



Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas

Subsídios para a Implantação de Sistema de Observação e Monitoramento de Impactos das Mudanças Climáticas no Brasil

Produto 2

Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas

Subsídios para Implantação de Sistemas de Observação e Monitoramento dos Impactos das Mudanças Climáticas no Brasil

Produto 2



Brasília, DF
Novembro, 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

Subsídios para Implantação de Sistemas de Observação e Monitoramento dos Impactos das Mudanças Climáticas no Brasil. In: Sistema de Observação e Detecção dos Impactos das Mudanças Climáticas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. (Produto 2).

72 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>

Á
Á

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

Subsídios para Implantação de Sistemas de Observação e Monitoramento dos Impactos das Mudanças Climáticas no Brasil

Produto 2

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	14
2.	INTRODUÇÃO	14
3.	BRASIL	17
3.1	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS POLÍTICO-ECONÔMICAS	17
3.2	Premissas ,Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regionais	18
3.3	Indicadores Primários	25
3.3.1	Atmosfera	29
3.3.1.1	Monitoramento em Superfície	29
3.3.1.2	Monitoramento em Altitude	31
3.3.1.3	Monitoramento de Química Atmosférica	32
3.3.2	Águas	34
3.3.2.1	Monitoramento de Águas Superficiais Interiores	34
3.3.2.2	Monitoramento da Zona Costeira e Mar Continental	38
3.3.3	Proposições para o Monitoramento	43
3.3.3.1	Proposições para o Monitoramento em Superfície	43
3.3.3.2	Proposições para o Monitoramento em Altitude	45
3.3.3.3	Considerações sobre indicadores atmosféricos	45
3.3.3.4	Proposições para Monitoramento de Zonas Costeiras e Mar Continental.....	47
3.3.3.5	Considerações sobre o Monitoramento das Águas	49
4.	INDICADORES SECUNDÁRIOS	51
4.4.1	Monitoramento de Indicadores Secundários e Estudos de Vulnerabilidade	51
4.4.2	Atualização Periódica dos Estudos de Vulnerabilidade	52
4.4.3	Aprofundamento de Estudos de Vulnerabilidades Específicas	53
4.4.4	Apoio da Academia e Instituições de Pesquisa nos Estudos de Vulnerabilidade	53
4.4.5	Estabelecimento de Redes Temáticas de Apoio para Ações de Adaptação	54
4.4.6	Integração das Ações Prioritárias de Adaptação a Outras Políticas Públicas.....	55
5.	GOVERNANÇA DA MUDANÇA CLIMÁTICA.....	55

5.1	Aspectos da Governança e Mudanças Climáticas no Brasil	55
5.2	Estrutura de Governança e Mudanças Climáticas no Brasil	58
5.3	Ponderações sobre a Governança de Mudanças Climáticas.....	61
6.	EXPERIÊNCIAS LATINO AMERICANAS	63
6.1	Participação do Brasil nas Associações Regionais (AR).....	63
6.2	Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica	64
6.2.1	Principais Linhas de Ação	64
6.2.2	Monitoramento do Clima	65
6.2.2.1	Prognóstico Regional Estacional	65
6.2.2.2	Centro de Distribuição de Dados (DDC) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)	66
6.2.2.3	Índices Climáticos	66
6.2.3	Diagnóstico Climático	67
6.2.4	Previsões de Modelos Globais.....	68
6.2.5	Sistemas de Monitoramento de Seca	68
6.2.5.1	Monitoramento de Seca Global SPEI	68
6.2.5.2	Monitoramento de Seca – Chile	68
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	72

LISTA DE ACRÔNIMOS

AGRITEMPO - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

APA - Área de Proteção Ambiental

ARIII - Associação Regional encarregadas de coordenar atividades meteorológicas e hidrológicas na Região III

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL)

CFSv2 - *Climate Forecast System*

CGEE - Centro de Gestão de Estudos Estratégicos

CIIFEN - Centro Regional do Clima para o Oeste da América do Sul

CIM - Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

COEP - Comitê de Entidades no Combate à Fome e pela Vida

CO₂ - Dióxido de Carbono

CO₂eq - Dióxido de Carbono Equivalente

COI - Comissão Oceanográfica Intergovernamental

CQNUMC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC no original em inglês)

CRC - Centros Regionais Climáticos

CRC-SAS - Centro Virtual para a América do Sul

DBCP - *Data Buoys Cooperation Panel*

DDC - Centro de Distribuição de Dados

ECMWF - *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENSO – *El Niño / La Niña – Southern Oscillation*

EOF - Análise da Função Ortogonal Empírica

GEEs - Gases de Efeito Estufa

GEx - Grupo Executivo sobre Mudança do Clima

GOOS - *Global Ocean Observing System*

GOOS/Brasil - Sistema Brasileiro de Observação dos Oceanos e Clima

GT - Grupo de Trabalho
HIDROWEB - Banco de Dados de Recursos Hídricos da ANA
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICDC - Parâmetros de Índices climáticos
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IET - Índice de Estado Trófico
INEA - Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
INPOH - Instituto Nacional de Pesquisas Oceanográficas e Hidroviárias
IOC - *Intergovernmental Oceanographic Commission*
IODE - Sistema de Intercâmbio de Dados e Informações Oceanográficas
IPCC - *Intergovernmental Panel of Climate Change* ou Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
IQA - Índice de Qualidade de Água
ISABP - *International South Atlantic Buoy Programme*
KNMI - *Royal Netherlands Meteorological Institute*
LOA - Lei Orçamentária Anual
MCTI - Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação
Météo-France/DIRAG - Directeur Inter-Régional pour les Antilles et la Guyanne
MMA - Ministério do Meio Ambiente
NAO - Oscilação do Atlântico Norte
NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration
PAAR - Plano Anual de Aplicação de Recursos do Fundo
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento
PMEL- *Pacific Marine Environmental Laboratory*
PNMC - Política Nacional da Mudança do Clima
PNQA - Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPA - Plano Plurianual
PSA - Pagamentos por serviços ambientais
RDD - Redução de Riscos e Desastres
Rede CLIMA - Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais
REDEMET - Rede de estações meteorológicas de altitude do Comando da Aeronáutica
SEMA-MA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Maranhão

SIMCosta - Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira

Snirh - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SPEI - *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index*

SPI - *Standard Precipitation Index*

SSM - Salinidade da Superfície do Mar

TSM - Temperatura da Superfície do Mar

UNISDR - Estratégia Internacional para Redução de Desastres

WMO - *World Meteorological Organization* (OMM – Organização Meteorológica Mundial)

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

É o nome dado à capacidade da atmosfera terrestre em reter o calor de ondas longas que é emanado pela superfície terrestre. Esta retenção é ocasionada pela presença de gases de efeito estufa, sendo os principais o gás carbônico (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). O aumento na concentração destes gases provoca o aumento da temperatura pela intensificação do efeito estufa.

***El Niño* ou Oscilação Meridional (OM)**

É uma corrente marítima quente que passa pela costa do Equador e do Peru 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 subsuperficiais do Oceano Pacífico Equatorial. Tal anomalia 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, ondas de calor e de frio. Estes eventos são caracterizados pela sua intensidade, baixa frequência de acontecimento e dificuldade de gerenciamento de planos para a adaptação e a atenuação de seus efeitos, devido à impossibilidade de prevê-los com exatidão.

