previsão sazonal a interanual e melhorar as coordenações com os centros climáticos regionais; desenvolver modelos regionais, métodos de *downscaling* e interpretação de produtos globais de previsão; realizar pesquisa de aplicativos e auxiliar no desenvolvimento e aplicação de produtos específicos para vários usuários; avaliar o valor econômico da informação climática.

4.3.4 Instituições envolvidas no monitoramento de impactos

A CMA trabalha em conjunto com outras instituições chinesas. A coleta de imagens de radar, bem como a previsão climática, é realizada pela *Weather China*. A aquisição das imagens de satélite é realizada pela *FENGYUM Satellite Data Service Center* que trabalha em cooperação com a WMO. O monitoramento de dados meteorológicos e processamento das informações são realizados pela *Beijing Climate Center*, enquanto a coleta de informações é feita em centros climáticos regionais, situados em Moscou, Beijing e Tóquio.

Possui cooperação internacional com a WMO, onde mantém representação permanente. Por meio da WMO participa ativamente na cooperação tecnológica das ciências meteorológicas em vários países. Desde 2002 também possui representação permanente no IPCC.

4.3.5 Governança do sistema de monitoramento

Desde 1990, o governo chinês se preocupa com as mudanças climáticas e para isso criou instituições especiais para cuidar do tema. Em 1998 foi estabelecido o Comitê Nacional sobre Mudança do Clima (NCCC) e em 2007 foi criado o Grupo Nacional de Liderança para Mudanças Climáticas, liderado pelo primeiro ministro chinês, para elaborar estratégias, políticas e medidas eficazes relacionadas às mudanças climáticas e coordenar a resolução dos principais problemas relacionados à temática. A Comissão de Desenvolvimento Nacional e Reforma (NDRC) foi empossada para realizar o trabalho geral em matérias de mudanças climáticas. Foi criada uma Comissão de Especialistas para as Alterações Climáticas com o objetivo de aperfeiçoar a tomada de decisão científica sobre o tema.

Ainda em 2007 o Conselho de Estado Chinês apelou a todas as regiões e departamentos para que aplicassem o Plano Nacional para Lidar com as Alterações Climáticas, à luz de suas reais condições, de forma a melhorar seus sistemas de gestão, coordenação, organização, implementação de políticas e medidas em função do ambiente local geográfico, das condições climáticas e nível de desenvolvimento econômico. Foi incentivada também a criação de sistemas de monitoramento e estatística sobre as mudanças climáticas.

A China possui, desde 2010, uma lei que regula a prevenção e mitigação de desastres meteorológicos. O documento estabelece a relação entre os governos em vários níveis, departamentos relevantes e o público em geral nas atividades de prevenção e preparação para eventos climáticos extremos.

4.3.6 Indicadores monitorados e base de dados ou variáveis levantadas

Indicadores primários como precipitação e temperatura são monitorados pelo *Beijing Climate Center* (BCC), que desenvolve relatórios e mapas mensais bem como modelos de previsão. Também são coletados dados de radares meteorológicos monitorados pela *Weather China*. Todas essas informações são processadas na BCC que produz previsões e estudos climáticos de curto, médio e longo prazo.

Os indicadores monitorados na China estão descritos na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5: Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas China

no.	Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis utilizadas	Instituição que monitora e colaboradores	Onde é monitorado	Premissas do monitoramento	Observações: • instrumentos • custos • outros
	Ondas de frio	Base de dados do Beijing Climate Center	China Meteorological Administration	Em todo território chinês	Ondas de frio são desastrosas durante o inverno, trazendo chuva e neve. Causam danos pelo congelamento entre outros.	Possui sistemas de alertas e é produzidos por modelos climáticos
	Ciclones tropicais	Base de dados do Beijing Climate Center	China Meteorological Administration	No leste asiático	Ciclones tropicais produzem fortes ventos e tempestades causando grandes desastres	
	Tempestades severas	Base de dados do Beijing Climate Center	China Meteorological Administration	No leste asiático	Ocorrências de precipitações maiores de 250mm causam alagamento e enchentes afetando principalmente a agricultura e áreas urbanas	
	nevascas	Base de dados do Beijing Climate Center	China Meteorological Administration	No leste asiático	A ocorrência de neve excessiva causa problemas para a alimentação	
	Imagens de radar		Weather China		Ajuda na previsão climática.	
	Imagens de satélite	Imagens de cobertura do gelo no mar, pontos de queimadas global, temperatura da superfície terrestre, quantidade e tipo de nuvens, radiação de ondas longas, detecção de fog, temperatura da superfície do mar, aerossol sobre o oceano, precipitação total, nuvens de poeira, índice de vegetação, etc.	FENGYUM Satellite Data Service Center	Monitoramento global com ênfase no território chinês		Possui e opera 3 satélites: FY-1, FY-2 e FY-3. FY-3 é um satélite de segunda geração com 11 sensores de observação. FY-2 é um satélite geoestacionário produzindo imagens no visível, infravermelho e vapor d'água
						FY-1 é um satélite de primeira geração.
	Mapa climatológico		Weather China			
	Precipitação e Temperatura	106 estações no território Chinês	Beijing Climate Center		Dados básicos para a previsão climática de curto, médio e longo prazo	Estações meteorológicas automáticas

As imagens de satélite são obtidas pela FENGYUM *Satellite Data Service Center* que opera 3 satélites Fengyung: FY-1, FY-2 e FY-3. O FY-4 é um satélite geoestacionário de segunda geração aprimorado para avaliação do aquecimento global, o FY-3 é de segunda geração e possui 11 sensores de observação; o FY-2 é um satélite geoestacionário produzindo imagens no espectro visível, infravermelho e vapor d'água; enquanto o FY-1 é um satélite de primeira geração. A instituição produz imagens da cobertura do gelo no mar, pontos de queimadas globais, temperatura da superfície terrestre, quantidade e tipo de nuvens, radiação de ondas longas, detecção de *fog*, temperatura da superfície do mar, aerossol sobre o oceano, precipitação total, nuvens de poeira, índice de vegetação, entre outros.

Os sistemas de alerta e previsão de desastres meteorológicos são realizados pela CMA, bem como a coordenação das demais instituições.

4.3.7 Instrumentos e equipamentos utilizados para o monitoramento

- Estações meteorológicas automáticas;
- Um centro de processamento e armazenamento de informações equipado com computadores de alta performance IBM para previsões de curta escala, computador SW-1, capaz de realizar 384 bilhões de cálculos por segundo, para entrada de dados multiusuário, e um sistema de armazenamento de dados;
- Radar meteorológico; e
- 4 satélites Fengyum, sendo 2 deles geoestacionários.

4.4 Ásia – Japão

4.4.1 Principais características político-econômicas do país

O Japão é um país insular da Ásia Oriental. É composto por mais de 6800 ilhas, cujas quatro maiores (Honshu, Hokkaido, Kyushu e Shikoku) representam 97% da área terrestre nacional (Figura 5). Seu território apresenta entre 70 e 80% de relevo montanhoso, com uma cordilheira no centro das ilhas principais, de forma que as pequenas planícies costeiras se tornam as áreas mais povoadas do país. Além disso, o litoral japonês é muito extenso, aproximadamente quatro vezes maior que o brasileiro.



Figura 5 – Mapa do Japão. (Fonte: www.japantech.tur.br)

O Japão possui a décima maior população do mundo, com cerca de 128 milhões de habitantes. É um país desenvolvido, apesar de se recuperar de uma crise econômica. Sua população é envelhecida, com projeção de que as pessoas com mais de 65 anos representem cerca de 40% dos japoneses até 2055. Devido a este fato, diversas políticas econômicas têm sido realizadas

para aumentar a produtividade do trabalho, promover o emprego de mulheres de idosos e reformar o sistema previdenciário e outros sistemas de bem-estar social.

O país preocupa-se com a eliminação de resíduos domésticos, estimulando a reciclagem por meio de legislação específica, com objetivo de diminuir as emissões de CO₂. Seu PIB é estimado em US\$ 5.992 bilhões, sendo o 3º maior do mundo e tendo como principal parceiro comercial a China.

O padrão de vida é elevado (10º maior Índice de Desenvolvimento Humano - IDH), com a maior expectativa de vida dentre os países do mundo (de acordo com estimativas da ONU e da OMS) e a terceira menor taxa de mortalidade infantil.

Com 30 milhões de pessoas vivendo em áreas a menos de 10 metros de altitude, a população corre riscos devido ao aumento do nível dos oceanos. As maiores áreas urbanas do Japão, incluindo Tokyo, Kawasaki, Yokohama, Nagoya, Osaka e Sapporo estão próximas à costa e a baixa altitude.

O país pode ser dividido em quatro regiões climáticas: a de Hokkaido, de clima subártico; a da costa do Pacífico, temperado; a da costa do Mar do Japão, mais chuvoso; e o da região sudoeste, subtropical apresentando uma clara diferenciação entre as estações do ano. Sofre a influência de massas de ar frias vindas da Sibéria no inverno, bem como de massas de ar quentes do Pacífico no verão. Os tufões são comuns entre o fim do verão e o início do outono.

4.4.2 Premissas dos impactos, principais vulnerabilidades socioeconômicas e regiões mais suscetíveis

O Japão é suscetível a terremotos e tsunamis oriundos de terremotos, embora haja controvérsias sobre a influência climática em relação a esses fenômenos. Suas áreas mais atingidas são as áreas costeiras voltadas para o Pacífico.

Por ser um país altamente industrializado, as questões ambientais prioritárias incluem a poluição do ar urbano (NO_x, partículas em suspensão, substâncias tóxicas), gestão integrada de resíduos sólidos, eutrofização da água, conservação da natureza, mudanças climáticas, gestão de produtos químicos e a cooperação internacional para a conservação do meio ambiente.

4.4.3 Temáticas e programas existentes

Agência Meteorológica Japonesa (JMA)

A Agência Meteorológica Japonesa (JMA) oferece informações sobre:

- Atividades de previsão numérica do tempo (temperatura, umidade, pluviosidade, etc.);
- Monitoramento para os serviços de aviação e marinha;
- Monitoramento de terremotos, tsunamis e atividades vulcânicas;
- Mudanças climáticas e questões ambientais globais;
- Observação do ambiente atmosférico;
- Observação meteorológica – produtos de satélite; e
- Serviço de previsão climática.

Para o processamento de todas estas informações a JMA conta com o *Computer System for Meteorological Services* (COSMETS) e promoção do uso da informação do clima.

Observação meteorológica – Produtos de satélite

Formado por redes para o monitoramento do tempo e clima com 1300 estações automáticas, o sistema monitora a direção e velocidade do vento, precipitação, tipo e altura das nuvens, visibilidade, temperatura do ar, umidade e pressão atmosférica. Os dados são enviados a cada 10 segundos ou 10 minutos, dependendo da estação, para a central (JMA *Headquarters*). São disponibilizados mapas, tabelas e previsão da precipitação. Como complementação à rede de estações climáticas, imagens de satélites são realizadas e também disponibilizadas ao público nas faixas do infravermelho, visível e vapor de água.

Serviço de previsão climática

Fornecer uma ampla variedade de informações meteorológicas como avisos e alertas. Estes têm por objetivo proteger a vida e atividades econômicas e sociais do setor público, industrial e transporte. A estrutura de comunicação é realizada por meio de comunicação direta com prefeituras e centros de comunicação. Os alertas e avisos fornecidos pela JMA estão listados abaixo:

- **Avisos** - tempestades de chuva e neve, chuvas fortes, nevascas, maremotos, altas ondas e inundações.
- **Alertas** - vendavais e neve, vendavais, nevascas, chuvas fortes, neblina densa, trovoadas, ar seco, avalanches, aumento de gelo e neve, congelamento, baixas temperaturas, derretimento de neve, tempestades, altas ondas e inundações.

Atividades de previsão numérica do tempo

A JMA desenvolve produtos de previsão numérica desde 1959, sendo uma das pioneiras dentre os serviços meteorológicos nacionais. Opera os modelos mais modernos e precisos: *Global Spectral Model* (GSM) para previsões de curto e médio prazo, e o *Mesoscale Model* (MSM) para alertas de curtíssimo prazo (*nowcasting*). Outros modelos também são desenvolvidos.

Monitoramento para os serviços de aviação e marinha

A JMA fornece avisos à aviação, oferecendo informações complementares aos elementos meteorológicos básicos. Também são enviados avisos de nuvens de poeira vulcânicas em cooperação com o Centro de Avisos de Poeira Vulcânica de Tokyo (VAAC). Os avisos e alertas marinhos, bem como as previsões, são realizados na forma de boletins via o serviço internacional (SafetyNET).

Monitoramento de terremotos, tsunamis e atividades vulcânicas

Monitoramento de atividades sísmicas e vulcânicas, devido à suscetibilidade do país. Possui uma rede de 200 sismógrafos e 600 medidores de intensidade de atividade sísmica.

Computer System for Meteorological Services (COSMETS)

Um dos maiores sistemas computacionais do planeta. Edita automaticamente os dados (*Automated Data Editing and Switching System* - ADESS) da JMA, permitindo o processamento

de um grande número de observações e a conexão direta com os centros especialistas e autoridades locais.

Promoção do uso da informação do clima

Fornecer informações para o setor privado a baixo custo. Mantém diálogo com setor de clima de empresas privadas e oferece certificados para pessoas capacitadas a realizar previsões numéricas.

Programas da Agência Japonesa em Ciências e Tecnologias do Mar e da Terra (JAMSTEC)

A Agência Japonesa em Ciências e Tecnologias do Mar e da Terra (JAMSTEC) realiza observações oceanográficas e marinhas com o objetivo de incrementar a segurança e as atividades econômicas de embarcações, prevenir desastres marinhos e fornecer dados para mudanças climáticas.

Programas da Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa (JAXA)

A Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa (JAXA) possui satélites que oferecem uma ampla variedade de serviços. Estes incluem comunicações e observação do tempo, que desempenham um papel importante na avaliação e análise de padrões climáticos anômalos.

Programas de Sensoriamento Remoto – JAXA

- **Missão de Observação de Mudanças Globais 1- Water "Shizuku" (GCOM-W1)**

A missão GCOM pretende construir, usar e verificar sistemas que permitam contínuas observações em escala global (de 10 a 15 anos) de parâmetros geofísicos para elucidar as mudanças climáticas globais e os mecanismos de circulação de água.

A GCOM é uma de duas séries de satélites. O GCOM-W é destinado a observação de mudanças de circulação de água, enquanto o GCOM-C é utilizado para o monitoramento das mudanças climáticas. O GCOM-W, com um radiômetro de micro-ondas a bordo, vai observar precipitação, vapor de água, velocidade do vento sobre o oceano, a temperatura da superfície do mar, os níveis de água em áreas continentais e as profundidades de neve.

Desde maio de 2013, o GCOM fornece dados geofísicos sobre a água no planeta, incluindo a água precipitável na atmosfera e da temperatura da superfície do mar, calculados com base nos dados de observação adquiridos pela *Advanced Microwave Scanning Radiometer 2* (AMSR2), a bordo da Missão de Observação de Mudanças Globais 1- Water "Shizuku" (GCOM-W1). Estes produtos irão contribuir para capturar as mudanças ambientais em escala global, como o *El Niño* e *La Niña*. Os mesmos também podem ser utilizados para outras finalidades, tanto no Japão e no exterior, incluindo previsões de clima e precipitação, desde avaliação de pontos de pesca até medidas de reforço contra enchentes.

- **Greenhouse Gases Observing SATellite "IBUKI" (GOSAT)**

Desenvolvido em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente do Japão, o Instituto Nacional de Estudos Ambientais e a Agência de Exploração Aeroespacial do Japão, o GOSAT é o primeiro satélite do mundo projetado especificamente para controle de dióxido de carbono (CO₂)

atmosférico e metano (CH₄) a partir do espaço. Estimativas do fluxo de dióxido de carbono (CO₂) foram estimadas pela primeira vez, entre 2009 e 2010, pela combinação de dados de monitoramento de CO₂ baseados em terra e os dados de concentração de CO₂ adquiridos por intermédio do GOSAT. A fim de obter melhores estimativas de fluxo de CO₂, os algoritmos de processamento de dados para a recuperação de dados do GOSAT estão sendo aperfeiçoados.

- **“AQUA” Earth Observation Satellite**

O Satélite de observação Americano Aqua foi desenvolvido como um projeto conjunto entre os Estados Unidos, Japão e Brasil. A NASA foi responsável pela nave e seu lançamento, enquanto Japão e Brasil estão a cargo de vários sensores. A JAXA desenvolveu um sensor de rádio e o *Advanced Microwave Scanning Radiometer* para EOS (AMSR-E), sensor que está ajudando a obter dados para compreender a água e seus ciclos de energia em escala global.

O AQUA contribui para o entendimento do ciclo global da água no Planeta Terra monitorando vários tipos de fenômenos físicos relacionados com a água e circulação de energia. Realiza observações detalhadas das interações entre a atmosfera, os oceanos e os continentes, e seus efeitos sobre mudanças no mecanismo climático da Terra. Os dados recolhidos por este satélite incluem perfis de temperatura e umidade atmosférica, nuvens e precipitação, radiação líquida, a neve e o gelo do mar, a temperatura da superfície do mar, a produção primária oceânica, solo e água. Estes dados acumulados devem ser usados para promover pesquisas sobre as alterações ambientais globais, bem como para melhorar as previsões meteorológicas, a compilação de informações de condição do mar para a pesca.

- **Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)**

O *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) é um projeto conjunto entre Japão e Estados Unidos, cujo satélite pretende medir a precipitação em áreas tropicais e subtropicais. O Japão foi responsável pelo seu lançamento e desenvolveu o radar de precipitação (PR), enquanto a NASA desenvolveu a espaçonave, quatro instrumentos de observação adicionais e os sistemas de operação dos satélites. Dados inéditos obtidos pelo radar japonês *on-board* têm atraído cada vez mais atenção e expectativas, com novas informações sobre chuvas.

Uma vez que a precipitação em áreas tropicais e subtropicais é responsável por mais de dois terços do volume global das chuvas, essa precipitação tem uma influência significativa sobre a circulação da atmosfera. No entanto, há uma grave falta de dados sobre precipitação nestas regiões. As informações obtidas fornecem a previsão do tempo e dados básicos importantes para a análise das mudanças no clima global, e para a previsão mais precisa de mudanças futuras. Além disso, as informações poderão ajudar a prever como o fenômeno El Niño afetará a mudança climática global e causará condições meteorológicas anormais em poucos anos, e como o aquecimento global irá se desenvolver.

- **Outros programas em andamento na JAXA**

- *Global Precipitation Measurement/ Dual-frequency Precipitation Radar* (GPM/DPR)
- *Global Change Observation Mission- Climate* (GCOM-C)
- *Earth Clouds, Aerosols, and Radiation Explorer* (Earth CARE)

4.4.4 Instituições envolvidas no monitoramento

- *Japan Meteorological Agency (JMA)*

A JMA é o órgão governamental japonês responsável por estruturar as informações sobre tempo e clima.

- *Meteorological Research Institute (MRI)*

São publicadas regularmente projeções das condições climáticas usando o modelo acoplado oceano-atmosfera desenvolvido pelo MRI, contribuindo internacionalmente inclusive com o IPCC.

- *WMO's Global Telecommunication System (GTS)*

A agência monitora dados climáticos globais por meio da WMO's GTS. Isto permite a checagem da qualidade dos dados de temperatura e precipitação de eventos climáticos extremos.

- *Data Centre for Greenhouse Gases (WDCGG) e World Calibration Centre (WCC)*

Monitoramento dos gases do efeito estufa, ozônio e outros compostos. Operam em conjunto com o WDCGG o *Quality Assurance/Science Activity Centre* (QA/SAC) e o WCC. Estas informações servem de base para boletins utilizados pela UNFCCC.

- *Centro de Avisos de Poeira Vulcânica de Tokyo (VAAC)*

Envia avisos de nuvens de poeira vulcânicas em cooperação com o VAAC. Os avisos e alertas marinhos, bem como a previsão são realizados na forma de boletins via o serviço internacional SafetyNET.

- *Instituto Nacional de Estudos Ambientais (NIES)*

Contribui para a otimização de previsões futuras sobre as alterações climáticas com base em observações e análises integradas modelo que esclarecem, por exemplo, a natureza das mudanças nas concentrações de gases de efeito estufa para a Ásia Oriental e no resto do mundo e realiza análises em gestão estratégica de riscos, por exemplo, o aquecimento global.

- *Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)*

Centro japonês de pesquisa e desenvolvimento científico em ciências e tecnologias do mar e da terra, onde está localizado o *Research Institute of Global Change* (RIGC), que tem como objetivo monitorar os oceanos, ar, terra e ecossistemas usando uma grande variedade de técnicas para definir as condições prevalentes, compreender os mecanismos de mudança e desenvolver modelos de previsão que combinem os resultados com os conhecimentos para melhor prever as mudanças futuras.

- *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*

A agência de exploração aeroespacial japonesa reúne as melhores, mais modernas e avançadas tecnologias aeroespaciais do Japão. A JAXA possui satélites em operação que desenvolvem programas de acompanhamento de mudanças globais, gases do efeito estufa, águas, tempestades tropicais, entre outros.

4.4.5 Governança do sistema de monitoramento

A mudança climática no Japão é tratada em nível governamental, com estruturação e disponibilização de informações para planejadores e instituições privadas. Atualmente, o país é líder mundial no desenvolvimento de novas tecnologias favoráveis ao clima.

A história ambiental do Japão e as políticas atuais refletem um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental. No rápido crescimento econômico após a Segunda Guerra Mundial, as políticas ambientais foram minimizadas pelas empresas do governo e industriais. Na preocupação crescente sobre o problema de poluição advindo do seu crescimento, em 1970, o governo japonês criou muitas leis de proteção ambiental e estabeleceu o Ministério do Meio Ambiente em 1971. O país está classificado na 20ª posição no Índice de Desempenho Ambiental de 2010.

Atualmente, a Agência Meteorológica do Japão (JMA) é responsável por contribuir para a melhoria do bem-estar público, incluindo a prevenção e mitigação de desastres naturais, a segurança do transporte, a prosperidade das indústrias, o monitoramento das mudanças climáticas e as atividades de cooperação internacional.

Junto com as responsabilidades da JMA, o Centro de Satélites Meteorológicos (MSC) é responsável por observar os fenômenos meteorológicos e afins, via sensoriamento remoto, para processar os dados observacionais e divulgar os dados e produtos resultantes das observações.

4.4.6 Indicadores monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas

- Monitoramento de temperatura e precipitação, inclusive eventos climáticos extremos;
- Monitoramento de GEEs, ozônio e outros compostos;
- Monitoramento da direção/intensidade do vento, precipitação, tipo e altura das nuvens, visibilidade, temperatura do ar, umidade e pressão atmosférica;
- Monitoramento de dados oceanográficos, parâmetros físicos e químicos de alta qualidade ao longo de seções transoceânicas, fluxo de calor entre a atmosfera e o oceano, assimilação de dados observacionais com simulações numéricas; e
- Neve, ar seco, tempestade, tsunamis, alagamento, atividade vulcânica, poeira vulcânica e atividade sísmica.

A Tabela 6, a seguir, apresenta os indicadores monitorados.

Tabela 6: Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas Japão

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis utilizadas	Instituição de monitoramento e colaboradores	Onde é monitorado	Premissas do monitoramento	Observações (instrumentos, custos e outros)
GEE e Ozônio troposférico	Monitora CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CFCs, CO e O ₃ . Utiliza mapas Globais de distribuição de CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O para acompanhamento das variações baseado no WDCGG.	JMA	Em 3 estações no território Japonês (Ryori Minamitorishim, Yonagunijima)	Recentemente tem aumentado as preocupações relativas as questões ambientais vinculadas ao efeito estufa e diminuição da camada de ozônio. Tanto quanto eventos climáticos extremos. A agência se preocupa em colaborar para as mitigações e adaptações relacionadas a esta problemática.	

Observação de superfície	Monitora vento (intensidade/direção), precipitação, tipo e altura da base de nuvens, visibilidade, temperatura do ar, umidade e pressão atmosférica	JMA	1300 estações meteorológicas automáticas. Dados enviados a cada 10 segundos ou 10 minutos de acordo com a estação.	Observações de superfície para o monitoramento do tempo e clima em escala nacional.	Automated Meteorological Data Acquisition System (AMEDAS)
Neve	Estações automáticas	JMA	Regiões com forte nevasca		
Terremotos e Tsunamis	Base de dados Earthquake Phenomena Observation System (EPOS)	JMA, governos locais e o National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED)	Rede de 200 sismógrafos e 600 medidores de intensidade sísmica juntamente com 3000 medidores de intensidade sísmica dos governos locais.	Localizado em uma das áreas vulcânicas mais ativas do mundo, o país é frequentemente afetado por terremotos e desastres vulcânicos. Possui sistema de avisos e alertas extremamente desenvolvido, sempre partindo da instituição que processa todos as informações (JMA).	Sismógrafos e medidores de intensidade sísmica

Atividade vulcânica	Base de dados Earthquake Phenomena Observation System (EPOS)	JMA	Rede de sismógrafos e outros instrumentos de observação em 47 vulcões ativos. Agentes de patrulha regular em outros vulcões.	Existem 110 vulcões ativos no Japão, com média de 15 eventos por ano. Possui boletins regulares sobre atividades vulcânicas.	Sismógrafos e medidores de intensidade sísmica
Dados físico-químicos dos oceanos	Cruzeiros oceanográficos (Temperatura, salinidade, oxigênio, nutrientes). Boias oceanográficas (pressão atmosférica, temperatura de superfície do mar, altura e período de onda).	JMA	Oceano Pacífico próximo a costa Japonesa	Mudanças na temperatura dos oceanos e correntes provocadas pela mudança climática levarão a alterações nos padrões climáticos em todo o mundo.	Navios oceanográficos. Boias oceanográficas equipadas com sensores. CTD, XCTD, XBT-DBT
Nível do mar	Earth System Model data do Woods Hole Oceanographic Institution	JMA – Global Environment and Marine Department	Atualmente com 16 estações de medida no nível do mar.	Ao contrário da média global, o nível do mar na costa japonesa não tem apresentado uma tendência de longa duração. O maior nível foi observado na década de 1950.	

Mudanças anuais nas concentrações de CO ₂ atmosférico, nos oceanos e trocas oceano-atmosfera		JMA – <i>Global Environment and Marine Department</i>	Medidos através de cruzeiros oceanográficos no Oceano Pacífico próximo ao Japão	Estudos indicam o oceano Pacífico como um sorvedouro de CO ₂	Modelo empírico de Sugimoto et. al. (2012).
Inventário do CO ₂ oceânico no Noroeste Pacífico	Base de dados de Sabina et. al. (2008 e 2002)	JMA – <i>Global Environment and Marine Department</i>	Oceano Pacífico próximo ao Japão		Medições de mareógrafos (elevação relativa) e de satélites que orbitam a Terra (elevação absoluta).
Acidificação do oceanos	Dados de pH na superfície e dados de CO ₂ em cruzeiros de inverno desde 1984.	JMA – <i>Global Environment and Marine Department</i>	Medidos através de cruzeiros oceanográficos no Oceano Pacífico próximo ao Japão	Os oceanos são um grande sorvedouro de CO ₂ atmosférico emitido como resultado de atividades antropogênicas. A acidificação dos oceanos reduz a capacidade de absorção deste CO ₂ .	Utiliza tecnologia de imagens de satélite.

Fonte : Elaboração pela equipe do IVIG, 2013

4.4.7 Instrumentos e equipamentos utilizados para o monitoramento

- **Observações JMA**

O Japão possui 1300 estações automáticas (*Automated Meteorological Data Acquisition System - AMeDAS*) em intervalos de 17 km. São utilizados navios de pesquisa, boias de deriva, flutuadores perfiladores, estações maregráficas, observação de ondas costeiras e satélites de observação da Terra, sismógrafos e medidores de intensidade de atividade sísmica.

- **Observações via satélite – JAXA**

- **Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 (AMSR2)**

Sensor acoplado no GCOM-W1 para observar radiômetros ou microondas emitidas naturalmente do solo, da superfície do mar e da atmosfera, utilizando seis bandas de frequência diferentes que variam de 7 GHz a 89 GHz. Por meio da medição dessas emissões, a partir da superfície do mar, será possível compreender a temperatura da superfície, com uma precisão de 0,5 °C.

O método de varredura do sensor AMSR2 poderá observar mais de 99% da superfície da Terra em apenas 2 dias. O diâmetro da antena é cerca de 2 metros, o que o torna o maior sensor de observação do mundo a bordo de um satélite.

- **Advanced Microwave Scanning Radiometer- EOS (AMSR -E)**

Sensor que pode coletar dados sobre a água com uma alta definição e sem precedentes, instalado no satélite de observação Americano - Aqua. O AMSR-E usa micro-ondas em vez de sensores ópticos, portanto pode fazer a observação contínua dia e noite, independente do tempo, e sem ser interrompido por nuvens. Os dados obtidos serão fornecidos para a Agência Meteorológica do Japão (JMA) e para o Centro de Informação de Pescas do Japão. Esses dados esperam melhorar a precisão da previsão do tempo e proporcionar outros benefícios práticos.

4.5 Oceania – Austrália

4.5.1 Principais características político-econômicas do país

A Austrália, localizada na Oceania, é um país do hemisfério sul e compreende a menor área continental do mundo, junto com a ilha da Tasmânia e várias ilhas adjacentes nos oceanos Índico e Pacífico.

O território da Austrália tem 7.692.024 km² e 34.218 km de costa (excluindo todas as ilhas em alto-mar) e está localizada sobre a placa indo-australiana. Apesar de ser o sexto maior país em área total, devido ao seu tamanho e isolamento, é muitas vezes apelidada de "ilha continente". Banhada pelo Oceano Índico, a sul e a oeste, pelo mar de Timor, mar de Arafura e Estreito de Torres, a norte, e pelo mar de Coral e mar da Tasmânia, a leste, foi habitada por aborígenes durante cerca de quarenta mil anos antes da colonização europeia, iniciada no final do século XVIII (Figura 6).



Figura 6 – Mapa da Austrália (Fonte: sigeafnd.blogspot.com)

A Austrália é um próspero país multicultural e tem excelentes resultados em muitas comparações internacionais de desempenho, tais como saúde, qualidade de vida, desenvolvimento humano, educação pública, liberdade econômica, bem como a proteção de liberdades civis e direitos políticos, além de ser tecnologicamente avançada e industrializada. Suas cidades estão entre as mais bem avaliadas do mundo em termos de habitabilidade, oferta cultural e qualidade de vida.

A Austrália é o país com o segundo maior índice de desenvolvimento humano (IDH) do mundo em 2013, em primeiro lugar no Índice de Prosperidade de 2008 da Legatum e em sexto

lugar no Índice de Qualidade de Vida da *The Economist* de 2005, com uma população de cerca de 22 milhões de habitantes, dos quais mais de 80% tem ascendência europeia.

Terceiro lugar no Índice de Liberdade Econômica (2010) a Austrália é a décima terceira maior economia do mundo e tem o décimo terceiro maior PIB per capita, maior que o do Reino Unido, Alemanha, França, Canadá e Japão, e a par com o dos Estados Unidos.

O clima da Austrália é significativamente influenciado pelas correntes oceânicas, incluindo o Dipolo do Oceano Índico e o *El Niño*, que está correlacionado com a seca periódica e o sistema de baixa pressão tropical sazonal que produz ciclones no norte da Austrália. Estes fatores induzem consideravelmente a variação de precipitação de ano para ano. Grande parte do norte do país tem uma chuva de verão tropical predominantemente (monção) climática. Pouco menos de três quartos da Austrália encontra-se dentro de desertos ou em zonas semi-áridas. O sudoeste da Austrália Ocidental tem um clima mediterrâneo e grande parte do sudeste (incluindo Tasmânia) possui clima temperado.

4.5.2 Premissas dos impactos, principais vulnerabilidades socioeconômicas e regiões mais suscetíveis

A mudança climática tornou-se uma preocupação crescente na Austrália nos últimos anos, sendo a proteção ao ambiente a mais importante e problemática questão que o país enfrenta. As emissões de dióxido de carbono per capita da Austrália estão entre as mais altas do mundo, as chuvas na Austrália aumentaram ligeiramente ao longo do século passado, as temperaturas médias anuais aumentaram significativamente e as restrições ao uso de água estão atualmente em vigor em muitas regiões e cidades da Austrália, em resposta à escassez crônica devido ao aumento da população urbana e secas localizadas.

É provável que o país se torne mais quente, com menos chuvas e mais secas no sul, mais ondas de calor, menos neve, mais incêndios, chuvas mais pesadas e ciclones mais intensos.

O aquecimento deverá ser menor perto da costa e na Tasmânia, e maior nas regiões central e noroeste da Austrália. Temperaturas médias australianas são projetadas para subir de 0,6 a 1,5 °C até 2030 e de 1 a 5 °C até 2070 (1 a 2,5 °C para um cenário de baixa e de 2,2 a 5°C para um cenário igual ao atual). Essas alterações serão sentidas por meio de um aumento no número de dias quentes. Em Canberra, a média anual atual de cinco dias com temperaturas máximas superiores a 35 °C pode aumentar para sete a 10 dias em 2030 e de oito a 26 dias em 2070.

A precipitação média anual deverá diminuir em grande parte da Austrália. Os problemas de segurança da água são projetados para se intensificar em 2030 no sul e no leste da Austrália, como resultado de chuvas reduzidas e maior evaporação. As projeções indicam que, em 2030, o sul da Austrália pode receber até 10% menos chuvas, enquanto áreas do norte ver mudanças de -10% a 5%.

As temporadas de fogo serão mais intensas e com maior duração. É muito provável que incêndios climáticos irão ocorrer com mais frequência no sul da Austrália. Para a maioria das áreas projeta-se que as chuvas intensas irão recrudescer no verão e no outono e em áreas do norte durante o inverno e a primavera. Os ciclones tendem a ser cada vez mais intensos, além disso os dias com ciclone tropical são projetados para aumentar no nordeste, mas diminuir no noroeste. O número de dias com forte granizo deverá aumentar ao longo da costa leste da Ilha de Fraser e Tasmânia e diminuir ao longo da costa sul da Austrália.

Aglomerações costeiras e infraestruturas deverão enfrentar altos riscos com a elevação do nível do mar, tempestades mais frequentes e inundações em 2050, sendo que essa elevação na costa leste pode ser maior do que a média global.

A produção agroindustrial deverá ser afetada em 2030 em grande parte do sul e do leste da Austrália devido ao aumento da seca, redução dos recursos hídricos e elevação nas temperaturas. Além disso, a perda significativa de biodiversidade deverá ocorrer já em 2020, em alguns locais ecologicamente ricos.

É provável que um dos principais impactos sobre a saúde seja um aumento do número de mortes relacionadas ao calor. Algumas doenças transmitidas por vetores, como a dengue, podem se alastrar para o sul.

4.5.3 Temáticas e programas existentes e o que se monitora

Temáticas

- **Indicadores meteorológicos**

O monitoramento de impactos das mudanças climáticas na Austrália é predominantemente de indicadores das condições meteorológicas e para uso direto da população e sistemas de alerta.

- **Indicadores de biodiversidade vegetal**

Os indicadores para monitorar o impacto na vegetação, em particular, de áreas de patrimônios mundiais como a Tasmânia ainda são incipientes. O país espera recomendações de especialistas para definir os critérios, as espécies vegetais e onde monitorar.

- **Sistema de informações ambientais**

O Governo da Austrália publicou recentemente (2012) uma Declaração da Necessidade de Informações Ambientais, por meio de um esforço conjunto de 17 departamentos e órgãos do governo, para identificar informações ambientais relevantes para o monitoramento, visando subsidiar ações do Governo para melhor proteger o meio ambiente e atingir resultados desejáveis.

Programas, projetos e redes de monitoramento

- ***The National Flagships Research Program da CSIRO***

O Programa Nacional de Liderança de Pesquisas da CSIRO busca oferecer soluções científicas para alcançar os objetivos nacionais mais importantes da Austrália. O programa se comprometeu com mais de US\$100 milhões para apoiar atividades colaborativas em todos os setores da indústria e da ciência, dentre esses a questão da mudança do clima.

- **Programa entendendo mudanças climáticas**

Este é um programa no qual cientistas buscam conhecer melhor o sistema climático da Terra por meio da observação, medição e modelagem.

- **Acesso e recepção de dados por satélites**

Com acesso a satélites meteorológicos japoneses, americanos, chineses e europeus a Austrália está bem servida por imagens regulares para apoiar as operações de pesquisa e de serviços

meteorológicos do *Bureau* de Meteorologia. Isso graças ao livre acesso e intercâmbio global de dados meteorológicos com a China, Europa, Japão e EUA, com destaque do MTSAT do Japão para as observações espaciais do Sistema de Observação Global da WMO, cujos dados são disponibilizados livremente.

A Austrália possui cinco estações de recepção que processam as informações sobre radiação solar, temperaturas da superfície do mar, índices de vegetação, a cura do pasto, vetores de movimento atmosférico, cinza vulcânica, e os perfis atmosféricos de temperatura e umidade relativa.

- *Climate Adaptation Flagship da CSIRO*

A Liderança de Adaptação ao Clima da CSIRO oferece informações científicas disponíveis e experiência para apoiar os esforços da Austrália para se adaptar às mudanças climáticas de uma maneira prática e eficaz.

- *Australian Weather Watch Radar Network*

Este sistema do *Bureau* de Meteorologia disponibiliza informações completas e oportunas sobre clima e condições meteorológicas extremas de temperatura e precipitação. Um dos maiores impactos da variabilidade e mudança do clima ocorre quando a frequência e intensidade dos eventos extremos são alteradas. Tal sistema de monitoramento foi concebido com estrutura melhorada para monitorar tais alterações, de modo a entender, se preparar e se adaptar para alterações de eventos extremos. As informações geradas alimentam o Programa de Mitigação de Desastres instituído pelo *Bureau* em 2003.

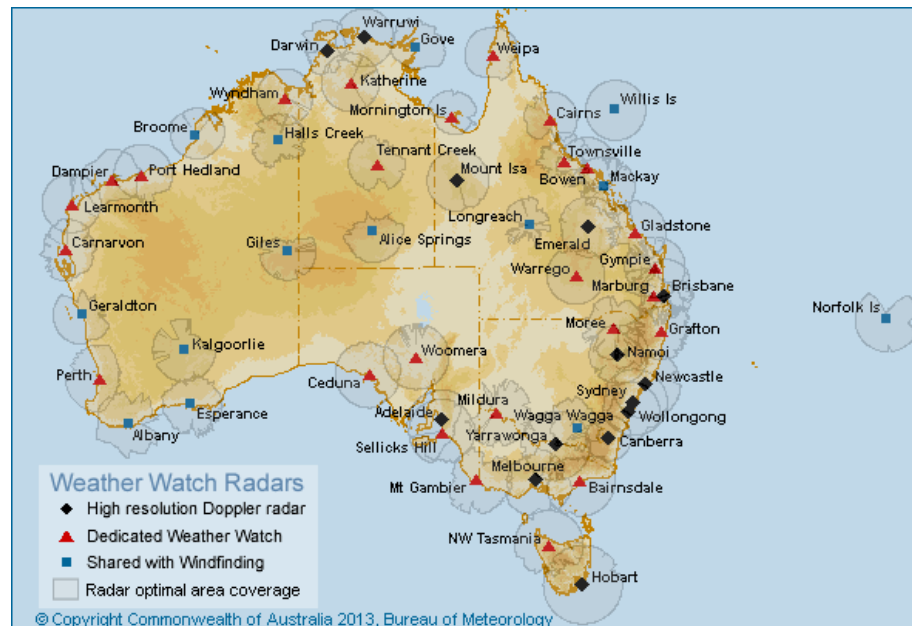


Figura 7 – Mapas dos radares climáticos australianos

- *Strategic Radar Enhancement Project (SREP)*

O *Bureau* de Meteorologia recebeu do orçamento federal de 2009 - 2010 US\$ 48 milhões, ao longo de sete anos, para a instalação de quatro novos radares, ampliando a cobertura da rede de

verificação para aumentar o período de previsão de extremos climáticos e permitir a automação do monitoramento.