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) e o metano (CH₄) 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, no original em inglês) serve para comparar os gases de 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 meio dos 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 UNEP/PNUMA (United Nations Environment Programme). 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 da Rio-92, no Rio de Janeiro. Durante o encontro os países desenvolvidos se comprometeram a reduzir ou limitar, voluntariamente, até o ano 2000 as emissões de gases causadores do efeito estufa. O IPCC produz relatórios anuais sobre o Estado da Arte 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 os países, Estados ou instituições obtêm registros das fontes de emissões e dos sumidouros de gases de efeito estufa. 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, definida pelo IPCC.

Meio ambiente

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

Mitigação da Mudança do Clima

Mitigação é definida como a intervenção humana para reduzir as emissões antrópicas por fontes de gases de efeito estufa e fortalecer as remoções por sumidouros de carbono, tais como florestas e oceanos.

Modelos Climáticos

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

Permafrost

Terra (solo ou rocha, incluindo gelo ou material orgânico) que permanece a 0 ° C ou abaixo disso durante pelo menos dois anos consecutivos.

Tempo

Estado momentâneo que ocorre em um determinado local a partir do ar atmosférico que pode ocorrer de maneira lenta ou rápida.

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.

1. APRESENTAÇÃO

O Quarto Relatório Científico do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), publicado em 2007, trouxe evidências contundentes sobre as alterações do clima no planeta. O Brasil, país de dimensões continentais, já vive mudanças climáticas que incluem elevação de temperatura, por exemplo.

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 tem investido em sistemas de observação e monitoramento que podem auxiliar na avaliação do comportamento das variáveis atmosféricas devido às mudanças do clima. Ainda que exista hoje uma rede de observação, há necessidade de ampliar tal esforço, sobretudo quanto ao fornecimento de informações sobre os impactos socioambientais das mudanças climáticas, que são especialmente relevantes para o planejamento e a tomada de decisão para a adaptação.

O objetivo deste trabalho é o levantamento dos sistemas de observação e monitoramento de impactos das mudanças climáticas existentes em países selecionados, com vistas ao desenvolvimento de um sistema de observação e monitoramento de impactos das mudanças climáticas no Brasil.

O presente relatório contém subsídios para o desenvolvimento de sistema de observação e monitoramento dos impactos das mudanças climáticas a ser implantado no Brasil.

A estrutura busca elencar as questões chaves do sistema de monitoramento, tais como, atendimento às principais vulnerabilidades climáticas do país, indicadores monitorados, premissas para a eleição dos indicadores, além de uma referência à estrutura de governança e à forma de operacionalização dos sistemas identificados.

2. INTRODUÇÃO

O Quarto Relatório Científico do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), publicado em 2007, trouxe fortes evidências sobre as alterações do clima no planeta. O documento sugeriu, com confiança acima de 90%, que o aquecimento global dos últimos 50 anos é causado majoritariamente pelas atividades humanas, destacando que o problema atingirá todas as áreas, em especial os países menos desenvolvidos situados na região tropical (Marengo, 2008). O Brasil, país de dimensões continentais, já sofre com as mudanças climáticas, tais como a elevação de temperatura. Estudos mostram que, no Brasil, a temperatura média aumentou aproximadamente 0,75°C do início ao final do século XX (considerando a média anual entre 1961-90 de 24,9°C). Projeções de cenários futuros mostram que o país experimentará impactos de forma diferenciada em cada região e cultura.

De acordo com relatórios de duas organizações mundiais, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) e a Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL), 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 à menor disponibilidade de recursos e capacidade administrativa.

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. Decorre do aumento na temperatura, alteração de outros fenômenos climáticos, pois 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 por meio de Modelos Globais do Clima, com o *downscaling* destes para a escala local. 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 das futuras emissões mundiais de GEEs. Conseqüentemente, 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 conseqüências.

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 do número de 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; aumento das ressacas pela elevação do nível do mar e um possível aumento da frequência de ciclones tropicais.

No que tange ao clima futuro, os modelos projetam também uma tendência de aquecimento e intensificação de eventos extremos, como aumento de ondas de calor, incremento na frequência de chuvas fortes em muitas áreas do globo; elevação da velocidade máxima média do vento, ampliação das secas em algumas estações e regiões; elevação de alagamentos costeiros em função da elevação do nível 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, floresta, 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 de origem.

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. Apesar do monitoramento já existente no Brasil, é necessário ampliá-lo, sobretudo quanto ao fornecimento de informações sobre os impactos socioambientais das mudanças climáticas que são especialmente relevantes para o planejamento e a tomada de decisão para a adaptação.

O desenvolvimento do sistema de monitoramento de impactos 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 implantadas em tempo e com sucesso.

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 científicas e tecnológicas; e, difusão de tecnologias, processos e práticas orientados para identificar vulnerabilidades e adotar medidas de adaptação adequadas.

Convergingo 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 Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQA) do MMA e da Coordenadoria Geral de Mudança do Clima – CGMA - do MCTI. Neste esforço, o desenvolvimento do sistema de monitoramento dos impactos 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 do mesmo.

Neste sentido se insere o presente documento, sobre os sistemas de observação e monitoramento de impactos das mudanças climáticas, visando 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.

As informações e sugestões levantadas neste trabalho 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 dos gestores públicos e da sociedade civil para a tomada de decisão na gestão dos potenciais impactos da mudança do clima.

3. BRASIL

3.1 Principais Características Político-econômicas

O Brasil é o maior país da América do Sul e da América Latina, sendo o quinto maior do mundo em área territorial (equivalente a 47% do território sul-americano) e população (com mais de 193 milhões de habitantes). Delimitado pelo oceano Atlântico a leste, o Brasil tem um litoral de 7491 km. Limitado ao norte pela Venezuela, Guiana, Suriname e pelo departamento ultramarino francês da Guiana Francesa; a noroeste pela Colômbia; a oeste pela Bolívia e Peru; a sudoeste pela Argentina e Paraguai e ao sul pelo Uruguai. Vários arquipélagos formam parte do território brasileiro, como Fernando de Noronha (o único destes habitado), Atol das Rocas, Arquipélago de São Pedro e São Paulo e Trindade e Martim Vaz. O país faz fronteira com quase todos os países sul-americanos, exceto Equador e Chile.

A comparação da densidade entre as regiões revela grandes disparidades. A Região Norte, que possui 45,2% da área total do país e 8,1% do total da população brasileira, tem apenas 4,0 habitantes por km². Em contrapartida, a Região Sudeste com 42,0% da população total apresenta densidade de 87,0 habitantes por km². A maior concentração de população no Brasil encontra-se no Estado de São Paulo. O peso relativo da população residente neste estado corresponde a 21,4% do total da população do país. As metrópoles são também áreas de concentração populacional. A Região Metropolitana de São Paulo contava, em 2009, com o maior volume de habitantes com 19,7 milhões de pessoas, o que corresponde a 47,8% da população do estado. No caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o peso relativo da população metropolitana em relação ao estado é o maior do País, 73,3% (PNAD 2009).