- ***Australian Climate and Weather Extremes Monitoring System***

Este sistema do *Bureau* de Meteorologia disponibiliza informações completas e oportunas sobre clima e condições meteorológicas extremas de temperatura e precipitação. Um dos maiores impactos da variabilidade e mudança do clima ocorre quando a frequência e intensidade dos eventos extremos são alteradas. Tal sistema de monitoramento foi concebido com estrutura melhorada para monitorar tais alterações, de modo a entender, se preparar e se adaptar para alterações de eventos extremos. As informações geradas alimentam o Programa de Mitigação de Desastres instituído pelo *Bureau* em 2003.

- **Serviços de Alerta**

O serviço de alerta é do *Bureau* de Meteorologia. Monitora e divulga em tempo real: i) as condições de enchente, ii) as condições dos ciclones tropicais, iii) sistema de alerta de tsunamis e iv) sistema de alerta de condições climáticas marítimas.

- ***National Flood Warning Service Program***

A principal função do Programa de Serviço de Alerta de Cheias é disponibilizar previsão de inundações e alertas de forma eficaz em cada estado / território australiano. Este serviço é realizado em cooperação com outros órgãos governamentais, Agências de Gestão de Emergências, autoridades de gestão da água e conselhos locais. O serviço é coordenado pelos Comitês Consultivos de Alerta de Cheias que estabelecem arranjos de cooperação em cada estado/território.

- ***Australian Tsunami Warning System (ATWS)***

O Sistema Australiano de Alerta de Tsunami (ATWS) é um projeto financiado pelo governo australiano e realizado em conjunto entre o *Bureau* de Meteorologia, Geociência Austrália (GA) e a Procuradoria-Geral (AGD). Este é um serviço de alerta de tsunami abrangente e independente que fornece informações para a mídia, o público e autoridades que trabalham com emergências relacionadas a tsunamis na Austrália e seus territórios marinhos.

- ***Radar Network and Doppler Services Upgrade Project (RNDSUP)***

O projeto desenvolveu um visualizador de radar avançado como parte da Rede de Radar Doppler do *Bureau*. O visualizador permite ao usuário customizar os mapas do radar de modo a exibir características de precipitação de lugares interessado.

- ***BLUELink Ocean Forecasting Project***

Por meio do Projeto de Previsão Oceânica BLUELink do Serviço Oceanográfico do *Bureau* são fornecidos previsão de maré, alertas de tsunami e os parâmetros marítimos, tais como: temperatura e salinidade da superfície do mar, correntes e anomalia do nível do mar.

4.5.4 Instituições envolvidas no monitoramento dos impactos

a) Instituições

- **CSIRO**

Organização de Pesquisa Científica e Industrial é a agência nacional de ciência da Austrália que financia pesquisas, em particular sobre mudanças climáticas. A CSIRO está envolvida com muitas iniciativas nacionais e internacionais e recebe colaborações de universidades na Austrália e no exterior, além de grupos industriais e governos de diferentes níveis para encontrar soluções práticas, com base científica.

- **Bureau de Meteorologia**

O *Bureau* de Meteorologia é a instituição central para todos os indicadores monitorados relativos ao clima. O Serviço Nacional de Meteorologia abrange uma ampla gama de previsão, avisos, observações meteorológicas e serviços de informação para a comunidade australiana. Podem ser divididas em 3 grandes grupos de serviços: o de acesso ao grande público (previsão, alerta e observação, mar e oceanos, agricultura e dados); mitigação de desastres (ciclones tropicais, tempestade severas e raios, tsunamis e incêndios florestais); e acesso restrito para setores específicos e defesa.

- **The Bureau's Regional Forecasting Centers (RFCs)**

Os Centros Regionais de Previsão nas capitais são o principal ponto de ligação para os serviços de emergência durante os eventos de tsunami.

- **The Joint Australian Tsunami Warning Centre (JATWC)**

O *Bureau* e a Geociências Austrália operam o Centro em conjunto, 24 horas por dia, onde se detecta, monitora, verifica e avisa qualquer ameaça de tsunami para a costa da Austrália e seus territórios marinhos.

- **Tropical Cyclone Warning Centers (TCWCs)**

Os ciclones tropicais se desenvolvem ao longo de águas tropicais ao redor da Austrália durante os meses mais quentes. O *Bureau* fornece serviços de alerta para estes ciclones. Os avisos são emitidos para as comunidades terrestres ameaçadas e para marinheiros. Boletins de monitoramento de evolução dos ciclones também são emitidos durante a temporada de ciclones. Os Centros de Alerta de Ciclones Tropicais (TCWCs) se localizam em Perth, Darwin e Brisbane, cada um cobrindo áreas diferentes do país.

- **Projeto eReef**

O projeto eReefs iniciado em 2012, com duração de cinco anos, irá fornecer ferramentas vitais para a tomada de decisão e comunicação que abrangem todo espectro da Grande Barreira de Corais.

- **Projeto Perfis de Biodiversidade**

Um projeto de descrição da biodiversidade, via coleções da história natural do país, para derivar métricas para inferir sobre mudança na biodiversidade. Isso será feito por meio do Atlas Austrália Viva (2013) e de modelagem espacial desenvolvida pela CSIRO, com o intuito de

desenvolver um sistema de monitoramento da biodiversidade na Austrália. O projeto conta com o apoio de uma rede de cientistas colaboradores, museus e universidades.

b) Colaboradores

- ***Geoscience Australia***

A Geociência Austrália opera o Centro Conjunto Australiano de Alerta a Tsunamis (JATWC) com o *Bureau* de Meteorologia em parceria com o *Bureau* de Meteorologia.

- ***Procuradoria Geral (Attorney-General's Department)***

Colabora no Serviço de Alerta de Tsunamis junto com a Geociência Austrália e o *Bureau* de Meteorologia.

- ***Rede de Observadores de Tempestades***

Um componente importante do Serviço de Alerta de Tempestades com Raios do *Bureau* de Meteorologia é a Rede Nacional de Observadores de Tempestades. São voluntários residentes que prestam informações *in locus* sobre tempestades intensas com danos.

- ***Colaboradores do Projeto eReefs***

O Projeto eReef recebe a colaboração do *Great Barrier Reef Foundation*, *Bureau of Meteorology*, CSIRO, *Australian Institute of Marine Science*, Governo de Queensland, *Caring for our Country*, Governo Australiano, BHP Billiton Mitsubishi Alliance, e do *Science and Industry Endowment Fund*.

4.5.5 Governança do sistema de monitoramento

Muitas ações do Governo Australiano são realizadas em parceria com o setor empresarial. A agência de fomento de pesquisa, a CSIRO, por exemplo, produz pesquisas tanto para o setor público como para o setor empresarial industrial. Nesse enfoque, as ações de monitoramento do clima são muito práticas e dirigidas ao uso. O monitoramento dos impactos da mudança do clima se concentra em indicadores de condições meteorológicas em terra e no mar, para serem utilizados pelo público em geral, serviços de alerta em caso de eventos extremos ou uso comercial mediante encomenda.

O monitoramento é centralizado no estado, sob o comando da CSIRO e realizado quase que exclusivamente pelo *Bureau* de Meteorologia, com alguns poucos colaboradores. Conta com apoio de alguns departamentos também dos governos envolvidos com o tema, como a Geociência Austrália, para monitorar aspectos geológicos; a Procuradoria Geral para o serviço de alerta de tsunami; e algumas redes de voluntários de observadores de tempestades intensas. As informações geradas são fornecidas *online*, dados sobre eventos passados e, boa parte, em tempo real para o uso do público, serviços de alerta e para tomadores de decisão.

O *Bureau* também oferece serviços meteorológicos comerciais, que fornecem previsão detalhada em tempo real de dados como vento, ondas, temperatura, precipitação, ciclones tropicais, rajadas de vento forte, adaptados às necessidades dos clientes, em diferentes formatos, para minimizar o impacto do clima em diferentes operações de setores industriais específicos, como a mineração, indústria petrolífera, turismo, entre outros.

Em 2010, uma iniciativa conjunta do *Bureau* de Meteorologia e do Departamento de Sustentabilidade, Meio Ambiente, Água, População e Comunidades criou o Plano Nacional para Informação Ambiental (NPEI - *National Plan for Environmental Information*) visando melhorar a capacidade de monitorar, detectar e prever alterações no meio ambiente para apoiar a tomada de decisões do Governo. Estabeleceu-se o **Grupo Consultivo de Informações Ambientais do Governo Australiano (AG EIAG)**, composto por 17 departamentos e entidades do Governo, como iniciativa do NPEI para fornecer aconselhamento estratégico e identificar prioridades de informação ambiental no conjunto do governo. Sob a condução do AG EIAG foi elaborada, em 2012, uma Declaração de Necessidade de Informação Ambiental do Governo Australiano, na qual se incluem informações referentes aos impactos da mudança do clima.

A Declaração deste grupo mostrou a necessidade do Governo Australiano de investir na busca de informações ambientais no longo prazo para colher resultados. Acima de tudo, a Declaração representou tanto uma ampliação quanto uma integração da busca e monitoramento de dados ambientais.

O AG EIAG é composto por representantes de:

- *Attorney-General's Department;*
- *Australian Bureau of Statistics;*
- *Bureau of Meteorology;*
- *CSIRO;*
- *Department of Agriculture, Fisheries and Forestry;*
- *Department of Climate Change and Energy Efficiency;*
- *Department of Defence;*
- *Department of Health and Ageing;*
- *Department of Infrastructure and Transport;*
- *Department of Industry, Innovation, Science, Research and Tertiary Education;*
- *Department of the Prime Minister and Cabinet;*
- *Department of Regional Australia, Local Government, Arts and Sport;*
- *Department of Resources, Energy and Tourism;*
- *Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities;*
- *Geoscience Australia;*
- *Murray–Darling Basin Authority; e*
- *The Treasury.*

4.5.6 Indicadores monitorados, base de dados ou variáveis levantados

A Tabela 7 apresenta os indicadores monitorados na Austrália.

Tabela 7: Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas – Austrália

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis utilizadas	Instituição de monitoramento e colaboradores	Onde é monitorado	Premissas do monitoramento	Observações (instrumentos, custos e outros)
Extremos climáticos (tempestades de raio, ciclones, enchentes, tsunamis e incêndios)	Dados de todo o sistema meteorológico nacional	Bureau de Meteorologia	Em todo o país, em particular nas áreas de maior ocorrência	O padrão de eventos climáticos severos deve mudar	Radares Modelo de predição do clima do Bureau O custo da expansão do sistema SREP foi de US\$ 48 milhões
Cheias dos rios (última uma hora e últimas 24 horas)	Dados de acompanhamento em tempo real das chuvas fortes e o nível dos rios do Serviço de alerta de inundação	Serviço de alerta de inundação do Bureau de Meteorologia	Em todo o país	Projeção da intensificação de chuvas fortes com a mudança do clima	Associa as chuvas fortes e as condições de inundação dos rios. Informações postadas em tempo real no site do Bureau.
Ciclones	Dados de acompanhamento em tempo real dos ciclones tropicais do Serviço de alerta de ciclones	Serviço de alerta de ciclones do Bureau de Meteorologia	Em todo o país	Os ciclones tropicais se desenvolvem ao longo águas tropicais ao redor	O monitoramento fornece: Perspectiva sazonal de ciclones; Perspectivas de ciclones (em 3 dias); Boletim de informação de
				da Austrália durante os meses mais quentes, principalmente novembro-abril.	ciclones de potencial risco; Observatório de ciclones eminentes; Alerta de ciclones já iminentes; Boletim técnico detalhado de ciclones; Mapas das rotas de ciclones (GIS); Alertas marítimas com risco de ciclone.
Tsunamis		Serviço de alerta de tsunamis e da Geoscience Austrália	Na faixa litorânea que rodeia o país	Há registros de tsunamis na Austrália a cada 2 anos, embora a maioria não apresente riscos	O monitoramento fornece: Observatório de tsunamis com emissão de um Boletim Nacional de Tsunami sem Ameaça; Alerta de tsunami e cancelamento de alerta.
Oceanos (Salinidade, Temperatura da superfície do mar, Correntes Marítimas, Vento, Nível do mar, Altura das ondas, Redemoinho, Maré)	Dados levantados pelo Serviço Oceanográfico	Serviço Oceanográfico do Bureau de Meteorologia	Em toda a área marítima ao redor do continente Australiano	Principalmente para a segurança da navegação e do uso do mar.	O monitoramento fornece: Previsão e alerta para as águas costeiras; Previsão e alerta para alto mar; Previsão de ventos marítimos; Previsão de altura de ondas.
Dados climáticos e previsões agroclimáticas	Dados em tempo real e Previsão de chuva, temperatura, El Niño, La Niña, vazão de rios, ciclones tropicais, radiação solar, índice de	Bureau de Meteorologia	Em todo o país	Assegurar produção e produtividade agrícola e evitar	Satélites; Rede de 60 radares

	vegetação, evapotranspiração. Relatórios de seca e Rel. mensais do clima.			perdas.	
Clima espacial (condições solares, geofísicas, de propagação do HF, ionosféricas e TEC).	Dados do Serviço de Clima Espacial e de atividade solar do Laboratório de Observação Solar (erupções, filamentos)	Serviço do Clima Espacial do Bureau de Meteorologia	Alta atmosfera: magnetosfera e ionosfera	Garantir e beneficiar operação de satélites, rádio, geofísica, linhas de tubulação de longa distância e redes de energia elétrica	Satélites; Utiliza telescópio solar ótico do Observatório Solar em Learmonth e Culgoora.
Indicadores Ambientais Costeiros (Barreira de corais)	Qualidade da água marinha da <i>Marine Water Quality Dashboard</i> ; Sistema de informações costeiras como temperatura, PH, turbidez, nutrientes, uso do solo e associar com a saúde dos corais; Tipos de intervenção	Bureau de Meteorologia via projeto eReef	Grande Barreira de Corais	Os corais estão sendo impactados pelo aquecimento (branqueamento)	Utiliza das mais recentes tecnologias para comparar dados e para desenvolver novas modelagens integradas
Biodiversidade	Perfis de biodiversidade de coleções de história natural do país	Rede de colaboradores científicos, museus e universidades	Em todo o país	Verificar e controlar a perda da biodiversidade provocada pela ação humana e pela mudança do clima	Através do Atlas da Austrália Viva e de modelagens espaciais desenvolvidas por CSIRO

Fonte : Elaboração pela equipe do IVIG, 2013

4.5.7 Instrumentos e equipamentos utilizados para o monitoramento

As informações dos indicadores de condições meteorológicas são principalmente veiculadas via internet, no site do *Bureau* de Meteorologia. Grande parte das informações sobre equipamentos constam no quadro acima.

As informações sobre o clima oceânico e dos serviços de previsão marítima podem ser acessadas por rádio VHF a partir de águas continentais, rádio HF para distâncias maiores em alto mar e via satélite 'INMARSAT C SAFETYNET' para acesso global.

Comentários sobre o sistema de monitoramento do país

A Austrália tem um serviço de meteorologia muito prático, completo e dirigido ao usuário, seja para a agricultura, para os embarcados, a recreação ou para os serviços de alerta que são bastante estruturados. Os boletins mensais do clima são disponibilizados por localidade, bem como os dados relacionados ao clima (passados e previsões) são fornecidos online, em tempo real e de graça, salvo tabulações avançadas para o setor industrial. O serviço conta com radares e satélites para a automação da coleta e monitoramento dos dados e é centralizado pelo *Bureau* de Meteorologia.

São poucas as menções de colaboração e interface das universidades no manuseio dos dados para a pesquisa sobre o clima. Cabe observar que apenas uma das bases de recepção de satélite, a de Perth, conta com a participação de duas universidades no consórcio de instituições para o processamento dos dados.

O monitoramento da biodiversidade de áreas especiais consideradas como patrimônio mundial, tal qual o Deserto de Tasmânia, ainda está no nível preliminar de recomendação de como, onde e o que monitorar por meio de estudos de consultores.

O Governo Australiano apresentou um avanço sólido no monitoramento do seu meio ambiente com a Declaração da Necessidade de Informações Ambientais pelo Grupo Consultivo de Informações Ambientais do Governo Australiano (AG EIAG). De uma forma muito objetiva, próprio do perfil da cultura australiana, a Declaração do Grupo Consultivo, ainda que em passos iniciais, explicita o quê, como e em que serão utilizadas as informações ambientais, os quais serão revisados bianualmente. Esta base de informação pode constituir uma rica fonte de indicadores para o monitoramento de impactos no meio ambiente não só da mudança do clima, mas também da influência humana.

O Projeto *eReef* que monitora a Grande Barreira de Corais é uma das primeiras iniciativas resultantes do NPEI (Plano Nacional de Informação Ambiental) assim como o Projeto de Perfis da Biodiversidade na Austrália que explora as coleções de história natural para derivar métricas de alteração na biodiversidade.

4.6 Oriente Médio – Emirados Árabes Unidos, Dubai

4.6.1 Principais características político-econômicas do país

Dubai faz parte dos Emirados Árabes Unidos (EAU) e está localizada ao longo da costa sul do Golfo Pérsico na Península Arábica na Ásia. É um dos sete emirados, sendo o segundo maior em área, além de ser a cidade mais populosa (Figura 8).

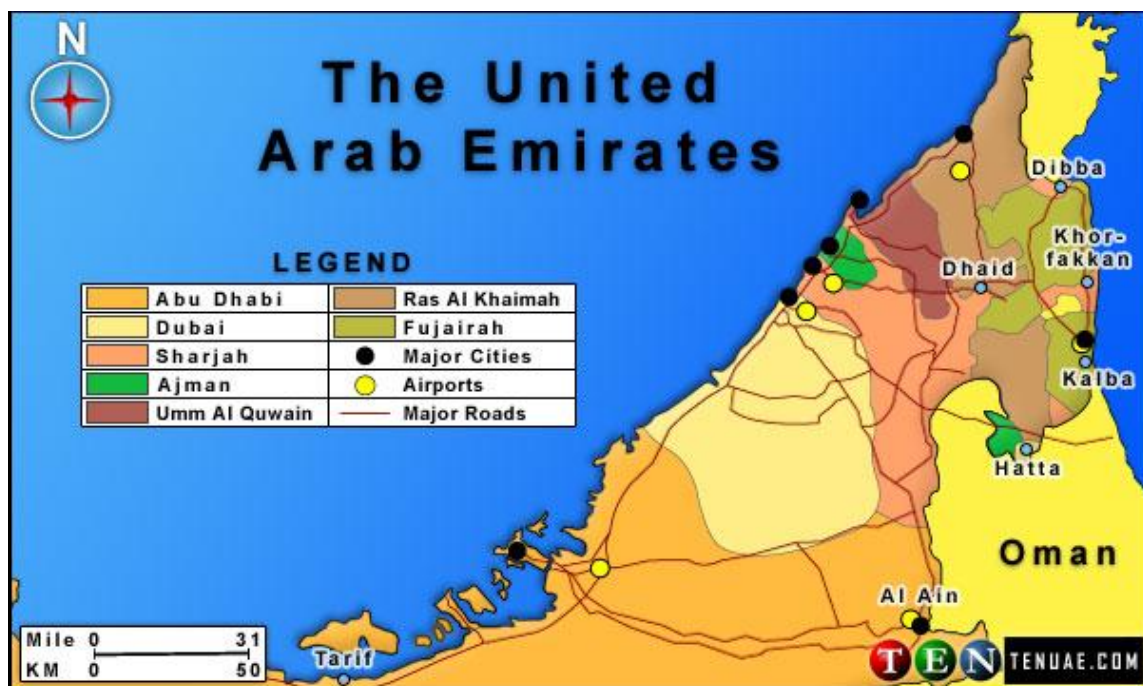


Figura 8 Mapa dos Emirados Árabes Unidos – Localização de Dubai.(Fonte:www.viajesadubai.es)

De acordo com o censo realizado pelo Centro de Estatísticas de Dubai, a população do emirado era de 1.422.000 de habitantes em 2006, sendo 1.073.000 homens e 349.000 mulheres. Situa-se no deserto da Arábia e não possui nenhum rio ou oásis natural. A Enseada de Dubai é um estuário natural, que foi dragado para torná-lo suficientemente profundo para que navios de grande porte possam atravessá-la.