A taxa de urbanização para o país (proporção de pessoas residentes em áreas urbanas) é de 84,0%. A maior densidade populacional urbana foi registrada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 99,3%. A taxa de urbanização fluminense pode ser contrastada com a piauiense, cujo valor é o mais baixo do país: 61,9% (IBGE, 2010).

Os resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2011 confirmam a tendência demográfica em curso no país desde os anos 1970 (IBGE, 2010):

“desaceleração no ritmo de crescimento de sua população e mudanças expressivas em sua estrutura etária, no sentido de seu envelhecimento. A população brasileira registrou as mais elevadas taxas de crescimento no período de 1950 a 1970: em torno de 3,0% ao ano. A partir daí, essas taxas passaram a experimentar forte declínio, como resultado de uma redução acentuada nos níveis de fecundidade, iniciada na segunda metade dos anos 1960.”

Tal redução mais do que compensou a queda da mortalidade em curso, verificada no país desde o fim da Segunda Guerra Mundial. Estima-se para esta década uma taxa média de 0,7% ao ano; menos de um quarto da observada para o período de 1950 a 1970. *O envelhecimento populacional significa uma alteração na proporção da população dos diversos grupos etários no total da população.* Por exemplo, em 1940 a população idosa, que representava 4,1% da população total brasileira, passou a representar 12,1% em 2011. O contingente, em valores absolutos, aumentou de 1,7 milhão para cerca de 23,5 milhões no mesmo período. Entretanto, *diminuiu a proporção da população jovem.* A população menor de 20 anos passou a apresentar uma diminuição no seu contingente em termos absolutos e relativos. Esta tendência se acentuará nas próximas décadas (IBGE, 2012).

A economia brasileira é a maior da América Latina e do Hemisfério Sul, a sétima do mundo por PIB nominal e a sétima em paridade do poder de compra (PPC) (PNUD, 2013). Reformas econômicas deram ao país novo reconhecimento internacional, seja em âmbito regional ou global.

O país é membro fundador da Organização das Nações Unidas (ONU), G20, Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), União Latina (Organização Internacional composta pelos países cujas línguas oficiais ou nacionais são línguas românicas - línguas neolatinas ou línguas latinas), Organização dos Estados Americanos (OEA), Organização dos Estados Ibero-americanos (OEI), Mercado Comum do Sul (Mercosul) e da União de Nações Sul-Americanas (Unasul), além de ser um dos países do BRICS. O Brasil também é o lar de uma diversidade de animais selvagens, ecossistemas e de vastos recursos naturais em uma grande variedade de *habitats* protegidos.

Em 2013, o Brasil manteve o 85º lugar no ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) preparado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), posição apresentada desde 2007. O índice obtido foi de 0,730, permanecendo no grupo de Desenvolvimento Humano Alto. Apesar da estagnação refletida no *ranking*, o país está entre os 15 países que mais conseguiram reduzir o déficit no IDH entre 1990 e 2012 (PNUD, 2013).

3.2 Premissas, Vulnerabilidades Socioeconômicas e Regionais

O Capítulo 14 do Grupo de Trabalho 2 (GT2) do IPCC-TAR (IPCC, 2001b) dedicado à América Latina apresenta para o Brasil alguns resultados interessantes, que realmente mostram um avanço em estudos sobre variabilidade e mudanças no clima desde 1996, quando o IPCC- SAR foi publicado. Observou-se que variações em chuvas e vazões de rios na Amazônia e no Nordeste apresentam uma variabilidade interanual e em escalas de tempo interdecenal, que são mais importantes que tendências de aumento ou redução. A variabilidade está associada a padrões de variação da mesma escala de tempo nos oceanos Pacífico e Atlântico, como a variabilidade interanual associada a *El Niño* Oscilação Sul, ENOS, ou a variabilidade decenal do Pacífico (*Pacific Decadal Oscillation - PDO*), do Atlântico (*North Atlantic Oscillation - NAO*) e a variabilidade do Atlântico Tropical e do Atlântico Sul. No Sul do Brasil e no

Norte da Argentina, tendências para aumento das chuvas e vazões de rios foram observadas desde meados do século XX, enquanto que na Amazônia, ainda que o desmatamento tenha aumentado gradativamente nos últimos vinte anos, não se detectaram tendências significativas nas chuvas ou vazões nesta região. No Nordeste, tem sido observado um ligeiro aumento de chuvas no longo prazo, mas a tendência não é estatisticamente significativa (Marengo, 2007).

Os fenômenos *El Niño* e *La Niña* sobre o Pacífico Equatorial e o gradiente meridional de anomalias de TSM (Temperatura da Superfície do Mar) sobre o Atlântico Tropical modulam, conjuntamente, uma grande parte da variabilidade interanual do clima sobre a América do Sul. Impactos dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* têm sido observados nas regiões do país, mais intensamente nas regiões Norte, Nordeste (secas durante *El Niño*) e Sul do Brasil (secas durante *La Niña* e excesso de chuva e enchentes durante *El Niño*). Se o *El Niño* aumentar em frequência ou intensidade no futuro, o Brasil ficará exposto a secas ou enchentes e ondas de calor mais frequentes. Porém, a incerteza de que estas mudanças aconteçam ainda é grande e alguns extremos do clima podem acontecer independentemente da presença do *El Niño* ou *La Niña* (Marengo, 2007).

No Brasil, as regiões da Amazônia, Pantanal, Nordeste e a Bacia do Paraná-Prata são de extrema importância, no que diz respeito às mudanças climáticas, devido a sua relevância estratégica nas economias regionais e por seus aspectos sociais, econômicos e ecológicos (Figura 1). Os ecossistemas naturais da Amazônia e do Pantanal apresentam um alto grau de vulnerabilidade à variabilidade e mudança de clima. O semiárido do Nordeste do Brasil é a região onde a população é a mais vulnerável à mudança de clima. A importância da Bacia do Paraná-Prata é óbvia, pois a região é importante sob o ponto de vista agropecuário e da geração de energia hidroelétrica para as grandes cidades do sudeste da América do Sul.

Análises regionais de mudanças de clima usando os modelos globais do IPCC foram feitas para o Brasil. As regiões mais sensíveis compreendem a Amazônia e o Nordeste, como destaca o Relatório de Clima do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Embora a vulnerabilidade social seja maior no Nordeste e a biodiversidade seja mais afetada na Amazônia, o relatório do INPE destaca que outras regiões podem experimentar impactos similares.