A receita de Dubai é proveniente do turismo, comércio, setor imobiliário e serviços financeiros. As receitas de petróleo e gás natural contribuem com menos de 6% do PIB de US\$ 37 bilhões (2005) da sua economia. A maioria dos novos bancos e o centro financeiro da cidade está localizada na área portuária da cidade, sendo o Porto Jebel Ali de Dubai, sendo o maior porto artificial do mundo e oitavo lugar no volume de tráfego de containers no mundo.

4.6.2 Premissas dos impactos, principais vulnerabilidades socioeconômicas e regiões mais suscetíveis

Os dados estatísticos sobre o clima e meio ambiente são considerados importantes parâmetros no emirado de Dubai, por meio do qual se pode identificar o tempo e as questões ambientais, tais como: temperatura média, umidade e áreas verdes e cultivadas. Esses dados também armazenam medições sobre a poluição do ar, resíduos públicos e perigosos, e os serviços de saúde. A importância dos bancos de dados sobre as condições meteorológicas é evidenciada por seus efeitos sobre o turismo e agricultura, ao passo que os bancos de dados ambientais são importantes no fornecimento de ar limpo para preservar a saúde da sociedade, e o fornecimento de uma rede avançada para monitorar a qualidade do ar.

A rápida expansão econômica de Dubai resultou em grandes mudanças nos traços geográficos do emirado. Foram construídas as maiores ilhas artificiais do mundo: as Palm Islands, situadas ao largo da costa dos Emirados Árabes Unidos, no Golfo Pérsico e que acrescentam 520 km de praias para a cidade de Dubai. No total foram gastos mais de 1,2 bilhão m³ de rochas e areia para construção das ilhas. Essas são circundadas por quebra-mares que diminuem o impacto das ondas. Apesar de terem sido considerados a força das ondas na região, as marés, os ventos e até mesmo os efeitos do aquecimento global, as ilhas geram diversas implicações para o ecossistema local, como a perda de biodiversidade, poluição da água, alteração das correntes oceânicas, a erosão da praia e perda de fauna natural.

Esse rápido crescimento também tem contribuído para o esgotamento de seus recursos, uma vez que o tratamento de resíduos e o fornecimento de água exigem um gasto significativo de eletricidade. A dessalinização da água do mar tem elevado os níveis de salinidade das águas do Golfo, além de produzirem altas emissões de dióxido de carbono que têm ajudado a dar a Dubai e a outros Emirados Árabes Unidos um dos maiores índices de emissões de carbono do mundo e gerarem enormes quantidades de lodo aquecido que é bombeado de volta ao mar. Hoje, os níveis de salinidade do golfo subiram de 32 mil ppm, há cerca de 30 anos, para 47 mil ppm, o que é suficiente para ameaçar a fauna local e a vida marinha.

4.6.3 Temáticas e programas existentes

- **Monitoramento das condições meteorológicas**

Realizado 24 horas por dia, em toda a região do Oriente Médio, com atenção particular a Dubai e área circundante. Os serviços de previsão estão disponíveis para usuários da aviação, operadores marítimos, empresas locais e ao público em geral, com base em registros climáticos históricos registrados no aeroporto.

- *Dubai Coastal Zone Monitoring and Forecasting Programme*

O Programa de monitoramento da zona costeira de Dubai possui um sistema de previsão e monitoramento que fornece informações sobre as ondas, correntes, superfície, altitude, vento, derramamento de óleo e inundações ao longo da costa de Dubai e do Golfo Pérsico. O programa é um amplo banco de dados com numerosas aplicações em engenharia costeira e gerido pela *Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS)*.

O monitoramento realizado pelo Programa tem os seguintes objetivos:

- Desenvolver a compreensão de processos costeiros;
- Identificar áreas de riscos de erosão ou acreção;
- Identificar e gerenciar os impactos na costa e oceano dos desenvolvimentos da zona costeira de Dubai;
- Melhorar a calibração e verificação de modelos numéricos e planejamento de ferramentas;
- Estabelecer uma base operacional, pela internet, com monitoramento em tempo real;
- Contribuir para o processo de tomada de decisão; e
- Fornecer aos desenvolvedores, consultores, bem como o público em geral, dados em diferentes níveis de complexidade.

4.6.4 Instituições envolvidas no monitoramento dos impactos

- *Dubai International - Meteorological Services*

A Unidade de Serviços de Meteorologia de Dubai (*Dubai International - Meteorological Services*) faz parte da Dubai Serviços de Navegação Aérea (*Dubai Air Navigation Services - DANS*).

- *Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS)*

A *Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS)* faz parte do Departamento de Meio Ambiente de Dubai e está sob supervisão do Setor de Controle de Segurança, Saúde e Meio Ambiente do Município de Dubai. A CWMS supervisiona o desenvolvimento sustentável e a utilização costeira e marinha de Dubai, por meio da formulação e implementação de planos e procedimentos de Gestão Integrada da Zona Costeira (ICZM), no âmbito das responsabilidades da Municipalidade de Dubai.

4.6.5 Governança do sistema de monitoramento

As ações de monitoramento de indicadores de mudanças climáticas são iniciativas do Governo de Dubai. As condições climáticas e a zona costeira são monitoradas 24 horas por dia.

As mudanças climáticas começaram a ser vistas como um problema para os construtores de propriedades em Dubai, a partir de 2009, quando a crise econômica deslanchou e dificultou o êxito de suas nascentes ambições ambientais.

4.6.6 Indicadores monitorados, base de dados ou variáveis levantados

Tabela 8: Indicadores primários monitorados e base de dados ou variáveis monitoradas - Dubai

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis utilizadas	Instituição que monitora e colaboradores	Onde é monitorado	Premissas do monitoramento	Observações: instrumentos custos outros
Condições meteorológicas	Três estações meteorológicas medem a velocidade e direção do vento, a velocidade da rajada, temperatura do ar, pressão atmosférica e umidade relativa do ar a cada 10 minutos	Dubai International - Meteorological Services como parte da Dubai Air Navigation Services - DANS	Todo o Oriente Médio com atenção em Dubai e área circundante	As mudanças climáticas começaram a serem vistas como um problema para os construtores de propriedades em Dubai, a partir de 2009 quando a crise econômica deslanchou e dificultou o êxito de suas nascentes ambições ambientais	
Ondas (altura, período e direção)	Dados batimétricos disponíveis para toda a zona costeira de Dubai com uma cobertura de cerca de 1000 km ² . Resolução dos dados varia de 5x5 e 3x3 no mar perto da costa. Imagens de alta resolução processados por ferramentas de MatLab e GIS	Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS).	Zona costeira de Dubai	Compreensão dos processos costeiros e impactos de ondas na costa (Inundações e derramamentos de óleo)	ADCP - Acoustic Doppler Current Profilers Câmeras
Velocidade atual e direção da corrente	Dados de ADCP são recolhidos no intervalo de 10 minutos e os parâmetros de onda em	Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS).	Zona costeira de Dubai	Compreensão dos processos costeiros e impactos de ondas na costa (Inundações e	ADCP - Acoustic Doppler Current Profilers HF RADAR

	intervalos de uma hora, para a maioria das estações. Dados de HF radar medindo o período, altura e direção da onda.			derramamentos de óleo)	
Superfície	Dados de superfície de HF radar com uma resolução espacial de cerca de 215 m da costa para profundidades marítimas até 15-20 m, disponíveis a cada 30 minutos. Dados de sensores do nível do mar a cada 10/15 minutos.	<i>Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS).</i>	Zona costeira de Dubai	Compreensão dos processos costeiros e impactos de ondas na costa (Inundações e derramamentos de óleo)	HF RADAR Sensores de nível do mar Valeport 740 and 730WT models
Temperatura da água	Dados atuais ADCP são recolhidos no intervalo de 10 minutos	<i>Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS).</i>			ADCP - Acoustic Doppler Current Profilers
Vento	Dados de HF radar capaz de medir velocidade do vento a cada 10 minutos.	<i>Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS).</i>		Compreensão dos processos costeiros e impactos de ondas na costa (Inundações e derramamentos de óleo)	HF Radar
Batimetria costeira	Dados de Echo sounder e Lidar Resolução de 3x3m da zona costeira e 5x5m da zona offshore. Imagens de alta resolução processados por ferramentas de MatLab e GIS	<i>Coastal Zone & Waterways Management Section (CWMS).</i>	Zona costeira de Dubai	Compreensão dos processos costeiros e impactos de ondas na costa (Inundações e derramamentos de óleo)	LIDAR- Light Detection and Ranging Echo sounder Câmeras

Fonte : Elaboração pela equipe do IVIG, 2013

São oferecidos os seguintes dados, a saber:

- Caracterização do fundo marinho;
- Modelagem numérica;
- LIDAR (batimetria);
- Radar HF (*High Frequency*);
- Batimetria e topografia;

- Dados oceanográficos (nível do mar, temperatura, correntes e ondas);
- Dados meteorológicos (vento e temperatura do ar);
- Qualidade da água; e
- Monitoramento por vídeo.

4.6.7 Instrumentos e equipamentos utilizados para o monitoramento

- **LIDAR - *Light Detection and Ranging***

Com o LIDAR, são obtidos dados batimétricos, que estão disponíveis para toda a zona costeira de Dubai com uma cobertura de cerca de 1000 km². Resolução dos dados varia de 5x5 e 3x3 no mar perto da costa.

- **HF Radar**

HF RADAR implantado em Dubai fornece dados de superfície com uma resolução espacial de cerca de 215 m da costa para profundidades marítimas até 15-20 m, disponíveis a cada 30 minutos. O sistema também é capaz de medir o período, altura e direção da onda, além da velocidade do vento a cada 10 minutos.

- **Dados de Nível da Água**

Os níveis de água são registrados em seis locais ao longo da costa de Dubai, registra a inclinação das marés, máxima amplitude da onda positiva, máxima amplitude da onda negativa, período e altura da onda e pressão absoluta cada 30 minutos e a temperatura da água e o nível de água a cada 15 minutos.

Os marégrafos relatam pressão hidrostática, que é linearmente dependente da profundidade e reportam a elevação das marés.

- **Dados Meteorológicos**

Três estações meteorológicas medem a velocidade e direção do vento, a velocidade de rajada, temperatura do ar, pressão atmosférica e umidade relativa do ar a cada 10 minutos.

- **Dados de Corrente (ADCP)**

Os dados atuais ADCP são recolhidos no intervalo de 10 minutos e os parâmetros de onda em intervalos de uma hora, para a maioria das estações. Os parâmetros coletados são: Profundidade da água, temperatura da água, velocidade atual e direção da corrente, a altura das ondas, período das ondas, e direção de ondas.

4.7 União Europeia

4.7.1 Principais características geográficas e político-econômicas

A União Europeia (UE) conta com 27 estados membros (2010), os quais abrangem uma área de 4.325.991 km² (Figura 9). Possui uma população estimada de 501.105.661 habitantes (116 hab./km² em 2008). Seu Produto Interno Bruto é de 24.500 euros por habitante (União Europeia, 2012).



Figura 9 – Mapa da União Europeia. (Fonte: acastendo. blogs. sapo. Pt)

A estrutura administrativa da UE está distribuída entre Instituições e Órgãos, Serviços Interinstitucionais, Organismos Descentralizados (Agências), Agências Executivas, Comunidade Europeia da Energia Atômica (Euratom) e outros órgãos.

A organização institucional da UE pode ser resumida:

- As grandes prioridades da União Europeia são definidas pelo Conselho Europeu, que reúne dirigentes nacionais e da UE;
- Os deputados representam os cidadãos no Parlamento Europeu, sendo eleito diretamente por eles;
- Os interesses da UE no seu conjunto são defendidos pela Comissão Europeia, cujos membros são designados pelos governos nacionais; e
- Os países defendem os seus próprios interesses nacionais no Conselho da União Europeia.

Dentre as instituições citadas, pode ser destacada a Comissão Europeia como importante ator no processo de ações de mitigação e adaptação frente às consequências ocasionadas pelas mudanças climáticas no continente europeu. Essa comissão é uma das principais instituições da UE, sendo responsável por preparar projetos de leis e assegurar a execução de ações orçamentárias.

Abaixo são sintetizadas as principais diretrizes da Comissão Europeia:

- Propor nova legislação ao Parlamento e ao Conselho;
- Gerenciar o orçamento e alocação de fundos;
- Garantir o cumprimento da legislação da UE(em conjunto com o Tribunal de Justiça); e
- Representar a UE em nível internacional, incumbindo-lhe, por exemplo, negociar acordos com outros países.

Em colaboração com o Conselho e o Parlamento, a Comissão estabelece as prioridades de despesa em longo prazo no orçamento da UE. Elabora também o orçamento anual, que é submetido à aprovação do Parlamento e do Conselho, e controla como são gastos os fundos da UE por exemplo, pelas agências ou pelas autoridades nacionais e regionais. A execução do orçamento pela Comissão é fiscalizada pelo Tribunal de Contas.

Para o ano de 2013 foi aprovada uma dotação orçamentária para Preservação e Gestão dos recursos naturais na ordem de 60 bilhões de euros. O fundo destinado para as aplicações de recursos em “Ambiente e Ações Climáticas” foi de mais de 350 milhões de euros (aproximadamente R\$ 945 milhões), o que corresponde a 0,6% do total de recursos aplicados.

A Comissão gerencia o financiamento das políticas (por exemplo, agricultura e meio ambiente) e dos programas (por exemplo, *European Climate Change*) da UE. A Comissão Europeia tem tomado muitas iniciativas relacionadas às mudanças climáticas desde 1991, quando estabeleceu o primeiro Programa Europeu de mudança do Clima. Um dos principais objetivos do Programa Europeu de Mudança Climática foi a redução de gases que intensificam o efeito estufa, para que fossem cumpridas metas estabelecidas (2008-2012) pelo protocolo de Quioto. Além disso, a Comissão conta com um diretório geral destinado à ações climáticas (DG CLIMA). Este diretório conduz negociações internacionais sobre o clima, auxilia a UE para lidar com as consequências das alterações climáticas e para cumprir as suas metas para 2020, bem como desenvolve e implementa o Sistema de Comércio de Emissões da UE.

No entanto, impactos advindos das mudanças climáticas já são sentidos em toda a Europa. Abaixo seguem algumas conclusões constatadas e projetadas para algumas consequências relacionadas às mudanças climáticas na Europa (*European Environmental Agency*, EEA).

4.7.2 Premissas dos impactos, principais vulnerabilidades socioeconômicas e regiões mais suscetíveis

De acordo com as conclusões obtidas na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC no original em inglês), consideráveis impactos sobre a sociedade, saúde humana e meio ambiente irão ocorrer, mesmo se o compromisso em reduzir o aumento da temperatura global à níveis inferiores a 2°C for alcançado. Nesse sentido, a União Europeia vem se mobilizando para adotar estratégias para implementar mecanismos de adaptação e mitigação aos impactos decorrentes das mudanças climáticas.

- **Impactos das mudanças climáticas no continente europeu**

A última década (2002–2011) foi a mais quente registrada na Europa, com uma temperatura no continente 1,3° C superior à da média antes do período industrial. Várias projeções obtidas a partir de modelos indicam que, no final do século XXI, a Europa poderá ter uma temperatura 2,5 a 4° C superior à média registrada no período de 1961 a 1990.

As ilhas de calor tornaram-se mais frequentes e prolongadas, causando dezenas de milhares de mortes na última década. Estudos alertam que, nas próximas décadas, o previsível aumento das ilhas de calor poderá elevar o número de mortes, se não houver medidas de adaptação. Em contrapartida, é previsto que as mortes relacionadas ao frio diminuam em muitos países.

Embora a precipitação esteja diminuindo nas regiões do sul, tende a aumentar no norte da Europa, segundo o relatório que prevê uma repetição destas tendências. De acordo com as

projeções, as alterações climáticas farão aumentar as cheias fluviais, principalmente no norte da Europa, uma vez que as temperaturas mais elevadas intensificam o ciclo da água. No entanto, é difícil atribuir a influência das alterações climáticas nas cheias ocorridas no passado.

As secas em bacias hidrográficas parecem ter se tornado mais graves e frequentes no sul da Europa. Segundo as previsões, os níveis dos rios baixaram significativamente durante o verão, não só no sul do continente, mas também em muitas outras regiões Europeias.

O Ártico está aquecendo mais rápido do que as outras regiões. Em 2007, 2011 e 2012 o gelo marítimo sofreu uma redução sem precedentes para aproximadamente metade da extensão mínima observada na década de 1980. O degelo da Groenlândia duplicou desde a década de 1990, perdendo 250 milhões de toneladas de massa, em média, por ano, entre 2005 e 2009. Os glaciares dos Alpes perderam cerca de dois terços do seu volume desde 1850 e se prevê que estas tendências continuem.

O nível do mar está se elevando, agravando o risco de inundação costeira em situações de temporal. O nível médio global aumentou 1,7 mm por ano no século XX e 3 mm por ano nas últimas décadas. As projeções futuras variam muito, mas é provável que a elevação do nível do mar no século XXI seja superior a do século XX. Contudo, nas regiões costeiras da Europa, essa elevação apresenta variações.

Ainda segundo o relatório, para impactos relacionados com o calor, as alterações climáticas apresentam outros efeitos sobre a saúde humana igualmente importantes, uma vez que contribuem para a transmissão de certas doenças ocasionadas pela dispersão de vetores. Por exemplo, permitem que a espécie de carrapato *Ixodes ricinus* se propague para norte e um maior aquecimento do continente tornará algumas regiões da Europa mais propícias a mosquitos e flebótomos transmissores de doenças. Outro importante efeito sobre a saúde humana está relacionado à época de polinização que está sendo mais longa, começando 10 dias mais cedo do que há 50 anos.

Muitos estudos constataram grandes alterações nas características de plantas e animais. Por exemplo, as plantas florescem mais precocemente e o aumento nas concentrações de fitoplâncton e zooplâncton na água doce também vem surgindo de maneira precoce. Outros animais e plantas começam a migrar para o norte ou para zonas mais altas à medida que os seus habitats aquecem. No entanto, devido às rápidas alterações observadas, é possível que muitas espécies não consigam se adaptar, levando a sua extinção.

Embora no sul da Europa possa haver menos água disponível para a agricultura, é possível que as condições de cultivo melhorem em outras regiões do continente. Na Europa o período de cultivo de várias culturas prolongou-se e essa tendência deverá se manter, em paralelo com a expansão de culturas das estações quentes para latitudes mais setentrionais. Contudo, prevê-se uma redução de algumas produções, devido às ilhas de calor e a secas, no centro e no sul da Europa.

Com a elevação das temperaturas, a demanda por aquecimento também foi reduzida, o que permite um menor gasto de energia. No entanto, essa queda é contrabalançada pela maior necessidade de energia para arrefecimento nos verões mais quentes.

Diante desse cenário, a União Europeia tem mobilizado esforços e investimentos não só para reduzir emissões de gases que intensificam o efeito estufa, mas também para adotar estratégias de adaptação frente a esses efeitos ocasionados pelas mudanças climáticas.

Como exemplo das relações causais com as mudanças climáticas: são apresentados, na Figura 8, as mudanças climáticas e seus respectivos impactos observados e projetados em diferentes regiões da Europa.