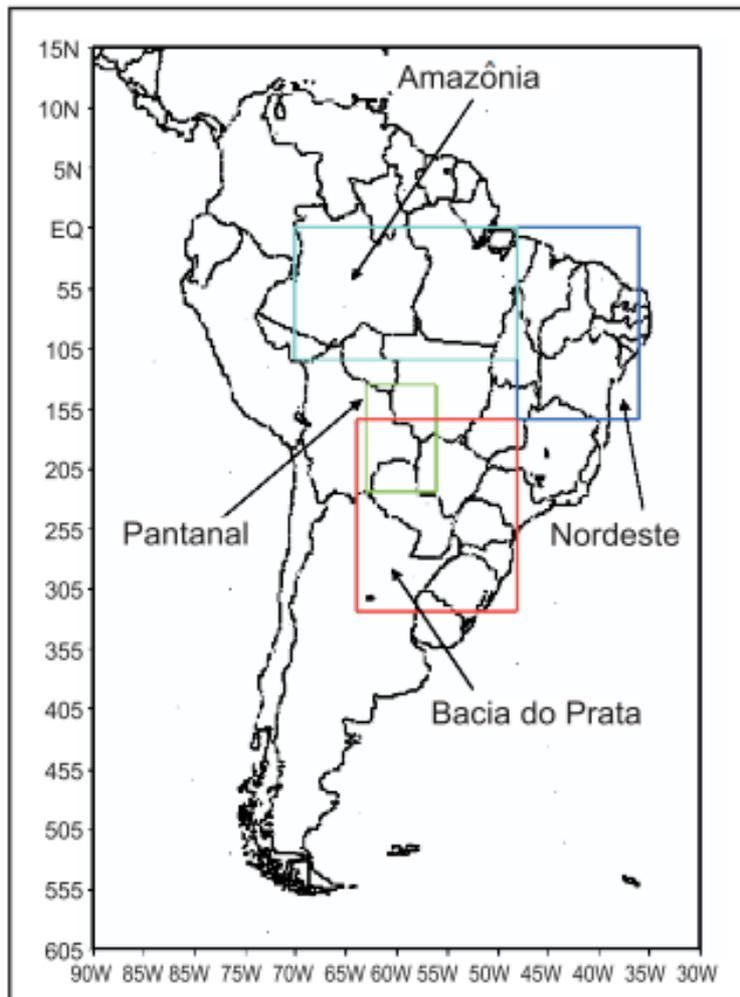


Figura 1. Regiões estrategicamente importantes para estudos detalhados de mudança de clima no Brasil.(Fonte: Marengo, 2006).

O impacto da variabilidade climática sobre os recursos hídricos no Brasil deverá ser mais dramático no Nordeste, onde a escassez de água já é um problema. Atualmente, a disponibilidade hídrica *per capita* na região é insuficiente nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, sem contar as variações regionais que tornam a situação ainda mais difícil para os oito milhões de habitantes do semiárido.

O Pantanal, localizado no Centro-Oeste do Brasil, constitui uma das últimas grandes áreas inundadas de água doce no mundo, *habitat* de uma significativa variedade de vida selvagem. Este ecossistema faz parte da bacia do Rio Paraná e, durante a estação chuvosa (normalmente de novembro até abril), se comporta como um gigantesco mecanismo natural de controle das enchentes do Rio Paraguai, resultantes das chuvas torrenciais sobre o Mato Grosso. Qualquer aumento significativo da vazão, resultante de alterações climáticas ou do desmatamento, irá afetar negativamente a capacidade de retenção e controle desta grande área alagada.

A Bacia do Prata representa uma das regiões de maior importância econômica na América do Sul. Variabilidade e mudanças de clima nesta região podem chegar a afetar seriamente a sociedade, podendo impactar a provisão de água para agricultura e para geração de energia; a produção de alimentos e ampliar a extensão de epidemias como dengue e malária. Alguns impactos causados pela mudança de clima podem aumentar a vulnerabilidade da Bacia do Prata a desastres naturais, como enchentes.

A situação é preocupante também na Amazônia já que a bacia hidrográfica do Rio Amazonas, formada por mais de mil rios e abrangendo várias nações além do Brasil, contém 70% da disponibilidade mundial de água doce. Os impactos das mudanças do clima já podem ser sentidos nos dias atuais e deverão se tornar ainda mais graves no futuro, especialmente com os extremos climáticos. Em 2005, por exemplo, uma forte seca atingiu o leste do Amazonas. Na ocasião, alguns rios chegaram a baixar seis centímetros por dia provocando a morte de milhares de peixes, além de interrupções na produção de alimentos e no transporte para as comunidades ribeirinhas. De acordo com pesquisas, cenários como o visto em 2005, na Amazônia, poderão ocorrer com maior frequência. Segundo especialistas do INPE e do *Hadley Centre*, no Reino Unido, as chances de ocorrerem períodos de intensa seca na região amazônica podem aumentar dos atuais 5% (uma forte estiagem a cada 20 anos) para 50% em 2030, chegando a até 90% em 2100 (Marengo, 2008).

Na Tabela 1 são apresentadas algumas das projeções do clima. Alguns modelos climáticos globais do IPCC AR4 apresentam reduções drásticas na precipitação pluvial para a Amazônia, no futuro, e para Nordeste brasileiro embora outros cenários sinalizem que ocorrerá um aumento. A média de todos os modelos indica maior probabilidade de redução da chuva em regiões como o leste da Amazônia e o Nordeste como consequência do aquecimento global. As projeções do IPCC AR4 sugerem, ainda, aumentos na frequência de extremos de chuva para boa parte do Brasil no período de 2080 a 2099, principalmente no oeste da Amazônia e no Sul e Sudeste do país. (Marengo, 2008). Assim como o verificado nas previsões mundiais, o Brasil e sua população tendem a sofrer diferentes consequências das mudanças climáticas de acordo com a região, como mostram a Tabela 1 e a Figura 2.

Tabela 1: Possíveis cenários climáticos futuros, derivados das análises dos modelos do IPCC AR4 e do relatório de Clima do INPE para os cenários de altas (A2) e baixas (B2) emissões de gases de efeito estufa, assim como seus impactos em nível regional.

POSSÍVEIS CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS			
REGIÃO	PROJEÇÃO DO CLIMA FUTURO: ALTAS EMISSÕES (A2)	PROJEÇÃO DO CLIMA FUTURO: BAIXAS EMISSÕES (B2)	POSSÍVEIS IMPACTOS
Norte (inclusive Amazônia)	4 a 8°C mais quente, com redução de 15% a 20% do volume de chuvas, atrasos na estação chuvosa e possíveis aumentos na frequência de extremos de chuva no oeste da Amazônia.	3 a 5°C mais quente, com redução de 5% a 15% nas chuvas. O impacto não é muito diferente daquele previsto pelo cenário A2.	Impactos na biodiversidade, risco da floresta ser substituída por outro tipo de vegetação (tipo cerrado). Baixos níveis dos rios amazônicos podendo afetar o transporte. Risco de incêndios florestais devido ao ar mais seco e quente. Impactos no transporte de umidade atmosférica para as regiões Sul e Sudeste, com consequências para a agricultura e geração de energia hidroelétrica.
Nordeste	2 a 4°C mais quente, 15% a 20% mais seco. Diminuição do nível dos açudes.	1 a 3°C mais quente, com redução de até 15% no volume da chuva. Diminuição do nível dos açudes.	Aumento das secas, especialmente no semiárido. Impactos na agricultura de subsistência e na saúde. Perda da biodiversidade da caatinga. Risco de desertificação. Migração para outras regiões pode aumentar (refugiados do clima). Chuvas intensas podem aumentar o risco de deslizamentos podendo afetar as populações que moram em morros desmatados, enchentes urbanas mais intensas.
Sudeste	3 a 6°C mais quente. Eventos extremos de chuva, seca e temperatura mais frequentes e intensos	2 a 3°C mais quente. Consequências semelhantes às do cenário A2.	Impacto na agricultura, na biodiversidade, na saúde da população e na geração de energia. Eventos de extremos de chuvas mais intensos aumentam o risco de deslizamentos podendo afetar as populações que moram em morros desmatados, enchentes urbanas mais intensas.
Centro-Oeste	3 a 6°C mais quente. Risco de veranicos mais intensos	2 a 4°C mais quente. Risco de veranicos mais intensos	Redução da biodiversidade no Pantanal e do cerrado, impacto na agricultura e na geração de energia hidroelétrica.
Sul	2 a 4°C mais quente, aumento das chuvas de 5% a 10%. Aumento no volume das chuvas e na forma dos eventos intensos de chuva. Alta evaporação devido ao calor podendo afetar o balanço hídrico. Extremos de temperatura mais intensos, causando um inverno mais quente com poucos eventos intensos de geadas.	1 a 3°C mais quente, aumento das chuvas de até 5%. As consequências são parecidas com as do cenário A2, embora a intensidade possa variar.	Extremo de chuva mais frequente aumenta o risco de deslizamentos podendo afetar as populações que moram em morros desmatados, enchentes urbanas mais intensas. Impacto na saúde da população, na agricultura e na geração de energia. Risco (ainda pouco provável) de mais eventos de ciclones extratropicais.

Fonte: Adaptado de <http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/147>



Figura 2. Impactos das Mudanças Climáticas no Brasil. (Fonte: <http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/147>).

Região Norte: Modelos climáticos apontam para aumento de temperatura e eventos *El Niño*, diminuindo as chuvas (as florestas emitirão C para a atmosfera); no contexto das mudanças climáticas, a floresta Amazônica é foco de preocupação, tanto pelas projeções dos impactos severos sobre a região, como por sua importância para a mitigação do fenômeno, haja vista ser a maior floresta tropical remanescente no mundo.

Região Nordeste: os recursos hídricos da região Nordeste do Brasil são bastante sensíveis à variabilidade climática; novas práticas agrícolas e adaptações de práticas já existentes podem moderar riscos e danos climáticos a partir do fortalecimento e da difusão de inovações e tecnologias; a região Nordeste pode contribuir com fontes de geração de energia elétrica não emissoras - hidráulica, biomassa, maré e eólica; existem poucos estudos sobre os impactos das mudanças do clima e sua relação com o processo de desertificação; maior migração populacional para meio urbano; expansão da área de transmissão de doenças associadas a vetores e o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica.

Região Sul: Aumento do regime de chuvas; as temperaturas seguirão o padrão de aumento nos valores médios, com redução dos episódios de geadas e dias frios; impactos negativos na saúde.

Região Sudeste: Aumento da temperatura média, diminuição de noites frias; aumento de 15% de chuvas no outono; secas no verão (mais doenças); mais eventos extremos (impactos negativos nas grandes cidades).

Região Centro-Oeste: As atividades agrícolas e de pecuária sofrerão redução de produtividade devido às mudanças no ciclo hidrológico; aumentos de temperatura e alterações na sua fenologia; aumento de secas e de doenças respiratórias.

Organizações mundiais alertam que a América Latina e o Caribe estão entre as principais regiões com elevada vulnerabilidade aos efeitos das alterações do clima. Isso se deve às suas características geográficas e também por deficiências políticas para enfrentar o fenômeno. O derretimento das geleiras é emblemático como exemplo das ameaças naturais; O fornecimento de água aos setores urbanos e agrícolas, que depende desse sistema, pode entrar em colapso. O volume de cidades situadas em zonas costeiras também é um fator que coloca a América Latina em uma posição de vulnerabilidade ao fenômeno da elevação do nível do mar. Além, do branqueamento dos recifes de corais na costa do Caribe e do risco de retração das florestas da bacia amazônica.

Além das características de vulnerabilidade ambiental, ao se avaliar as consequências e impactos das mudanças climáticas para a América Latina, é preciso levar em conta as análises socioeconômicas mais recentes que demonstram que uma parcela significativa da população se encontra em condições de extrema pobreza e que há uma frágil gestão ambiental.

Algumas projeções a respeito dos setores que serão afetados e das perdas sociais e econômicas causadas pelas mudanças climáticas na América Latina são:

Agricultura: Estimam-se perdas agrícolas em decorrência das mudanças climáticas da ordem de US\$ 91 milhões (1% do PIB) em 2050 se a temperatura aumentar até 2°C. A produtividade de localidades tropicais e subtropicais será reduzida a um terço dos níveis atuais, por exemplo. E nas zonas centrais secas da região, serão incrementadas a salinização e a desertificação do solo.

Haverá também aumento de pragas e doenças nas plantações e um aumento da demanda de água para irrigação, gerando maior competição por esse recurso. Como os lençóis freáticos estarão mais secos, o custo da produção agrícola será mais alto.

Todo esse cenário pode aumentar a desigualdade e a pobreza da população em áreas rurais, além de contribuir para a escassez de alimentos, gerando insegurança alimentar no campo e em centros urbanos.

Saúde pública: Assim como em outros países, poderá haver um aumento da desnutrição. O risco de exposição à malária pode aumentar 18% a cada elevação de 1°C na temperatura. A incidência da doença (taxa de novos casos) pode crescer de 8% em 2050 para 23% em 2100. Já a incidência de dengue pode chegar a 21% em 2050 e 64% em 2100. O incremento teria efeitos econômicos significativos, se for levado em consideração que na última década 2/3 da população atingida por essas enfermidades se encontrava em idade produtiva.

Recursos Hídricos: Mudanças nos padrões da precipitação; disponibilidade e distribuição temporal da vazão nos rios; secas e enchentes mais frequentes e

intensas deverão afetar as taxas de recarga de águas subterrâneas; pouca pesquisa sobre impacto das mudanças climáticas e as águas subterrâneas.

Ecosistemas de água doce e terrestre: Declínio da biodiversidade nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, especialmente nas regiões mais populosas do país.

Cidades e infraestrutura: A falta de água será um dos principais problemas enfrentados nas áreas urbanas. Nesse caso, a população mais pobre é também a mais vulnerável a consequências como: corte da distribuição de água potável, falta de acesso à rede de esgoto, contaminação da água, entre outros. Estima-se que, em 2055, entre 60 e 150 milhões de pessoas sofrerão estresse hídrico no Brasil

Indústria: Os efeitos das mudanças climáticas irão atingir direta e/ou indiretamente as atividades industriais, afetando econômica e socialmente o setor. Custos com energia, com construção e com integridade e segurança de infraestrutura, por exemplo, exigirão que o setor submeta-se a novas regulações e padrões vinculados ao clima. As atividades que dependem de recursos hídricos, tais como mineração, indústrias de energia e serviços sanitários podem enfrentar escassez de água.

Turismo: O aumento da temperatura, a escassez de recursos hídricos e o incremento das doenças tropicais irá gerar um impacto muito negativo nos dividendos gerados pelo turismo na região. Especialmente as áreas costeiras, as mais visitadas, sentirão este impacto, em decorrência do aumento do nível do mar.

Setor Energético: Afetado negativamente, tanto no que diz respeito à base de recursos energéticos e aos processos de transformação, quanto aos aspectos de transporte e consumo de energia.