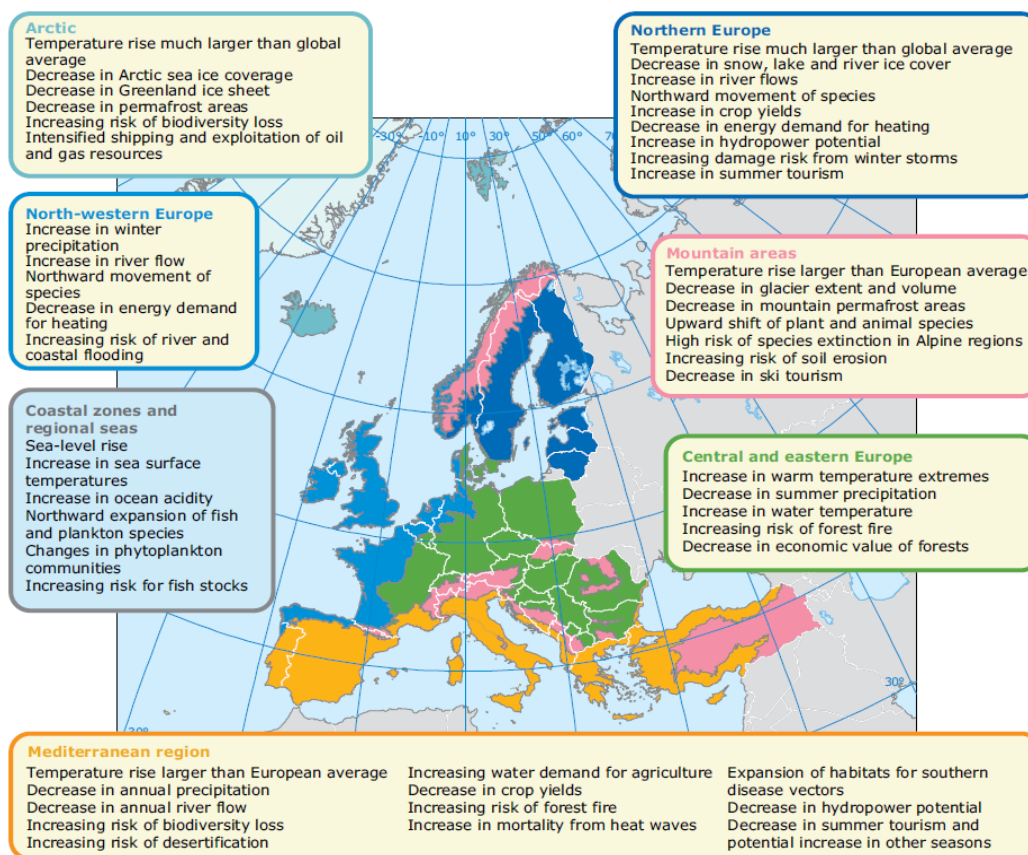


Figura 10 – Impactos observados e projetados em diferentes regiões da Europa, devido às mudanças climáticas (Fonte: EEA, 2012b).

4.7.3 Temáticas e programas existentes

O “Sistema de Monitoramento de Impactos das Mudanças Climáticas” não se encontra disposto como uma unidade no continente Europeu. O monitoramento dos impactos é realizado por meio de um conjunto de iniciativas, as quais estão enquadradas na dotação orçamentária para "Ambiente e Ações Climáticas" (mais de 366 milhões de euros em 2013). Essas iniciativas, que geram resultados para subsidiar o monitoramento e a avaliação de impactos decorrentes das mudanças climáticas, estão distribuídas entre instituições meteorológicas, agências ambientais e universidades dos Estados membros e a Agência Espacial Europeia. Entretanto, como pode ser observado, a Europa realiza um amplo e complexo monitoramento de variáveis, considerados indicadores-chave como também de variáveis secundárias, atribuídas aos indicadores-auxiliares.

Os resultados obtidos por esses levantamentos tem sido importantes para subsidiar tomadas de decisão para adoção de políticas públicas relacionadas à adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas no continente.

Atualmente, a maior preocupação da União Europeia não é adotar estratégias para identificar vulnerabilidades e sim criar estratégias de implementação de medidas para adaptação e mitigação dos impactos que estão sendo ocasionados no continente devido às alterações climáticas. A preocupação com o ambiente e os efeitos do clima no continente europeu é um tópico que

recebeu uma dotação orçamentária da União Europeia, no ano de 2013, de mais de 350 milhões de euros. Em um total acumulado (2002-2012) a UE já investiu 3.3 bilhões de euros para ações relacionadas às mudanças climáticas.

As políticas para implantação de ações voltadas para a adaptação e a mitigação dos impactos necessitam ser norteadas por fundamentações técnico-científicas que evidenciem os efeitos ocasionados pelas Mudanças Climáticas. Nesse sentido, a Agência Europeia do Ambiente é um importante ator responsável pela captação, tratamento e divulgação desses resultados *in situ*.

Centros Temáticos, Pontos de Referência Nacionais e centenas de instituições envolvidas são responsáveis pela composição de uma rede com estrutura complexa, porém amplamente organizada e, principalmente, capacitada para lidar com o grande volume de informação que é gerado.

Pode ser destacada a rede Eionet que, por meio do portal Reportnet, recebe e organiza os dados fornecidos pelas centenas de instituições participantes.

A UE já avançou bastante quanto ao zoneamento e determinação dos impactos relacionados ao clima no continente, zonas com vulnerabilidades, por meio da verificação de tendências e elaboração de projeções para os impactos. O cálculo das tendências e projeções (por meio de modelagens) é subsidiado pelo fornecimento de dados de variáveis, que podem ser consideradas como indicadores de impactos. Esses indicadores podem ser considerados como chave e auxiliares para avaliar os impactos. São distribuídos entre variáveis climáticas (chave) e variáveis contidas nos sistemas ambientais e socioeconômicos / saúde humana (auxiliares).

Para os indicadores-chave foi considerado um conjunto com cinco variáveis climáticas. O continente europeu dispõe de monitoramento para algumas dessas variáveis desde meados do século XIX, com centenas de instituições relacionadas à meteorologia e milhares de estações de monitoramento. Além disso, a Europa conta com monitoramento eficaz das variáveis climáticas por meio da disponibilidade de satélites, os quais fornecem informações em tempo real. Esse conjunto de dados robustos (satélite e *in situ*) é importante para a elaboração de estudos de tendência e projeção dos impactos no continente.

Além dos indicadores-chave atualmente a UE monitora 31 indicadores auxiliares e mais 14 indicadores que possuem potencial para serem monitorados. Esses indicadores foram distribuídos em dois grandes grupos: Sistemas Ambientais e Sistemas Socioeconômicos/Saúde Humana. No entanto, ao contrário dos indicadores-chave, a relevância e a disponibilidade da utilização dos indicadores auxiliares é periodicamente verificada, os quais podem ser incluídos ou excluídos da lista. Resultados gerados por alguns indicadores auxiliares tem origem em projetos com ampla parceria de universidades e instituições não acadêmicas, os quais recebem financiamento da UE.

Atualmente, o recente Programa Copernicus é o que mais se aproxima de um "sistema" de monitoramento das mudanças climáticas na Europa. O processamento de dados é obtido de duas principais plataformas (satélite e *in situ*) e são coordenados pela Agência Espacial Europeia e a Agência Europeia do Ambiente (EEA). Esse programa possui seis áreas temáticas e, em primeira análise, evidencia um esforço da UE em catalisar o imenso volume de temas, relacionados com o meio ambiente e mudanças do clima, e informações disponíveis em um único grande Programa.

O programa Copernicus está estruturado em seis principais áreas temáticas:

- Monitoramento do sistema terrestre;
- Monitoramento do sistema marinho;
- Monitoramento da atmosfera;

- Gerenciamento de emergências;
- Segurança; e
- Mudanças Climáticas.

4.7.4 Instituições Envolvidas no Monitoramento de Impactos

Centenas de instituições estão envolvidas no monitoramento de variáveis climáticas, de sistemas ambientais e dos sistemas socioeconômicos no continente europeu. Em primeira análise, as informações fornecidas pelas diversas instituições envolvidas são divididas em informações *in situ* e fornecidas por satélite. A Agência Europeia do Ambiente é a principal agência responsável pelo gerenciamento desses dados gerados em campo.

A Agência Espacial Europeia (ESA) é a principal responsável pela componente espacial e coordena o envio de dados de diferentes satélites. Outras agências espaciais da Europa são também responsáveis pelo envio de dados de satélites: *French Space Agency* (CNES) e *The European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites* (EUMETSAT).

A Agência Europeia do Ambiente tem atuado ativamente nas questões relacionadas às mudanças climáticas. A agência é um organismo descentralizado, constituinte da União Europeia, o qual foi regulamentado pelo parlamento europeu em 2009. A EEA tem como objetivos:

- Fornecer informações objetivas, confiáveis e comparáveis em nível europeu que lhes permitam tomar as medidas necessárias de Proteção do ambiente, avaliar os resultados dessas medidas; e fornecer a correta informação ao público quanto ao estado do ambiente; e
- Dar o apoio técnico e científico necessário.

Para cumprir com os objetivos, são necessárias algumas atribuições designadas a esta agência:

- Criar, em colaboração com os Estados-Membros, a rede de informações e assegurar a sua coordenação. A EEA é responsável pela coleta, o tratamento e a análise de dados;
- Fornecer à Comunidade e aos Estados-Membros as informações objetivas necessárias à formulação e execução de políticas apropriadas e eficazes em matéria de ambiente; para esse efeito, fornecer à Comissão Europeia as informações necessárias para que esta possa desempenhar as suas funções de identificação, preparação e avaliação das ações e da legislação em matéria de ambiente;
- Prestar assessoria na supervisão das medidas ambientais, por meio de apoio apropriado no que se refere às competências de apresentação de relatórios (participação na elaboração de questionários, processamento dos relatórios dos Estados-Membros e divulgação dos resultados), de acordo com o seu plano de trabalho plurianual e com o objetivo de coordenar apresentação de relatórios;
- Registrar, confrontar e avaliar os dados relativos ao estado do ambiente, elaborar relatórios especializados sobre a qualidade e sensibilidade do ambiente e as pressões a que está sujeito no território da Comunidade, estabelecendo critérios uniformes de avaliação dos dados ambientais aplicados em todos os Estados-Membros, bem como manter e desenvolver a criação de um centro de informação de referência sobre o ambiente. A Comissão Europeia fará uso destas informações no cumprimento da aplicação da legislação comunitária em matéria de ambiente;
- Contribuir para assegurar a comparabilidade dos dados ambientais em nível europeu e, se necessário, promover por intermédio dos meios adequados uma maior harmonização dos métodos de medição; e

- Promover a integração dos dados ambientais europeus em programas internacionais de controle do ambiente, como sejam os estabelecidos no âmbito da Organização das Nações Unidas e das suas instituições especializadas.

Além de algumas das atribuições supracitadas (Regulamento CE nº401/2009), a AEA fornece informações que são diretamente utilizadas na execução da política ambiental comunitária. A AEA é a principal fonte de informação para todos aqueles que, de alguma forma, participam no desenvolvimento, adoção, aplicação e avaliação das políticas ambientais, bem como para as empresas e a sociedade civil.

● **Estrutura da Agência Europeia do Ambiente**

Para gerenciar um grande volume de dados fornecido pelos estados membros, a agência conta com a Rede Europeia de Informação e de Observação do Ambiente (Eionet). A Eionet é uma rede de parceria entre a EEA e os países membros e cooperantes. É composta pela própria agência, por vários centros temáticos europeus (CTE) e por uma rede de cerca de 1.500 especialistas de 39 países, provenientes de mais de 400 órgãos nacionais que se ocupam da informação ambiental. Estes especialistas são designados como pontos focais nacionais (PFN) e centros de referência nacionais (CRN).

Por meio da Eionet, a EEA reúne informações ambientais de cada país-membro e fornece dados de alta qualidade, validados em nível nacional. Estes conhecimentos são amplamente disponibilizados via o *sítio web* da EEA e servem de base a estudos ambientais, temáticos e integrados. Esta informação destina-se a apoiar os processos de gestão ambiental, a elaboração de políticas e avaliações ambientais, assim como a participação dos cidadãos em nível nacional, europeu e global. Associada às reações e informações transmitidas por meio de atividades científicas levadas a cabo pelos cidadãos e dos conhecimentos não especializados, locais e tradicionais, bem como pela comunidade empresarial, constitui uma sólida base para a ação dos políticos e a participação do público.

Os Centros Temáticos Europeus (CTE) são centros designados pelo conselho de administração da AEA e operam como uma extensão da Agência em áreas temáticas específicas. Cada CTE é composto por uma organização principal e por organizações parceiras especializadas, com origem na comunidade da pesquisa e informação ambiental, que combinam os seus recursos em suas áreas de especialização específicas.

A CTE/CCA pode ser utilizada como exemplo para demonstrar e apresentar a sua estrutura e rede de colaboração. O CTE/CCA funciona como uma extensão da agência e é parte integrante da Eionet: a rede de colaboração com a EEA é fundamental para a agência de apoio, a coleta e organização de dados e o desenvolvimento e disseminação da informação. O apoio à capacitação de países membros da EEA é realizado por meio de execução de oficinas da Eionet e de várias redes de trabalho para os impactos das mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação. Com base na cooperação existente por meio de parcerias, redes e projetos o consórcio CTE/CCA possui relações bem estabelecidas com a agência ambiental europeia e seus países membros, assim como instituições Europeias (Tabela 9).

Tabela 9: Consórcio CTE/CCA: 14 organizações

Organizações	País
CMCC - Centro Euro Mediterraneo per i Cambiament Climatici	Itália
Alterra - Institute within the legal entity Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoe	Holanda
AU-NERI - Aarhus University - National Environmental Research Institute	Dinamarca
CUNI - Charles University Environment Center	República Tcheca
Umweltbundesamt GmbH / Environment Agency Austria	Áustria
FFCUL - Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	Portugal
MO - Met Office Hadley Centre	Reino Unido
SYKE - Finnish Environment Institute	Finlândia
THETIS - THETIS S.p.A.	Itália
UFZ - Helmholtz Zentrum für Umweltforschung GmbH	Alemanha
The Chancellor, Master and Scholars of the University of Oxford (UK Climate Impact Programme)	Reino Unido
UoM - The University of Manchester	Reino Unido
UPM - Universidad Politecnica de Madrid	Espanha
ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik	Austria

Fonte : Elaboração pela equipe do IVIG, 2013

Os pontos focais nacionais (PFN) constituem os principais pontos de contato com a Agência Europeia do Ambiente nos países membros e são responsáveis pela cooperação entre esta e os respectivos CTEs, assim como a coordenação nacional das atividades relacionadas com a estratégia e o plano de trabalho da EEA. Os métodos de trabalho dos PFNs variam de país para país, o que reflete, em parte, que alguns PFNs serem sediados em agências ambientais.

Os CRNs estão inseridos em organizações que coletam ou produzem dados ambientais em nível nacional e/ou que possuem conhecimentos relevantes sobre diversos temas ambientais tanto para o monitoramento como para a modelagem.

Há mais de 10 anos que os países que constituem a Eionet utilizam a infraestrutura de comunicação de informações Reportnet para fornecer dados e informações em nível nacional. A Reportnet consiste num conjunto de ferramentas e aplicações baseadas na *Web* que permitem que os países transmitam dados e informações. Esse sistema integra vários serviços da *Web* e possibilita uma distribuição das responsabilidades. A Reportnet foi inicialmente utilizada para agilizar a comunicação de dados e informações ambientais levadas à EEA bem como, em última análise, à Comissão Europeia. O fornecimento de informação a todas as organizações nacionais, regionais e internacionais é mais transparente, havendo países que já a utilizam para cumprir quase todas as suas obrigações no fornecimento de dados regionais e internacionais.

4.7.5 Governança do sistema de monitoramento

A União Europeia possui em sua estrutura instituições e órgãos, os quais compõe um regime de governança sobre ações voltadas às ações climáticas:

- **Comissão Europeia** - Ação climática;
- **Parlamento Europeu** - Comissão do Ambiente, da Saúde Pública e da Segurança Alimentar;
- **Conselho da União Europeia** - Alterações climáticas;
- **Comitê Econômico e Social Europeu** - Seção da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Ambiente;
- **Comitê das Regiões** - Comissão do Ambiente, Alterações Climáticas e Energia (ENVE); e
- **Agências da UE** - Agência Europeia do Ambiente (*European Environmental Agency*, EEA).

4.7.6 Indicadores monitorados e base de dados ou variáveis levantados

A União Europeia desenvolve e aprimora, desde 2004, diferentes indicadores para mudanças climáticas no continente por meio de subsídios fornecidos pela Agência Europeia do Ambiente e também pela Plataforma Europeia de Adaptação Climática (Climate-ADAPT). Os dados gerados por meio de relatórios publicados por esta agência contribui como uma rica fonte de dados para nortear as políticas de adaptação elaboradas pela Comissão Europeia.

Os indicadores apresentados são baseados em indicadores de avaliações de impactos das mudanças climáticas e vulnerabilidade, publicado pela EEA em 2008 (EEA, 2008). Os indicadores selecionados sempre que possível procuraram abranger os 32 países que compõem a agência. Em alguns casos os indicadores cobriram um número menor de países, devido à falta de dados em nível continental ou a relevância geográfica limitada para a sua utilização (por exemplo, geleiras).

Indicadores-chave

Emissões antrópicas de gases de efeito estufa são a principal causa dos rápidos aumentos da temperatura média global observados nas últimas décadas. Mudanças na ocorrência e na intensidade de precipitação e de tempestades são atribuídas a mudanças nos sistemas climáticos decorrentes do aumento da temperatura média global. Esses fenômenos possuem um grande potencial para impactar os sistemas naturais e sociais.

Nesse sentido, a UE considera um conjunto de cinco indicadores-chave baseados nas variáveis climáticas atmosféricas, a saber:

- **Temperatura global e europeia**

Na última década (2002-2011) a temperatura média para o continente europeu foi 1,3 maior do que a média obtida no período pré-industrial, o que torna esta década a mais quente registrada. As ondas de calor têm aumentado a frequência e duração em boa parte do continente europeu.

Relevância de sua utilização:

A temperatura média global é uma variável fundamental para monitorar mudanças climáticas de origem antrópica. Esta variável é a única em que é dado foco político (Convenção das Nações Unidas para Mudanças do Clima). A temperatura média europeia é a variável mais relevante para avaliar impactos de mudanças no clima no continente e para informar sobre planos de adaptação.

- **Temperaturas extremas**

O aumento da mortalidade e morbidade, relacionados a ondas de frio e, especialmente, de calor, assim como períodos em que as temperaturas se apresentam fora dos limiares considerados "normais", estão se intensificando no continente europeu. Ondas de calor durante a última década causaram dezenas de milhares de mortes precoces na Europa.

Relevância de sua utilização

A mudança no clima global está afetando diretamente a frequência e a intensidade de eventos extremos. Extremos de temperaturas elevadas e frias são importantes indicadores, uma vez que podem apresentar fortes impactos nos sistemas naturais e humanos.

- **Precipitação**

Este indicador apresenta informação sobre a média anual e sazonal de precipitação na Europa. A precipitação é um indicador-chave na variação climática com importância fundamental para todos os sistemas ambientais e sociais.

Relevância de sua utilização

A precipitação desempenha um papel vital em todos os sistemas com interação entre o homem e o ambiente. Setores como a agricultura, o abastecimento de água, produção de energia, turismo e todos os ecossistemas.

- **Precipitações extremas**

Este indicador apresenta informação sobre os dias em que são apresentados eventos de precipitação extrema e períodos de estiagem, os quais são importantes para a prevenção a eventos de enchentes e gerenciamento das secas.

Relevância de sua utilização

Mudanças na frequência e intensidade de precipitações extremas podem ser consideradas impactos diretos nos sistemas sociais, que incluem serviços relacionados à agricultura, indústria e os ecossistemas em geral. Uma avaliação das tendências no passado e projeções no futuro é essencial para assessorar decisões políticas sobre estratégias de mitigação e de adaptação às mudanças.

Os riscos relacionados a eventos de precipitação extrema, como inundações, deslizamento de terra podem ser relacionados também a fatores que não são associados às mudanças climáticas tais como densidade populacional, desenvolvimento de planícies de inundação e modificação no uso da terra.

• Tempestade

Diversos grandes eventos de tempestades causaram perdas de vidas e danos as propriedades na Europa durante o século passado. Níveis extremos das águas costeiras têm aumentado em muitas localidades da Europa devido a elevação do nível médio do mar nessas regiões, o que pode ser potencializado pelos eventos de tempestades.

Relevância de sua utilização

Tempestades são distúrbios atmosféricos que podem ser definidos pela ocorrência de ventos fortes que em muitos casos podem vir acompanhados de forte precipitação. Na Europa, tempestades podem variar de pequenas e localizadas a um evento com características continentais.