Áreas rurais: Impacto da mudança climática na produção agrícola, migrações e interação com áreas urbanas; reversão na tendência de crescimento econômico em regiões mais vulneráveis do ponto de vista socioeconômico, como o Nordeste.

3.3 Indicadores Primários

Em grandes linhas, os indicadores primários, também chamados de indicadores essenciais pela OMM (Organização Meteorológica Mundial), são os mesmos para países localizados em regiões do globo com condições físico-geográficas semelhantes.

Para atender ao monitoramento relacionado aos indicadores primários, existem no Brasil cerca de 20.000 estações hidrometeorológicas, sendo somente 1.000 automatizadas. Desse total, aproximadamente 5.000 são de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), medindo pluviosidade e nível de bacia hidrográfica, das quais 400 a 500 são automáticas ou telemetrizadas (uso de satélite). A ANA conta com o apoio de instituições estaduais na operacionalização de muitas de suas estações. Para a operacionalização e monitoramento/manutenção da sua rede de estações a agência utiliza recursos de compensação

financeira do setor hidrelétrico. Em comunicação direta com a ANA foi afirmado que esta prevê a necessidade de investimento do Brasil em satélites para o monitoramento de mudanças climáticas, a exemplo de outros países.

Segundo comunicação com a ANA, os custos relacionados às estações são em torno de:

- Equipamentos para uma estação: R\$ 30.000,00
- Instalação de uma estação: R\$ 10.000,00 (este custo depende muito da localização devido a dificuldades logísticas).
- Manutenção de estação convencional: R\$ 5.000,00/ano/estação (devido a dificuldades logísticas alguns locais, como por exemplo, na Amazônia, este custo é muito mais alto).

O referencial brasileiro para as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, radiação solar, precipitação) é o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que possui uma boa estrutura já estabelecida: 290 estações convencionais e 500 estações automáticas. Em comunicação direta com o INMET foi constatado que este tenta concluir um trabalho de resgate de dados dos anos de 1910 a 1961. Para este processo, foi realizada a higienização das folhas contendo as informações, assim como catalogação e escaneamento. A etapa final, ainda não realizada, é a digitalização das informações resgatadas, que está estimada em R\$ 20 milhões. O INMET enfrenta muitas dificuldades para conseguir recursos para a manutenção do sistema já existente e aponta a necessidade de ampliação da rede (prevê a necessidade de dobrar o número de estações no Brasil). Os custos, segundo o instituto, giram em torno de R\$ 150.000,00 para uma estação meteorológica automática instalada e R\$ 3 milhões/ano para realização da comunicação dos dados (transmissão e disponibilização).

O INMET também aponta a necessidade urgente de uma integração dos dados de monitoramento dos diversos órgãos a fim de formar um sistema único de monitoramento que possa gerar produtos e análises aprimoradas.

No Brasil, o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) possui um diferencial em relação aos demais órgãos de monitoramento: a utilização de 11 radares meteorológicos, segundo informações obtidas diretamente no SIPAM. A Figura 3 ilustra alguns desses radares.

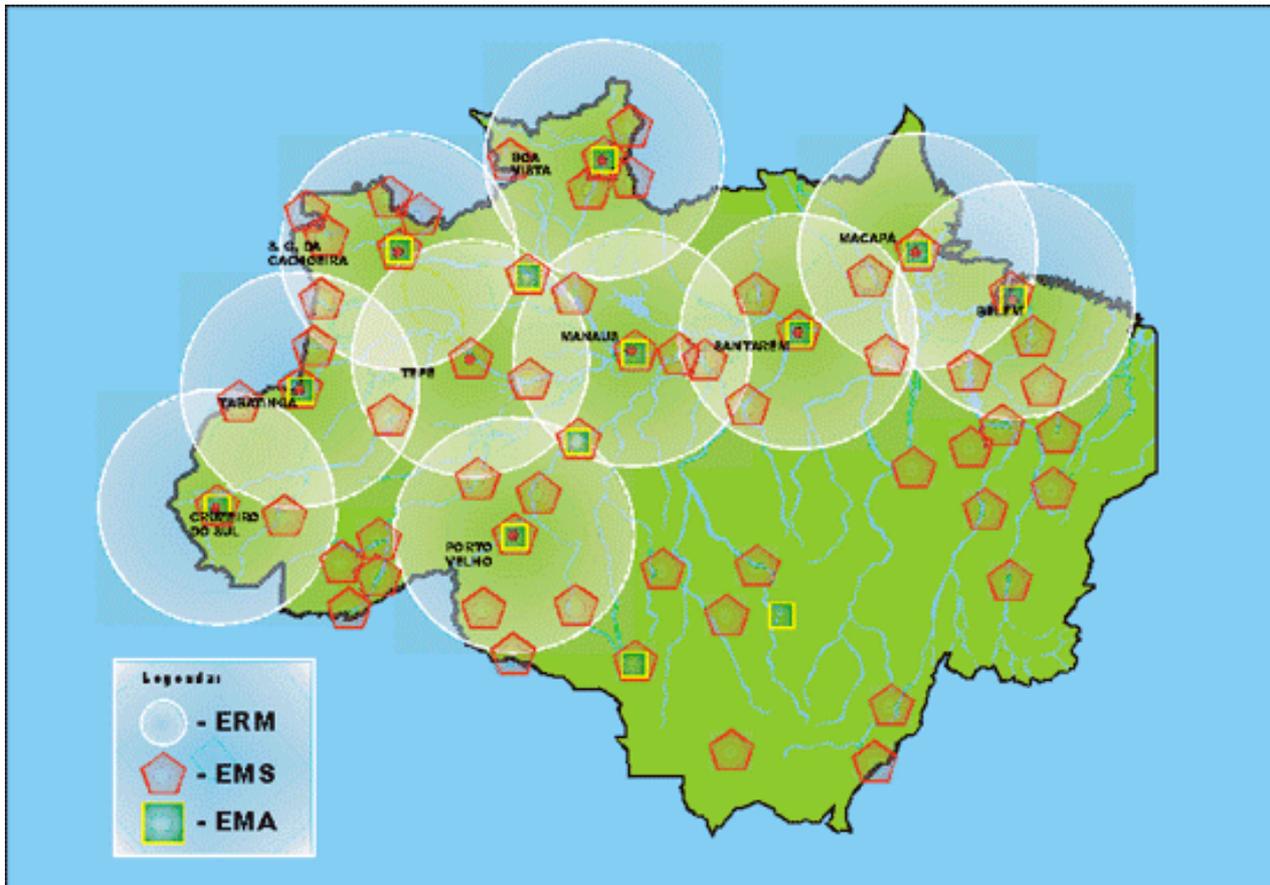


Figura 3. Sensores Meteorológicos do SIPAM instalados na Amazônia: ERM – estação de radar meteorológico; EMS - estação meteorológica de superfícies; EMA - Estação Meteorológica de altitude. (Fonte: <http://www.sipam.gov.br>).

Além dos radares, o SIPAM possui 50 estações meteorológicas de superfície e algumas de altitude (balões). O órgão, em comunicação direta, aponta a necessidade de ampliação da rede na Amazônia, porém realça que esta expansão deve ser coordenada com a ampliação da rede do INMET e da ANA, para evitar duplicidade de dados, mostrando-se a favor da integração dos sistemas de monitoramento. Também indica a necessidade de aumento do número de antenas de recepção para melhorar seu sistema atual. Uma estação de recepção de satélite em processamento, segundo o órgão, possui um custo aproximadamente de R\$ 5 milhões. Ainda segundo o órgão, os dados levantados via monitoramento realizado ainda são subutilizados no Brasil.

A Tabela 2, apresentada a seguir, mostra alguns indicadores primários que já estão sendo monitorados no Brasil. Após essa síntese, serão apresentados, separadamente, os indicadores primários ligados à atmosfera e em seguida, aqueles ligados às águas.

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis levantadas	Instituição que monitora e colaboradores	Onde é monitorado	Observações: instrumentos, custos e outros
Temperatura e Precipitação	Boletim Climático Mensal com projeções de temperatura e precipitação para os três meses subsequentes; Boletins Especiais (que podem ser produzidos para situações específicas de condições adversas ou para atender missões de campo) e os boletins diários.	CENSIPAM (Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia- SIPAM) – órgão vinculado à Casa Civil da Presidência da República. A parceria com os meios de comunicação permite que os dados do CENSIPAM atinjam o maior número de pessoas na região Amazônica. A Rede Amazônica, em Manaus, por exemplo, utiliza em seus telejornais a previsão do tempo feita pelo CENSIPAM.	Amazônia	Sensores hidrometeorológicos; Radares meteorológicos

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis levantadas	Instituição que monitora e colaboradores	Onde é monitorado	Observações: instrumentos, custos e outros
em agrometeorologia				enviados por diversos institutos de ensino e de pesquisas, bem como órgãos públicos.
Variáveis atmosféricas Precipitação ocorrida nas últimas 24 horas; temperatura máxima; temperatura mínima; umidade relativa do ar; pressão atmosférica ao nível da estação; insolação; direção e velocidade do vento.	BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa O Banco abriga dados meteorológicos diários em forma digital, referentes a séries históricas da rede de estação do INMET (291 estações meteorológicas convencionais) num total de cerca de 3 milhões de informações, referentes às medições diárias, de acordo com as normas técnicas internacionais da Organização Meteorológica Mundial.	INMET	Todo o Brasil	Estações meteorológicas convencionais e automáticas

Indicadores Monitorados	Base de Dados ou Variáveis levantadas	Instituição que monitora e colaboradores	Onde é monitorado	Observações: instrumentos, custos e outros
		operacionalização dos sensores de descargas atmosféricas em campo, auxiliando no processamento dos sinais atmosféricos.		para o desenvolvimento de pesquisas na área de climatologia, hidrologia e aquecimento global.
<p>Rede Hidrometeorológica Nacional</p> <p>Nível e a vazão dos rios, a quantidade de sedimentos e a qualidade das águas dos rios brasileiros.</p> <p>Chuva no território nacional</p>	<p>Disponibiliza os dados na internet:</p> <p>HIDROWEB - http://hidroweb.ana.gov.br/</p> <p>Monitoramento em Tempo Real - http://mapas-hidro.ana.gov.br</p> <p>Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH - http://www.snirh.gov.br</p>	ANA	Todo o Brasil	Rede monitora 2.176 dos 12.978 rios cadastrados no Sistema de Informações Hidrológicas da ANA, com 4.633 estações pluviométricas e fluviométricas.
<p>Rede Agrometeorológica Nacional</p> <p>Temperatura e Precipitação, além de indicadores específicos</p>	<p>Disponibiliza os dados na internet:</p> <p>http://www.agritempo.gov.br/</p>	EMBRAPA	Todo o Brasil	Rede atualmente formada por 912 estações agrometeorológicas cujos dados são

3.3.1 Atmosfera

3.3.1.1 Monitoramento em Superfície

O monitoramento atmosférico em superfície no Brasil é realizado por meio de estações climatológicas completas. Estas estações apresentam medições de precipitação, temperatura, umidade, vento, pressão, insolação e radiação global e líquida.

As regiões Sudeste, principalmente, Sul e litoral Nordeste são aquelas que apresentam maior densidade de estações meteorológicas. As regiões Centro-Oeste e Norte, bem como o agreste e sertão nordestino, apresentam baixa densidade de observações.

Segundo o website Agritempo (Sistema de Monitoramento Agrometeorológico), a Rede Nacional de Agrometeorologia (Figura 4), gerida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), conta com 912 pontos de observação. Tais observações são oriundas de várias instituições, dentre elas o INMET que, pelas informações do website Agritempo, participa com 337 estações meteorológicas.

Porém, no website do INMET (<http://www.inmet.gov.br>), o número de estações é superior. O sítio do instituto informa que o número de estações meteorológicas convencionais é próximo a 300, enquanto as redes de estações automáticas, segundo a nota técnica 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET conta com 500 estações.

O Manual do Usuário do Agritempo demonstra que as variáveis básicas disponíveis ao usuário final são: precipitação e temperatura. Por meio destas, uma série de produtos direcionados aos agricultores são disponibilizados. Dentre estes, ressaltam-se a Água Disponível no Solo, a Evapotranspiração e o Índice de Precipitação Padrão (*Standard Precipitation Index - SPI*), útil para avaliar estiagens. Apesar de o usuário final ter acesso apenas a precipitação e temperatura, é possível que as estações utilizadas pela rede registrem outras variáveis, como é o caso das estações do INMET.

A rede de monitoramento ainda apresenta grandes vazios, principalmente nos estados do Acre, Amazonas e Pará. Todavia, pode haver estações meteorológicas de instituições particulares e/ou públicas que não estão listadas nas redes apresentadas. Possivelmente, nem todos os pontos de observação são conhecidos ou reconhecidos pelas instituições governamentais aglutinadoras de informação.