Os fortes ventos e precipitação associados aos eventos de tempestade podem levar a danos estruturais, enchentes e ressacas. Tais eventos podem ocasionar grandes impactos na saúde humana e vulnerabilidade aos sistemas, da mesma forma para a infraestrutura de transporte e energia.

Indicadores auxiliares

Os indicadores auxiliares, também chamados de Indicadores Secundários, abrangem uma ampla gama de temas e setores e foram baseados em dados de monitoramento *in situ*, por satélite, programas de pesquisas da UE e iniciativas globais. As informações foram obtidas de diversos Projetos financiados pela União Europeia, os quais avaliam os impactos, vulnerabilidade e custos das mudanças climáticas em toda Europa.

O critério para a seleção dos indicadores se baseou em parâmetros com metodologias documentadas em um artigo técnico publicado pelo Centro Temático Europeu de impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas da Eionet (AEA, 2012b). Neste documento foram utilizados 13 critérios agrupados nos seguintes temas:

- Relevância política;
- Relações causais com as mudanças climáticas;
- Qualidade de metodologia, de geração e de acessibilidade dos dados;
- Robustez e incertezas conhecidas; e
- Aceitação e inteligibilidade.

Para uma melhor compreensão dos efeitos das mudanças climáticas e a utilização apropriada dos indicadores, estes foram divididos em duas categorias: impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas ambientais e sobre os sistemas e setores socioeconômicos/saúde humana.

Os impactos sobre os sistemas ambientais podem ser subdivididos em cinco categorias:

- Ambiente oceânico;
- Zona costeira;
- Quantidade e qualidade de água doce;
- Ecossistema terrestre e biodiversidade; e
- Solo.

Os impactos sobre os sistemas e setores socioeconômicos/saúde humana podem ser divididos em sete categorias:

- Agricultura;
- Floresta e silvicultura;
- Pesca e aquicultura;
- Saúde humana;
- Energia;
- Serviços de transporte e infraestrutura; e
- Turismo.

A Tabela 10 apresenta um total de 45 indicadores auxiliares, sendo 31 monitorados e 14 com potencial de ser monitorado. Os indicadores são distribuídos nos grupos de sistemas ambientais e socioeconômicos / saúde humana.

Tabela 10: Indicadores de Impactos de Mudanças Climáticas Utilizados pela UE

Grupo	Subdivisão	Indicador
Sistemas Ambientais	Ambiente oceânico	1. Acidificação do oceano
		2. Teor de aquecimento do oceano
		3. Temperatura da superfície do mar
		4. Fenologia de espécies marinhas
		5. Distribuição de espécies marinhas
	Zona costeira	6. Aumento do nível do mar global e europeu
		7. Ressacas
		Erosão costeira*
	Quantidade e qualidade de água doce	1. Vazão em rios
		2. Cheia em rios
		3. Seca em rios
		4. Temperatura em rios e lagos
		5. Gelo em rios e lagos
		Impacto da mudança no regime de vazões sobre o ecossistema*
		Mudanças na fenologia*
		Mudanças na Distribuição de Espécie*
		Facilitação para espécies invasoras*
		Qualidade de água*
		Bloom de algas*
	Ecossistema terrestre e biodiversidade	6. Fenologia de plantas e fungos
		7. Fenologia de animais

		8. Distribuição de espécies de plantas
		9. Distribuição e abundância de espécies animais
	Solo	10. Interação de espécies
		11. Carbono orgânico
		12. Erosão
		13. Umidade
		Produção de biomassa*
		14. Época de cultivo na agricultura
Sistemas socioeconômicos / saúde humana	Agricultura	15. Agrofenologia
		16. Produtividade agrícola limitada pela disponibilidade de água
		17. Necessidade de água para irrigação
		18. Crescimento de floresta
	Floresta e silvicultura	19.
		20. Fogo em floresta
		Estoque de carbono em florestas*
		-
	Pesca e Aquicultura	21. Inundações e saúde (abordando costeira e cheias de rio)
		22. Temperaturas extremas e saúde
		23. Poluição causada por ozônio e saúde
		24. Doenças transmitidas por vetores
		Doenças transmitidas por água e alimentos*
	Saúde Humana	25. Graus-dia de aquecimento
		Produção e demanda de eletricidade*
		Transporte em águas interiores*
	Energia	Impacto das mudanças climáticas em condições extremas*
		Turismo para esportes de inverno*
	Serviços de Transporte e infraestrutura	
	Turismo	

Nota: o símbolo (*) significa que o indicador não é monitorado, mas, espera-se que ocorra.

European Commission, 2012. Catalogue of EU funded projects in Environmental research 2007- 2012 - FP7 Theme 6 Environment (including climate change). Directorate General for Research and Innovation Environment Directorate. 445p. Disponível em http://ec.europa.eu/research/environment/index_en.cfm. Acesso em junho de 2013.

Os indicadores - chave atmosféricos são um subconjunto de variáveis essenciais definidas via o Sistema Global de Observação Climática (GCOS).

Com o intuito de fornecer serviços meteorológicos para o continente europeu de modo eficaz, redes de monitoramento do clima foram estabelecidas para trabalhar em conjunto, organizando diferentes atividades que incluem sistemas de observação, processamento de dados básicos, treinamento, pesquisa e desenvolvimento.

Dentre essas redes, podem ser atualmente destacadas a *European Climate Assessment & Dataset* (ECA&D) e os projetos EURO4M e EUMETGRID.

A *European Climate Assessment & Dataset* (ECA&D) foi criada em 1998 e vem recebendo suporte financeiro de redes de colaboração meteorológicas como a EUMETNET e da Comissão Europeia.

A ECA&D é uma base de dados que diariamente fornece dados provenientes de estações meteorológicas de toda Europa.

As variáveis disponíveis são:

- Temperatura (média, máxima e mínima);
- Cobertura de nuvens;

- Umidade;
- Precipitação (mm);
- Direção, velocidade e rajadas do vento;
- Radiação solar;
- Espessura de neve; e
- Pressão atmosférica.

A análise de eventos extremos é realizada por meio de cálculo de 48 índices. Os índices calculados são distribuídos em diferentes categorias:

- Nuvem;
- Seca;
- Calor;
- Pressão;
- Chuva;
- Neve;
- Sol; e
- Temperatura.

Atualmente a ECA&D recebe dados de 62 países (Figura 11) e esse conjunto de dados da ECA contém 39.980 séries de observações em 7.848 estações metrológicas (Figura 12) distribuídas na Europa e Mediterrâneo, onde 61% da série diária desses dados são disponíveis para acesso público.

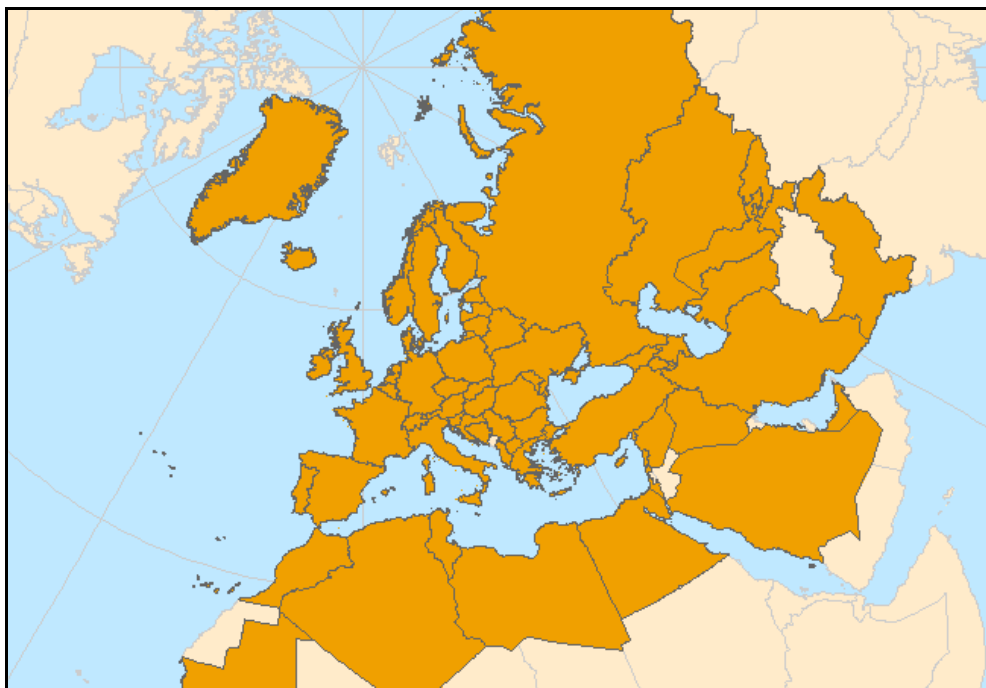


Figura 11 – Países participantes da ECA&D (Fonte: retirado de <http://eca.knmi.nl>).

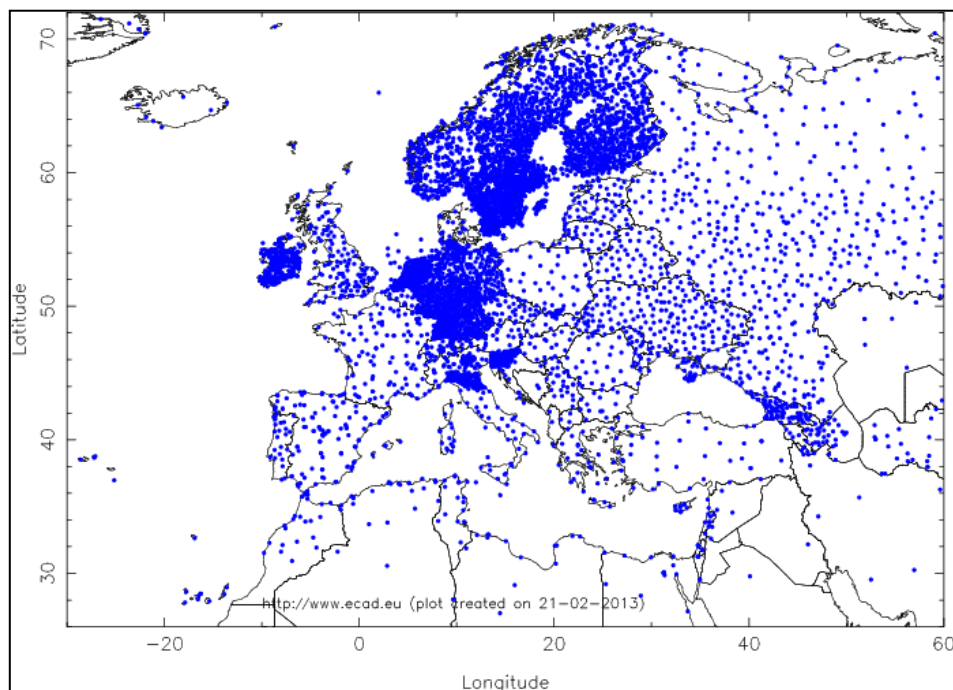


Figura 12 – Estações meteorológicas disponíveis no ECA&D (Fonte: <http://eca.knmi.nl>).

O Projeto *European Reanalysis and Observations for Monitoring* (EURO4M) tem como objetivo principal fornecer dados confiáveis sobre a evolução de mudanças climáticas na Europa, realizando uma reanálise de dados provenientes de satélites e estações de monitoramento. Essas análises consistem na reconstrução e construção e avaliação de séries históricas, com foco na compreensão e previsão de eventos extremos. Este projeto tem duração de quatro anos (2010-2014) e é financiado pela UE (FP7-SPACE). A EURO4M pode ser estruturada em dois núcleos principais: a base de dados de referência histórica e o boletim de indicadores climáticos.

A base de dados histórica compreende a análise de variáveis essenciais, como temperatura do ar, precipitação, pressão do ar, radiação solar, velocidade e direção do vento, vapor de água, radiação terrestre (solar), temperatura do ar atmosférico, temperatura do oceano e cobertura e neve.

A origem dos dados pode ser exemplificada em:

- Dados de Satélite: CM-SAF;
- Dados *in situ*: ECA&D.

A EURO4M faz análise e sobreposição de dados de satélite, os quais fornecem informações espacialmente extensivas, porém com períodos curtos; e de dados *in situ*, os quais são pontuais, no entanto fornecem informações por longo período.

A proposição dos indicadores auxiliares, apesar de relevantes e de serem submetidos a critérios de seleção, ainda se mostram com resultados bastante superficiais para indicar os impactos decorrentes das mudanças climáticas.

Mesmo apresentando uma vasta e complexa rede de estações meteorológicas, disponibilidade de satélites e projetos e programas destinados para o tratamento e disponibilização desses dados, a UE planeja estruturar e aprimorar ainda mais seu sistema de observação tanto para as variáveis

climáticas-chaves como para todo o Sistema de Monitoramento Global para o Ambiente e Segurança (GMES).

A criação do GMES, em 1998, foi uma iniciativa conjunta da Comissão Europeia e da Agência Espacial Europeia. O GMES é uma rede de dados para coletar e disseminar informação sobre o meio ambiente e de segurança obtidos a partir de observações realizadas *in situ* e por meio de satélites. Este sistema tem como objetivo fundamental auxiliar as autoridades públicas e privadas da Europa na tomada de decisões. De maneira resumida, o sistema irá reunir todas as informações ambientais obtidas por satélite e *in situ* e fornecer uma visão abrangente do estado do meio ambiente.

A partir do ano de 2011 o sistema GMES foi aprimorado e renomeado de *The European Earth Observation Program* (Copernicus).

O Programa Copernicus tem previsão para estar em funcionamento pleno a partir de 2014. Atualmente, os serviços fornecidos pelas diferentes áreas temáticas se encontram em diferentes fases de implementação. Algumas áreas, como o monitoramento do sistema terrestre e o Gerenciamento de emergências, já se encontram em pleno funcionamento.

Os serviços prestados pelo Programa Copernicus se baseiam no processamento de dados ambientais de duas principais origens:

- Espacial - constituídos de vários satélites de observação, e
- *in situ* - constituídos por múltiplos sensores no ambiente terrestre, marítimo e atmosférico.

O Copernicus/GMES *Space Component* (GSC) é uma divisão do Programa Copernicus e tem como objetivo assegurar o fornecimento de dados de origem espacial (ESA, CNES e EUMETSAT).

Atualmente, são disponíveis satélites climáticos em diferentes órbitas, os quais monitoram distintos parâmetros (Tabela 11).

Os dados fornecidos pelos satélites europeus oferecem uma contribuição crucial para avaliar os modelos de predição sobre o clima na Europa.

A Comissão Europeia aprovou um financiamento de cerca de €3,8 bilhões para enviar seis satélites em órbita para monitorar os impactos das mudanças climáticas. O financiamento é previsto para os anos de 2014 a 2020 e será utilizado para o desenvolvimento, lançamento e operação desses seis satélites, os quais são chamados de "Sentinelas" (Sentinela 1, 2, 3, 4, 5 e 6) (UNEP, 2013).

O Componente *in situ* depende do fornecimento de dados de monitoramento subsidiados por mapas, estações meteorológicas terrestres, boias oceânicas e redes de monitoramento do ar. Dessa forma, os dados podem ser calibrados com os obtidos por satélites e, dessa forma, gerar resultados muito mais robustos e confiáveis. Cada rede de monitoramento *in situ* é gerenciada pelos Estados-membros e por alguns órgãos internacionais.

Tabela 11: Satélites climáticos sob coordenação da ESA

Satélite	Status	Órbita	Tempo de vida	Posição	Monitoramento
MSG-4	Futuro	Geoestacionária	2015	3.4° E/35,800 km	-
Meteosat-10	Atual	Geoestacionária	2012–2028	0°/35,800 km	Umidade Temperatura
Meteosat-9	Atual	Geoestacionária	2005–2022	9.5° E/35,800 km	Umidade Temperatura
Meteosat-8	Atual	Geoestacionária	2002–2018	3.5° E/35,800 km	Umidade Temperatura
Meteosat-7	Atual	Geoestacionária	1997–2016	57.5° E/35,800 km	Temperatura Umidade Ozônio Índice de Vegetação Cobertura de Neve Temperatura da superfície do oceano
Metop-C	Futuro	Baixa órbita	2017	800 km	
Metop-B	Atual	Baixa órbita	2012		
Metop-A	Atual	Baixa órbita	2006		

Fonte: Adaptado de EUMETSAT (<http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites>).

A Agência Europeia do Ambiente está coordenando, por meio do projeto "GISC" todo o levantamento e armazenamento de dados, da mesma forma que identifica as potenciais necessidades dos serviços in situ. O Projeto GISC tem previsão de duração até outubro de 2013.

Essa agência é responsável pelo desenvolvimento do componente in situ e coordena a coleta de dados vindos de entidades europeias e não europeias. Diversas instituições envolvidas no monitoramento estão agrupadas em vários projetos com potencial de fornecer dados úteis para subsidiar os indicadores auxiliares que são financiados pela UE, com prazos, valores e números de participantes definidos. Na Tabela 12 são apresentados alguns dos projetos com financiamento da União Europeia.

Tabela 12: Projetos com financiamento da União Europeia

Projeto	Sigla	Nº Instituições Participantes	Duração (meses)	Valor (€)
European Project on Ocean Acidification	EPOCA	48	48	6.548.995
Bridging the gap between adaptation strategies of climate change impacts and European water policies	CLIMATEWATER	11	36	956.932
Assessment of Climatic change and impacts on the Quantity and quality of Water	ACQWA	38	60	6.493.573
Megacities: Emissions, urban, regional and Global Atmospheric Pollution and climate effects, and Integrated tools for assessment and mitigation	MEGAPOLI	23	36	3.398.989
Full Costs of Climate Change	CLIMATECOST	22	32	3.499.994
Stratospheric ozone: Halogen Impacts in a Varying Atmosphere	SHIVA	14	48	3.499.995
Comprehensive Modelling of the Earth system for better climate prediction and projection	COMBINE	24	54	7.922.680
Climate change integrated assessment methodology for cross-sectoral adaptation and vulnerability in Europe	CLIMSAVE	19	42	3.149.644
European responses to climate change: deep emissions reductions and mainstreaming of mitigation and adaptation	RESPONSES	12	36	3.149.659
Greenhouse gas management in European land use systems	GHG EUROPE	36	42	6.648.704
Climate Change and Marine Ecosystem Research Results	CLAMER	17	18	991.357
Climate Induced Changes on the Hydrology of Mediterranean Basins: Reducing Uncertainty and Quantifying Risk through an Integrated Monitoring and Modeling System	CLIMB	20	48	3.148.945
MEDiterraneanSea Acidification in a changing climate	MEDSEA	16	36	3.490.169

Atmospheric Composition Change: the European Network-Policy Support and Science	ACCENT-PLUS	9	48	998.352
Enabling CLimate Information Services for Europe - ECLISE	ECLISE	13	36	3.408.671
Evaluating the Climate and Air Quality Impacts of Short-Lived Pollutants	ECLIPSE	11	36	2.706.051
Advanced Model Development and Validation for Improved Analysis of Costs and Impacts of Mitigation Policies	ADVANCE	13	48	5.699.168
Reconciling Adaptation, Mitigation and Sustainable Development for Cities	RAMSES	13	60	5.200.000
Climate change, Environmental contaminants and Reproductive health	CLEAR	8	48	2.377.604
Impact of climate change on the transport, fate and risk management of viral pathogens in water	VIROCLIME	8	36	2.421.016
Morphological Impacts and COastal Risks induced by Extreme storm events	MICORE	16	40	3.499.954
methods for the improvement of Vulnerability Assessment in Europe	MOVE	13	39	2.078.067
An Exercise to Assess Research Needs and Policy Choices in Areas of Drought	XEROCHORE	24	12	1.500.889
Collaborative research on flood resilience in urban areas	CORFU	22	48	3.490.000
Costs of Natural Hazards	CONHAZ	8	24	899.487
New Multi-Hazard and MulTi-RIsK Assessment Methods for Europe	MATRIX	12	36	3.395.871
Capacity Development for Hazard Risk Reduction and Adaptation	CATALYST	7	24	843.932
Enhancing risk management partnerships for catastrophic natural disasters in Europe	ENHANCE	24	48	5.992.183
Operational Potential of Ecosystem Research Applications	OPERAS	25	60	8.999.175

Marine Ecosystem Evolution in a Changing Environment	MEECE	22	48	6.499.745
Integration and enhancement of key existing European deep-ocean observatories	EUROSITES	13	36	3.482.601
European Biodiversity Observation Network; a project to design and test a biodiversity observation system integrated in time and space	EBONE	19	48	2.701.985
In situ monitoring of oxygen depletion in hypoxic ecosystems of coastal and open seas, and land-locked water bodies	HYPOX	16	36	3.499.711
Earth Observation for monitoring and assessment of the environmental impact of energy use	ENERGEO	12	48	6.010.977
Earth Observation and ENVironmental modelling for the mitigation of Health risks	EO2HEAVEN	16	36	6.273.262
Improving coordination, visibility and impact of European GEOSS contributions by establishing a EUropean GEoss NETwork (EUGENE)	EUGENE	4	24	735.039
GNSS for Global Environmental Earth Observation (GEE0) and GEOSS	GFG ²	7	36	1.000.000
QUALity aware VISualisation for the Global Earth Observation system of systems	GEOVIQUA	10	36	3.266.804
European Re-Analysis of global CLIMate observations	ERA-CLIM	9	36	3.499.607
Strengthening and development of Earth Observation activities for the environment in the Balka area	OBSERVE	15	24	999.465

Fonte : Elaboração pela equipe do IVIG, 2013

Os centros de referência nacionais são compostos por 442 organizações Europeias e possuem mais de 1.500 especialistas, responsáveis por gerar e alimentar o banco de dados por meio da Reportnet, a qual faz parte da estrutura da AEA.

4.7.7 Instrumentos e equipamentos utilizados para o monitoramento

Conforme apresentado anteriormente, os instrumentos e equipamentos usados para o monitoramento podem ser distribuídos no monitoramento *in situ* e no monitoramento por

satélite. Diversos equipamentos são utilizados para o monitoramento *in situ*: equipamentos de estações meteorológicas, boias oceânicas, equipamentos para o monitoramento da qualidade do ar e da água. Um conjunto de satélites com diversos tipos de sensores e em diferentes posicionamentos na órbita terrestre são utilizados no monitoramento de variáveis climáticas e ambientais.

4.8 Outras experiências multilaterais

Além dos países selecionados para o aprofundamento do panorama acerca do monitoramento dos impactos de mudanças climáticas, foi realizada a busca por estudos, pesquisas e programas relacionados ao monitoramento climático e possíveis impactos das mudanças do clima. Esta busca foi realizada via *website* das organizações ligadas à ONU, tais como a *Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura* (FAO), a *Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura* (UNESCO), a *Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima* (UNFCCC) e *Organização Meteorológica Mundial* (OMM).

a) Pesquisas, monitoramentos e programas

A publicação *Climate ExChange* (WMO, 2012) apresenta alguns programas de monitoramento e pesquisa nas áreas de agricultura, recursos hídricos, saúde, redução de riscos a desastres, energia, transporte e infraestrutura, ecossistemas, problemas urbanos, comunidades e capacidade de desenvolvimento. Aqui segue um resumo das experiências considerados mais importantes relatadas no documento:

▪ Agricultura e Pesca

A FAO argumenta que a segurança alimentar está diretamente ligada às pragas em culturas. Estas dependem das condições climáticas, tais como, temperatura e precipitação; alterações no comportamento de pescados devido a mudanças na salinidade e nível dos oceanos, ocorrência de tempestades e furacões; e, alterações de vazões de bacias hidrográficas, tanto para peixes de água doce, quanto para aqueles de água salgada.

Eventos de *El Niño* - Oscilação Sul (ENOS) - também são importantes para a segurança alimentar, já que afetam práticas agrícolas e pesqueiras. Neste caso, a utilização de sensoriamento remoto é fundamental para o monitoramento da temperatura da superfície do mar.

O sensoriamento remoto também auxilia no monitoramento da precipitação, da Oscilação Madden-Julian e da passagem de monções.

Na Índia, os pequenos agricultores têm estações agrometeorológicas em suas propriedades como instrumento de medição de precipitação, temperaturas máximas e mínimas, insolação e vento. Tais agricultores são divididos em Unidades de Monitoramento Agrometeorológico (AMU), sendo que essas unidades podem englobar uma ou mais Agências Distritais. As agências interagem com os agricultores e repassam os dados para as AMUs que, por sua vez, repassam para o *India Meteorological Department* (IMD).

Os agricultores que aderem a redes de observações e ao programa de observações evitam perdas de safras, que foram estimadas, em 2011, em 300.000 rúpias indianas, cerca de R\$ 12.000,00⁴. No Quênia, o monitoramento de precipitações e tempestades, bem como a previsão de chuvas para agricultura é difundida por meio de um programa piloto. A experiência demonstrou que as previsões de precipitação no sul do país são muito influenciadas pela presença de eventos de *El Niño* - Oscilação Sul (ENOS).

Nas Filipinas, a *Australian Centre for International Agricultural Research* (ACIAR) auxilia no monitoramento dos efeitos de *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS), para adaptação dos agricultores a possíveis impactos devido à intensificação do ENOS.

Na Indonésia, a *Indonesian Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics* (BMKG) utiliza previsões de precipitação e estações secas e chuvosas para os agricultores, além de executar o programa *Climate Field School* (CFS), que os auxilia no entendimento das informações climáticas.

Na Austrália, um projeto de pesquisa monitora da Oscilação Sul (ENOS), Oscilação de Madden-Julian, bem como, realiza previsões do tempo e climáticas com modelos de safra integrados aos modelos meteorológicos. Os atores envolvidos no projeto são:

- *University of Southern Queensland* (USQ) – responsável pela ciência do clima, engenharia, sensoriamento remoto, *downscaling* e instrução de agricultores;
- *James Cook University* (JCU) – responsável pelos principais aspectos da modelagem agrícola;
- *UK Met Office* (cooperação de pesquisa) – auxilia nas pesquisas acerca de uma nova geração de modelos climáticos (*UK Met Office* e ECMWF), bem como gera os dados de saídas de GCM atuais; e,
- *Bureau of Meteorology* – integra as saídas dos modelos em um sistema de modelagem global e integrada, que inclui a Oscilação de Madden-Julian.

No Chile, o monitoramento de ENOS, Oscilação de Madden-Julian, precipitação e temperatura de superfície de mar são feitos pela *Dirección Meteorológica de Chile* (DMC).

Os países do Caribe mantêm o programa *Caribbean Agrometeorological Initiative* (CAMI). Liderado pelo *Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology* (CIMH), Serviços Nacionais de Meteorologia de 10 dos 20 países da Comunidade Caribenha (CARICOM), em parceria com o *Caribbean Agricultural Research and Development Institute* (CARDI) e a *World Meteorological Organization* (WMO), desenvolvem previsões e boletim de precipitação para agricultores.

No Japão, para evitar prejuízo na rizicultura, é feito o monitoramento de temperatura e ventos, para previsão de ondas de frio.

Na Baía de Bangal, os países Maldivas, Sri Lanka, Índia, Bangladesh, Mianmar, Tailândia, Indonésia e Malásia sofrem com problema de pesca. A produção de pescados é diretamente afetada pela temperatura da superfície do mar e pelo aumento do nível da baía.

Na Indonésia, pesquisas mostram a importância da concentração de clorofila e temperatura da superfície do mar, ENOS e ventos na produção agrícola e de pescados.

⁴ A taxa de câmbio foi estimada com auxílio das informações do *website* exchangerates.org.uk. cerca de R\$ 12.000,00.

. Recursos Hídricos

Na França, a modelagem da interação solo-vegetação-atmosfera com modelos da safra agrícola é analisada. As variáveis climáticas utilizadas para tais simulações são: vazão de rios, umidade no solo e evapotranspiração.

Em Belarus, o projeto-piloto “Management of the Niemen River basin taking account of adaptation to climate change”, da *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE), promove monitoramentos hidrometeorológicos, hidroquímicos e hidrobiológicos, bem como, previsões de *runoff* e determinação da climatologia das bacias do Rio Niemen.

▪ Saúde

Nas Ilhas Salomão, investiga-se a correlação entre ENOS, que altera a temperatura e precipitação local, e a ocorrência de casos de malária. Os estudos são parte do programa *Pacific Islands Climate Prediction Project* (PI-CPP), executado com auxílio do Governo Australiano.

Na Alemanha, o monitoramento de temperatura é utilizado para avaliar ondas de calor por meio de um índice elaborado para avaliar o impacto dessas ondas na saúde da população. Este monitoramento faz parte do *German Heat Health Warning System* (HHWS), que integra o *German Adaptation Strategy* (DAS), programa do governo alemão para adaptação aos impactos da mudança do clima no país.

Estudos e pesquisas sobre aerossóis (sobretudo carbono negro - fumo) na saúde humana são desenvolvidos na Índia. O monitoramento de sua concentração é realizado pela *Indian Space Research Organization* (ISRO), via o projeto “Aerosol Radiative Forcing over India”, integrante do *Geosphere Biosphere Program* (ISRO-GBP). O projeto conta com a participação de várias instituições de pesquisa. O monitoramento se dá por medições em terra, embarcações e aeronaves.

No Chile, o monitoramento de índice Ultravioleta (UV) é feito a partir da Rede de Radiação Ultravioleta (URN), composta por 20 estações operadas pela *Dirección Meteorológica de Chile* (DMC).

Ações da WMO em Madagascar auxiliam o *National Meteorological and Hydrometeorological Service* (NMHS) na geração de informação climática útil ao sistema de saúde para a prevenção da Malária, por meio de dados pluviométricos, e da peste, com monitoramento de períodos secos e chuvosos.

▪ Redução de Desastres

Os países da América do Norte (Canadá, Estados Unidos e México) criaram a *North American Drought Monitor* (NADM), que monitora caso de secas na América do Norte. Estão envolvidos no programa a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), *National Climatic Data Center* (NCDC), *Climate Prediction Center* (CPC), *US Department of Agriculture* (USDA), *National Drought Mitigation Center* (NDMC), *Agriculture and Agri-Food Canada* (AAFC), *Meteorological Services of Canada* (MSC) e o *National Meteorological Service* (SMN) do México.

Por meio de medidas de superfície e de sensoriamento remoto é possível estimar os indicadores: Índice de Precipitação Normalizada (SPI); Índice de Severidade de Seca de Palmer; vazão de rios; neve em montanhas; percentagem de precipitação; e umidade do solo.

Ainda na América do Norte, mais especificamente nos Estados Unidos, há o monitoramento da Devils Lake Basin. Nessa bacia, a NOAA monitora inundações via condições de tempo, vazões e níveis dos rios tributários e do próprio lago, além de imagens de satélites.

No Japão, a *Japan Meteorological Agency* (JMA) desenvolve o *Early Warning Information on Extreme Weather* (EWIEW), que avalia os impactos das temperaturas extremas (altas e baixas) na população. A média de temperatura de sete dias (T 7d) é utilizada como indicador.

Cooperação da WMO com a *Tanzania Meteorological Agency* (TMA) promove o aumento das estações climatológicas, pluviométricas, marinhas, de ar superior (sondagens), radar e de detecção de raios.

▪ **Ecossistemas**

Na Armênia, é discutido o monitoramento de um Índice de Risco a Incêndio, que necessita do monitoramento de temperatura do ar, ponto de orvalho e precipitação.

b) Estimativas de custos

Segundo o relatório do grupo de força-tarefa de alto nível para os serviços de clima (WMO *Report* nº 1065, 2011) e o Plano de Implementação para o Sistema de Observação Global (WMO, 2011), as variáveis climáticas essenciais (ECV) no monitoramento são:

- **Atmosféricas**
 - Superfície: direção e velocidade do vento⁽¹⁾, precipitação⁽¹⁾, pressão atmosférica, saldo radiativo, temperatura e umidade (vapor de água).
 - Ar superior: direção e velocidade do vento⁽¹⁾, nuvens⁽¹⁾, saldo radiativo⁽¹⁾ (radiação solar e terrestre), temperatura do ar superior⁽¹⁾ e umidade⁽¹⁾.
 - Química: Ozônio⁽¹⁾, aerossóis⁽¹⁾ e Gases do efeito estufa⁽¹⁾ (incluindo N₂O, CFCs, HCFCs, HFCs, SF₆ e PFCs). Além destes, é preciso monitorar os poluentes que os formam (primários, particularmente NO₂, SO₂, HCHO e CO), caso sejam poluentes secundários.
- **Oceanos**
 - Superfície: acidez, cor⁽¹⁾, correntes de superfície, condições do mar⁽¹⁾, gelo⁽¹⁾, nível⁽¹⁾, pressão parcial de dióxido de carbono, salinidade⁽¹⁾ e temperatura da superfície do mar⁽¹⁾.
 - Subsuperficial: acidez, correntes, fitoplâncton, nutrientes, oxigênio, pressão parcial de dióxido de carbono, salinidade e temperatura.
- **Continentes**
 - Água subterrânea, albedo⁽¹⁾, biomassa acima do solo⁽¹⁾, calotas polares⁽¹⁾, carbono e umidade⁽¹⁾ no solo, cobertura de neve⁽¹⁾, cobertura do solo (incluindo o tipo de vegetação), geleiras⁽¹⁾, índice área foliar⁽¹⁾, mantos de gelo⁽¹⁾, monitoramento de lagos⁽¹⁾, permafrost⁽¹⁾, queimadas⁽¹⁾, radiação fotossinteticamente ativa⁽¹⁾, uso da água e vazão de rios.

Na lista acima, as variáveis com ⁽¹⁾, também podem ser monitoradas atualmente via satélites.

As ECVs descritas pelo relatório são monitoradas mundialmente, e a WMO, por meio do programa *World Weather Watch* (WWW), auxilia os sistemas de observação e promove o intercâmbio dessas observações entre os países.

A OMW (<http://www.wmo.int>) contém subprogramas responsáveis pelas observações climáticas (*Global Climate Observing System*, GCOS), de ar superior (GCOS *Upper-air Network*, GUAN), oceânicas (*Global Ocean Observing System*, GOOS), transmissão de dados (*Global*

Telecommunication System, GTS), processamento de dados e previsões (*Global Data-Processing and Forecasting System, GDPFS*) e o programa de gestão dos dados gerados pelo sistema de observação global (*WWW Data Management, WWW/DM*).

O relatório cita o exemplo da Austrália. Em 2011, estimou-se para este país que o gasto com observações em uma estação climatológica convencional está próximo de US\$ 30.000,00 por ano. O relatório também estima que um sistema de observações de ar superior (radiossondagens) pode custar próximo a US\$ 300.000,00 por ano.

O Programa METEOSAT, para uma constelação de satélites geoestacionários, orçou em 2010 (WMO Report nº 1065, 2011) o custo de seis satélites, com diferentes configurações de instrumentos, durante os 20 anos do programa, em US\$ 4,4 bilhões. O que significa US\$ 220 milhões anuais (cerca de R\$ 387 milhões). Este valor é para monitorar o continente Europeu.

Nos Estados Unidos, o programa de satélites de órbita polar, em 2002, teve orçamento próximo de US\$ 6,5 bilhões (cerca de R\$ 15,3 bilhões) para 15 anos de operações. Todavia, problemas levaram à reestruturação do programa em 2006, o que diminuiu a constelação de satélites, de seis com três órbitas, para quatro satélites com duas órbitas. Com a reestruturação, a nova estimativa de custo fica em US\$ 12 bilhões (cerca de R\$ 26,4 bilhões). Em 2011, a estimativa de custo com programa era orçada em US\$ 1 bilhão anual (aproximadamente R\$ 1,65 bilhão).

Sobre financiamentos para pesquisas relacionadas ao clima, segundo o relatório WMO nº1065 (2011), o Governo Norte Americano distribuiu em 2009:

- US\$ 200 milhões (próximo a R\$ 390 milhões) foram destinados à *National Oceanic Atmospheric Administration* (NOAA) para a utilização em melhorias nas pesquisas acerca das mudanças climáticas e estudos regionais.
- US\$ 1,61 bilhão (cerca de R\$ 3,14 bilhões) foram injetados em programas de estudos acerca das mudanças do clima para as agências *National Science Foundation* (NSF - US\$ 310 milhões) e a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

c) Plano de Implementação para o Sistema de Observação Climática Global

O Plano de Implementação para o Sistema de Observação Climática Global (GCOS) 2010-2015 (GCOS Report nº 138, 2011) indica as ações para garantir o monitoramento das ECVs, que corroboram com aquelas listadas no Relatório nº1065 da WMO (2011).

Dentre estas ações, algumas são orçadas no plano (com taxa de câmbio estimada para 2011) e demonstram a relação entre os centros internacionais, que recebem os dados nacionais, e as instituições de cada país. Abaixo, segue uma lista de ações para o GCOS e os valores para cada ação:

- **Qualidade dos dados essenciais e pesquisa.**
 - Aplicação de normas e procedimentos para metadados, seu armazenamento e intercâmbio;
 - Atores responsáveis: Instituição de Monitoramento;
 - Orçamento anual: US\$ 20.000,00 (cerca de R\$ 34.000,00) por instituição.
- Garantir que os centros nacionais sejam capazes de emitir, de forma eficiente e com qualidade, os dados essenciais para os Centros Internacionais, exceto dos dados de satélite gerenciados por agências aeroespaciais
 - Atores responsáveis: Centros Nacionais, Centros Internacionais e Instituições Técnicas;
 - Orçamento anual: US\$ 10 a 30 milhões (cerca de R\$ 17 a 51 milhões).

- **Ações que facilitem o intercâmbio de dados e arquivamento dos dados essenciais.**
 - Atores responsáveis: Centros Nacionais, Centros Internacionais e Instituições Técnicas;
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).
- **Estímulo às instituições de fomento à pesquisa científica na realização de estudos e incentivo a definição de novas relações entre observações e impactos.**
 - Atores responsáveis: Instituições de Fomento à Pesquisa Científica;
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).

Atmosfera - Dados de superfície

- **Melhorar a disponibilidade de dados atuais e históricos.**
 - Atores responsáveis: Centros de Meteorologia;
 - Orçamento anual: US\$ 10 a 30 milhões (cerca de R\$ 17 a 51 milhões).
- **Melhorar o intercâmbio internacional na sistemática dos relatórios horários SYNOP e relatórios mensais CLIMAT.**
 - Atores responsáveis: Serviço Meteorológico Nacional e Organização Meteorológica Mundial;
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).
- **Incorporação e manutenção de sensores de pressão atmosférica em boias à deriva e sensores de precipitação em boias fixas.**
 - Atores responsáveis: Serviço Oceanográfico Nacional;
 - Orçamento anual: US\$ 1 milhão (cerca de R\$ 1,7 milhões).
- **Garantir a geração contínua de produtos relacionados às observações de vento, diurna e noturna, por satélites ou equivalentes (radio sondagem).**
 - Atores responsáveis: Serviço Aeroespacial Nacional;
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).
- **Garantia e expansão dos dados relativos ao saldo radiativo.**
 - Atores responsáveis: Serviço Meteorológico Nacional;
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).

Atmosfera - Ar superior

- **Expandir as observações de radiossondas de alta qualidade, incluindo os requisitos operacionais e de gestão de dados, arquivo e análise.**
 - Atores responsáveis: Serviço Meteorológico Nacional e Instituições de Pesquisa;
 - Orçamento anual: US\$ 30 a 100 milhões (cerca de R\$ 51 a 170 milhões).
- **Envio de registros de metadados para Centros de Dados Internacionais.**
 - Atores responsáveis: Serviço Meteorológico Nacional e WMO;
 - Orçamento anual: US\$ 1 milhão (cerca de R\$ 1,7 milhões).

Atmosfera - Química

- **Garantir a continuidade de medições e produtos por satélite, de longo prazo, de perfis de vapor d'água, ozônio e outras espécies importantes da alta troposfera e baixa estratosfera (até 50 km). Além disso, criar uma rede de estações a superfície que validem os dados do satélite. Melhorias na resolução temporal e espacial.**
 - Atores responsáveis: Serviço Aeroespacial Nacional, Serviço Meteorológico Nacional e Agências de Proteção Ambiental;
 - Orçamento anual: US\$ 130 a 390 milhões (cerca de R\$ 221 a 663 milhões).
- **Manter e expandir a redes de monitoramento de CO₂, CH₄, halocarbonos, N₂O, O₃ e SF₆.**
 - Atores responsáveis: Agências de Proteção Ambiental, Instituições de Pesquisas;
 - Orçamento anual: US\$ 12 a 50 milhões (cerca de R\$ 20,4 a 85 milhões).

Oceanos - Superfície

- **Aumentar o número e a qualidade das observações de superfície marinha, por meio de Observações Voluntárias de Embarcações (VOS). Além de melhorar a gestão para aumentar o número embarcações voluntária.**
 - Atores responsáveis: Serviço Meteorológico Nacional, Serviço Oceanográfico Nacional e Companhias Navais;
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).
- **Desenvolver e implementar uma rede de robusta autônoma em instrumentação *in situ* para pesquisas da biogeoquímica e ecossistema marinhos com navio-base de referência.**
 - Atores responsáveis: Serviço Oceanográfico Nacional e Instituições de Pesquisa;
 - Orçamento anual: US\$ 10 a 30 milhões (cerca de R\$ 17 a 51 milhões).
- **Implementação de rede com 300 mareógrafos, geocentricamente localizados e com medidores de alta precisão. Assegurar a aquisição, permuta contínua em tempo real e arquivamento de dados de alta frequência.**
 - Atores responsáveis: Serviço Oceanográfico Nacional e *Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology* (JCWMO);
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).
- **Implementar programa de observação da salinidade marinha à superfície, com boias fixas e a deriva, navios voluntários e de pesquisa.**
 - Atores responsáveis: Serviço Oceanográfico Nacional, Instituições de Pesquisa e *Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology* (JCWMO);
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).
- **Incorporar a medição de ondas, como parte das observações da superfície oceânica em boias fixas.**
 - Atores responsáveis: operadores de boias fixas e *Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology* (JCWMO);
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).

Oceanos - Subsuperfície

- **Implementação de 120 boias fixas para monitoramento de correntes oceânicas tropicais.**
 - Atores responsáveis: Serviço Oceanográfico Nacional e *Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology* (JCWMO);
 - Orçamento anual: US\$ 30 a 100 milhões (cerca de R\$ 51 a 170 milhões).

Continentes

- **Desenvolver rede global para observações de umidade do solo.**
 - Atores responsáveis: Serviço Geológico Nacional, Instituições de Pesquisa, Serviço Aeroespacial Nacional e painéis WMO;
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).
- **Desenvolver banco de dados global de medições de carbono do solo e técnicas de extrapolação para produtos de análises globais.**
 - Atores responsáveis: Serviço Geológico Nacional, Instituições de Pesquisa e *Food and Agriculture Organization* (FAO);
 - Orçamento anual: US\$ 1 a 10 milhões (cerca de R\$ 1,7 a 17 milhões).

As ações do plano, aqui discriminadas apresentam custo anual de 550 milhões, podendo chegar a 850 milhões, segundo as projeções da WMO. Tais ações foram apontadas, por abordarem a manutenção e expansão da rede de observações, bem como, melhorias na qualidade, transmissão e acesso aos dados.

Segundo o Plano de Implementação (WMO, 2011), missões de implementação e rotina de calibração dos dados climáticos obtidos via satélite podem custar entre US\$ 100 a 300 milhões (cerca de R\$ 170 a 510 milhões) anuais.

d) Outras estimativas - custos de satélites

Acerca dos custos de satélites, informações a respeito foram encontradas em *websites* de notícias.

O satélite Ibuki da JAXA (Programa Aeroespacial Japonês), que monitora fluxos de CO₂ em todo planeta, segundo o *website* BLOOMBERG (www.bloomberg.com), teve custo total de US\$ 202 milhões (por volta de R\$ 359,15 milhões), em 2009.

Os satélites *European Data Relay System* (EDRS), cuja missão é monitorar em órbita baixa a Europa (além de abranger a África, Américas e os pólos), serão lançados em dois módulos (2014 e 2015), segundo o *website* do programa (www.edrs-spacedatahighway.com). Pelo *website* SPACENEWS (www.spacenews.com), o custo do programa está orçado em, aproximadamente, 400 milhões EUR (equivalente a R\$ 891,6 milhões).

5. CONSIDERAÇÕES

O levantamento dos sistemas de observação e monitoramento de impactos das mudanças climáticas existentes em países e instituições multilaterais selecionadas constitui a primeira etapa da proposta de subsídios para o desenvolvimento de um sistema de observação e monitoramento de impactos das mudanças climáticas no Brasil.

O levantamento buscou destacar algumas questões chaves para o entendimento dos sistemas de monitoramento; tais como características sócio-políticas do país, vulnerabilidades dos países em relação à mudança do clima, indicadores monitorados, premissas para a escolha dos indicadores, governança e instituições responsáveis, em relação às quais é possível tecer uma série de considerações.

Há um predomínio de indicadores primários de impactos de mudança do clima nos países levantados, o que leva a crer que as ciências, mesmo nos países desenvolvidos, ainda carecem de informações para atribuir os impactos nos sistemas humanos e ecossistemas à mudança do clima.

O conjunto de indicadores monitorados pelos países levantados, na sua maioria primários, são semelhantes, provavelmente por serem primários. Estes se concentram, em grande parte, em medições meteorológicas e refletem as vulnerabilidades climáticas dos respectivos países.

Por conta da prevalência de indicadores meteorológicos, as instituições protagonistas do monitoramento de impactos de mudança do clima nos países levantados e experiências multilaterais são as instituições nacionais de meteorologia, em conjunto com as respectivas agências ambientais. As instituições são públicas e contam com diferentes programas de monitoramento com recursos provenientes do tesouro e de fundos destinados à ciência.

O monitoramento de impactos de mudanças climáticas em vários países (EUA, Japão e UE) abrange não só indicadores de impactos no seu território, mas também de impactos globais. Isso se dá pelo fato das mudanças climáticas serem um fenômeno global no qual os efeitos são interligados e reflexivos entre o global, regional e local.

A OMM recomenda fortemente o monitoramento de fenômenos de variabilidade climática de abrangência regional, como o ENOS, para avaliar o seu impacto na agricultura, em especial a familiar, na pesca e para alguns parâmetros oceânicos.

Os indicadores secundários dependem de estudos de vulnerabilidade prévios, associados aos indicadores primários. Por conseguinte, tais indicadores secundários ainda são escassos na maioria dos países levantados.

Os poucos indicadores secundários monitorados são referentes, principalmente, à saúde humana como, por exemplo, ondas de calor, alergia e agricultura.

A comunicação dos indicadores de Mudanças Climáticas se dá principalmente online para o grande público, sendo que indicadores de extremos climáticos são transformados em avisos e alertas que são mais dirigidos e extrapolam as páginas das instituições que geraram as informações. Em menor medida, os resultados dos indicadores são divulgados por meio de publicações em papel, os quais são atualizados com periodicidade variada. Em alguns países, como a Austrália, as informações de condições meteorológicas de setores específicos são comercializadas.

Finalmente, convém esclarecer que impactos, vulnerabilidades e adaptação são três componentes que fazem parte do eixo de adaptação das mudanças climáticas. Porém, são componentes

distintos e há necessidade de elaborar e monitorar indicadores para os três componentes, com funções diferentes. O presente trabalho tratou tão somente de indicadores de impactos de mudanças climáticas. São igualmente importantes estudos e indicadores de vulnerabilidade dos sistemas vivos para o aprimoramento de indicadores secundários de impactos. Os indicadores de impactos e de vulnerabilidades em conjunto permitem a indicação de ações de adaptação, que também podem, e devem, ser monitorados por meio de indicadores de adaptação para o acompanhamento da eficiência das ações propostas.

Vários países levantados no presente estudo, (EUA, UE e Austrália) vêm enveredando esforços na discussão de indicadores ambientais, onde as mudanças climáticas constituem parte de um quadro mais amplo sustentabilidade ambiental. Nesta perspectiva, a eleição de indicadores secundários de impacto de mudança do clima se dilui na complexa associação de impactos de fontes múltiplas, em que se dilui a difícil tarefa de separar as atribuições antrópicas das de impactos da mudança do clima sobre os grupos e atividades sensíveis.

Espera-se que as informações e considerações levantadas neste documento abram discussões reflexivas sob uma nova perspectiva, visando ao desenvolvimento de um sistema de monitoramento de impacto de mudanças climáticas, adequada à realidade e necessidade brasileira, contribuindo para o aprimoramento do planejamento de ações de adaptação, voltados para a redução, não só dos impactos das mudanças climáticas, mas principalmente das vulnerabilidades dos impactados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AG EIAG. **Statement of Australian Government Requirements for Environmental Information**. Australian Government Environmental Information Advisory Group – AG EIAG. Canberra: *Bureau of Meteorology*, 2012.

BOWEN, A. & RYDGE J. **Climate change policy in the United Kingdom**. Policy paper - Centre for Climate Change Economics and Policy & Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, United Kingdom, August 2011.

BROWN, M. J. Monitoring the Impact of Climate Change on the Flora and Vegetation Values of the Tasmanian Wilderness World Heritage Area: A Review. Disponível no site [http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/LJEM-8AE3AT/\\$FILE/Impact%20of%20Climate%20Change%20on%20the%20WWHA.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/LJEM-8AE3AT/$FILE/Impact%20of%20Climate%20Change%20on%20the%20WWHA.pdf) – Acessado em 25 de junho de 2013.

BUREAU OF METEOROLOGY. eReefs Project (Information Sheet). Disponível no site do Bureau of Meteorology: http://reg.bom.gov.au/environment/eReefs_Infosheet.pdf – Acessado em 27 de junho de 2013.

CSIRO. Climate Change – Science and Solutions for Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation – CSIRO Publishing: Collingwood, VIC, Australia, 2011.

CSIRO. The Science of Tackling Climate Change. Group Executive – Environment. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation – CSIRO, 2009. Disponível no site: www.csiro.au – Acessado em 24 de junho de 2013.

DEFRA. Climate Change The UK Programme. Department for Environment, Food and Rural Affairs, March – DEFRA, 2006. Disponível em

http://jncc.defra.gov.uk/pdf/BRAG_CC_ClimateChangeTheUKProgramme.pdf. Acessado em junho de 2013.

DEFRA. UK Climate Change Risk Assessment: Government Report. Department for Environment, Food and Rural Affairs – DEFRA, 2012. Disponível em: <https://www.defra.gov.uk/> - Acessado em 6 de julho de 2013.

DEFRA. The National Adaptation Programme Report: Analytical Annex Economics of the National Adaptation Programme. Department for Environment, Food and Rural Affairs – DEFRA, July, 2013.

EC. General budget of the European Union for the financial year 2013. European Commission – EC. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union, 2012. Disponível no site <http://ec.europa.eu/budget/library/biblio/documents/2013/DB2013/DB2013-WDIII-AGENCIES.pdf> – Acessado em 26 de junho de 2013.

EC. União Europeia Factos e Números. European Commission – EC. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union, 2012. Disponível no site http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/librairie/PDF/QC3011299PTC.pdf – Acessado em junho de 2013.

EEA. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012: An indicator-based report. European Environmental Agency – EEA, Copenhagen, 2012b. Disponível no site <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012/> – Acessado em 22 de maio de 2013.

EEA. Eionet Brochure nº1/2012. European Environmental Agency – EEA, 2012. Disponível no site <http://www.eea.europa.eu/pt/publications/a-eionet-estabelece-a-ligacao> – Acessado em 20 de junho de 2013.

EEA. Impacts of Europe's changing climate — 2008 indicator-based assessment. European Environmental Agency – EEA, Copenhagen, 2008. Disponível no site http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4 – Acessado em 23 de maio de 2013.

EEA. Profiles of the National Reference Centres of Eionet 2009–2013. European Environmental Agency – EEA, 2009. Disponível no site http://aca.cevreorman.gov.tr/sites/default/files/New_NRC_list.pdf – Acessado em 24 de maio de 2013.

EUMETSAT. Annual Report: MONITORING WEATHER AND CLIMATE FROM SPACE. European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites – EUMETSAT, 2011. Disponível no site <http://www.eumetsat.int/website/home/AboutUs/Publications/AnnualReport/index.html> – Acessado em 28 de junho de 2013.

INFER. The governance of climate change adaptation in ten OECD countries: Challenges and approaches. Institute of Forest, Environmental and Natural Resource Policy – INFER. Universitat fur Bodenkultur Wier. Discussion Paper 1-2011.

IPCC. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change – SREX. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp, 2012.

KARL T. R., MELILLO J.M., PETERSON T.C. (Eds.). Global Climate Change Impacts in the United States. Cambridge University Press, New York, 2009. Disponível no site

<http://downloads.globalchange.gov/usimpacts/pdfs/climate-impacts-report.pdf> – Acessado em 29 de maio de 2013.

NAS. Monitoring Climate Change Impacts: Matrices in the intersection of the Human and Earth Systems. National Academy of Science – NAS, Washington, DC: National Academy Press, 2010.

NASA. NASA Climate Risk Management Plan and Report. National Aeronautics and Space Administration – NASA, 2012.

SAMANIEGO, J. Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Chile, 2009. Disponível em: http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/5/35435/28-W-232-Cambio_ClimaticoWEB.pdf. Disponível em 10 set 2009.

http://www.nasa.gov/pdf/724132main_App%201%20%20Climate%20Risk%20Mgmt%20Plan%20and%20Report%20%20-%20SSPP12.pdf – Acessado em 27 de maio de 2013.

NCADAC. Draft Climate Assessment Report. Disponível no site <http://www.globalchange.gov/home> – Acessado em 23 de maio de 2013.

NONNENBERG, M.J.B. China: estabilidade e crescimento econômico. Revista de Economia Política. vol.30, no.2, São Paulo, Apr./June 2010. Disponível no site <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31572010000200002> – Acessado em junho de 2013.

PETTORELLI, N. Climate Change as a Main Driver of Ecological Research. Journal of Applied Ecology 2012, 49, pg. 542–545.

SES. UK Report on national activities with respect to the GCOS Implementation Plan. 2008. School of Environmental Sciences, University of East Anglia - United Kingdom.

USGCRP. About the Metadata Access Tool for Climate and Health (MATCH factsheet). Disponível no site http://downloads.globalchange.gov/factsheets/MATCH_factsheet.pdf – Acessado em 25 de maio de 2013.

WMO. Climate ExChange. World Meteorologic Organization – WMO. Ed.: TudorRose, 2012. Disponível no site http://library.wmo.int/pmb_ged/climate_exchange.pdf – Acessado em 20 junho de 2013.

WMO. GCOS Report nº138 – Implementation plan for the global observing system for climate in support of the UNFCCC. World Meteorologic Organization – WMO, Genebra, 2010. Disponível no site www.wmo.int/pages/prog/gcos/Publications/gcos-138.pdf – Acessado em 17 junho de 2013.

WMO. WMO Report nº1065 – Vulnerable climate knowledge for action: A global framework for climate services– Empowering the most vulnerable. WMO, Genebra, 2011. Disponível no site www.wmo.int/hlt-gfcs/downloads/HLT_book_full.pdf – Acessado em 23 junho de 2013.

Regulamento (CE) 401/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho. Disponível no site <http://eurx.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:126:0013:0022:PT:PDF> – Acessado em junho de 2013.

<http://ak.water.usgs.gov/glaciology> – Acessado em junho de 2013.

<http://bcc.cma.gov.cn/en/> – Acessado em 26 de junho de 2013.

<http://blogdopetcivil.com/2012/08/20/dubai-as-ilhas-artificiais-parte-2/> – Acessado

em 27 de junho de 2013.

<http://blogs.ei.columbia.edu/2011/10/24/chinas-decade-plan-for-water/> – Acessado em 28 de junho de 2013.

<http://climate-adapt.eea.europa.eu> – Acessado em junho de 2013.

<http://copernicus.eu> – Acessado em 15 de junho de 2013.

http://correiogourmand.com.br/roteiros_internacionais_japao_02_o_pais.htm – Acessado em 19 de junho de 2013.

<http://droughtmonitor.unl.edu>

<http://eumetgrid.met.no> – Acessado em 15 de junho de 2013.

http://fpcj.jp/old/e/mres/publication/ff/pdf_07/01_land.pdf – Acessado em 15 de junho de 2013.

<http://pt.exchangerates.org.uk> – Acessado em 21 de junho de 2013.

<http://satellite.cma.gov.cn/ARSSEN/Default.aspx> – Acessado em 27 de junho de 2013.

<http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/meioambiente/crescimento+rapido+de+dubai+esgota+seus+recursos/n1237817609313.html#> – Acessado em 27 de junho de 2013.

<http://wonder.cdc.gov/mortSQL.html> – Acessado em junho de 2013.

http://www.acsp.com.br/indicadores/IEGV/IEGV_DOLAR.HTM – Acessado em 21 de junho de 2013.

<http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-china-22815145> – Acessado em 28 de junho de 2013.

<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=advYAobrbTL0> – Acessado em 23 de junho de 2013.

<http://www.bom.gov.au/index.php> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.br.emb-japan.go.jp/cultura/panorama.html> – Acessado em 10 de junho de 2013.

<http://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/392-Tackling-China-s-water-crisis-online> – Acessado em 28 de junho de 2013.

http://www.climateactionprogramme.org/news/3.8_billion_eu_fund_for_climate_change_monitoring_satellites – Acessado em junho de 2013.

<http://www.cma.gov.cn/english/> – Acessado em 27 de junho de 2013.

<http://www.csiro.au/en.aspx> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.dsc.gov.ae/en/> – Acessado em 25 de junho de 2013.

<http://www.eca.knmi.nl> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.edrs-spacedatahighway.com/project-insights/the-story> – Acessado em 23 de junho de 2013.

<http://www.eea.europa.eu> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.eionet.europa.eu> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/international.html>

<http://www.esa.int/> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.eumetsat.int/website/home/index.html> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.euro4m.eu/EUMETGRID> – Acessado em junho de 2013.

<http://www.haaretz.com/news/who-life-expectancy-in-israel-among-highest-in-the-world-1.276618> – Acessado em 19 de junho de 2013.

<http://www.inma.org.br/site/images/pdf/politicas-climaticas.pdf> – Acessado em 28 de junho de 2013.

<http://www.ioc-goos.org/> – Acessado em 22 de junho de 2013.

<http://www.ipcdigital.com/br/Noticias/Japao/Mudancas-climaticas-colocam-japoneses-em-risco> – Acessado em 17 de junho de 2013.

<http://www.jamstec.go.jp/rigc/e/index.html> – Acessado em 17 de junho de 2013.

http://www.jaxa.jp/projects/sat/index_e.html – Acessado em 24 de junho de 2013.

<http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/> – Acessado em 05 de julho de 2013.

<http://www.nies.go.jp> – Acessado em 15 de junho de 2013.

http://www.nsmc.cma.gov.cn/NewSite/NSMC_EN/Channels/100184.html – Acessado em 28 de junho de 2013.

<http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=27394> – Acessado em 25 de junho de 2013.

<http://www.rccra2.org/> – Acessado em 27 de junho de 2013.

http://www.spacenews.com/article/europes-data-relay-satellite-system-moves-ahead#.Uchg_5x5KQ0 – Acessado em 23 de junho de 2013.

<http://www.weather.com.cn/en> – Acessado em 26 de junho de 2013.

<http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/index.php> – Acessado em 21 de junho de 2013.

http://www.wmo.int/pages/prog/www/index_en.html – Acessado em 21 de junho de 2013.

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/GOS.html> – Acessado em 21 de junho de 2013.

http://www.wmo.int/pages/prog/www/TEM/GTS/index_en.html – Acessado em 21 de junho de 2013.

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/WDM/wdm.html> – Acessado em 22 de junho de 2013.

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/wigos/wir/goos.html> – Acessado em 22 de junho de 2013.

<http://www.world-gazetteer.com/wg.php?x=&men=gcis&lng=en&dat=32&geo=-12&srt=pnan&col=aohdq&va=&pt=a> – Acessado em 25 de junho de 2013.