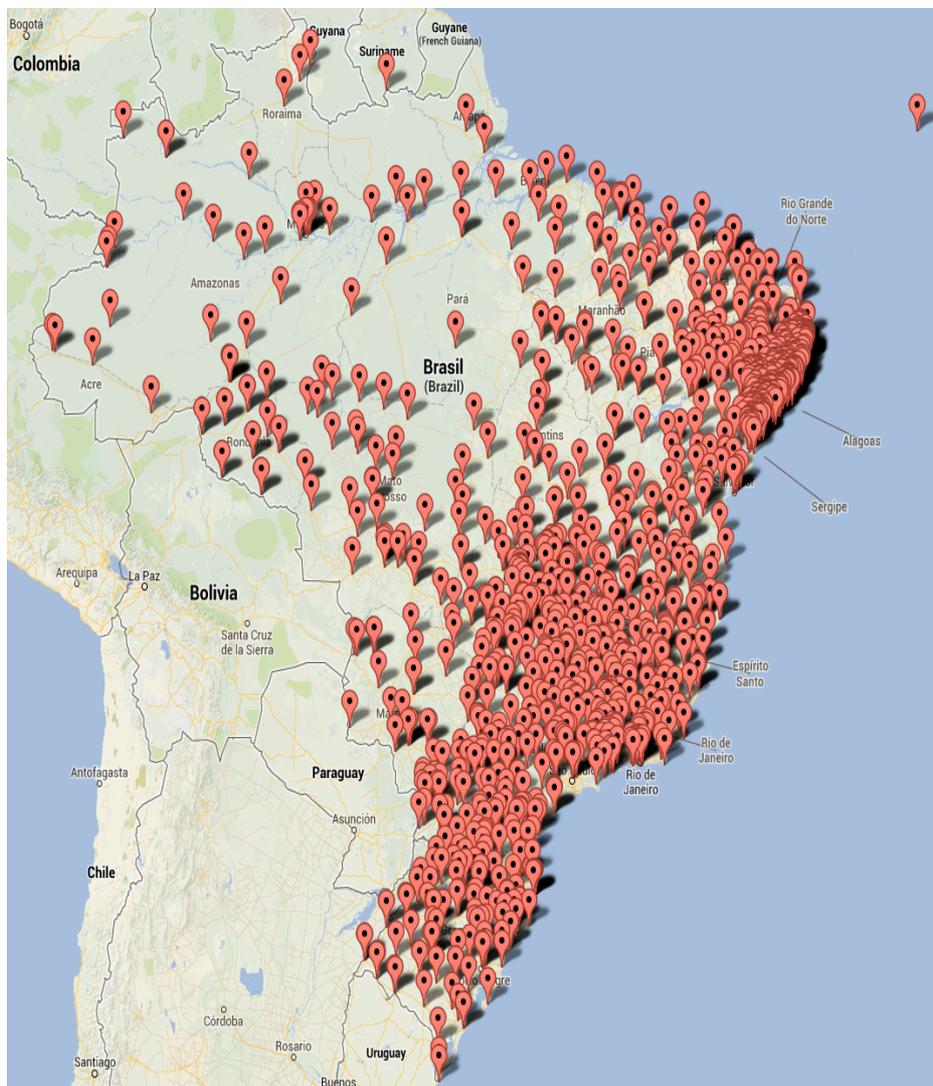


Figura 4. Estações meteorológicas de superfície. (Fonte: <http://www.agritempo.gov.br/estacoes.html>).

3.3.1.2 Monitoramento em Altitude

A Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica é composta de estações meteorológicas de altitude e tem como objetivo integrar os produtos meteorológicos voltados à aviação civil e militar, visando tornar o acesso a estas informações mais rápido, eficiente e seguro.

Instalada no Centro Nacional de Meteorologia Aeronáutica (CNMA), localizado no CINDACTA I e coordenada pela Divisão de Coordenação e Controle do DECEA, a REDEMET conta com a cooperação de diversos órgãos nacionais e internacionais de Meteorologia Aeronáutica e é o meio oficial do Comando da Aeronáutica para divulgá-las.

A REDEMET conta atualmente com 43 pontos de sondagem atmosférica, conforme a Figura 5.

Na observação da Figura 5, é possível notar vazios de medição a oeste dos estados de São Paulo e Santa Catarina; no estado de Goiás; leste de Mato Grosso; norte de Minas Gerais; centro-sul da Bahia; sul do Pará e do Amazonas; norte do Piauí e Tocantins; e, litoral da região Nordeste.

O lançamento dos balões meteorológicos ocorre a cada 12 horas, com medições de altura, pressão atmosférica, temperatura, umidade, direção e velocidade de vento. Esse tipo de observação revela a estrutura vertical da atmosfera local, permitindo maior compreensão do escoamento atmosférico em ar superior. Monitorar a estrutura vertical da atmosfera permite avaliar com as mudanças do clima afetam a distribuição da massa de ar e vapor de água localmente e globalmente, por meio de modelagem meteorológica e climatológica.

REDEMET

Redes Operacionais dos Órgãos de Meteorologia do SISCEAB

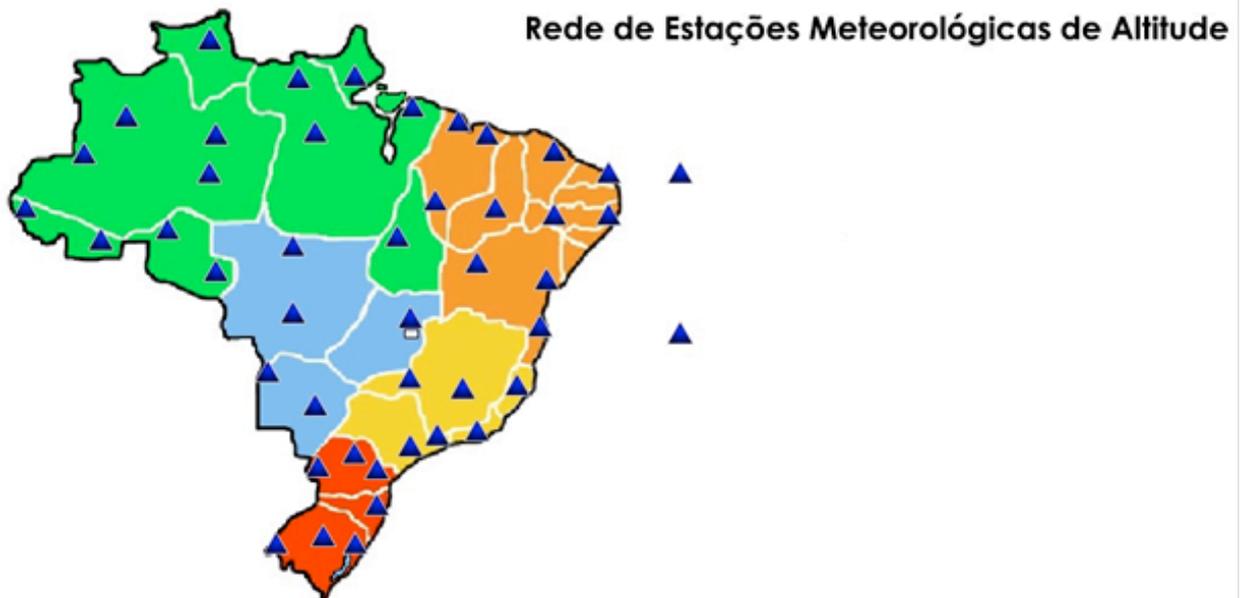


Figura 5. Estações meteorológicas de altitude

(Fonte: adaptado de http://www.redemet.aer.mil.br/Rede_Estacoes/rede_ema.html).

3.3.1.3 Monitoramento de Química Atmosférica

Para observações de emissões atmosféricas, em relação aos gases de efeito estufa (GEEs), a organização de inventários de emissões de GEEs pode ser aplicada. A confecção desses inventários poderá ser realizada anualmente por um órgão federal que concentre todas as informações necessárias, que lhe serão transmitidas por órgãos ambientais estaduais e federais.

As indústrias e agroindústrias (fontes fixas) poderão ser obrigadas a monitorar continuamente suas emissões e enviar relatórios mensais aos órgãos ambientais estaduais. Para os empreendimentos já em operação é possível aplicar algum tipo de contrapartida, como incentivo ao monitoramento, enquanto empreendimentos a serem licenciados podem ter tal prática como condicionante de licenciamento e operação.

Tal prática pode espelhar-se na ideia do PROCON-AR, aplicado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA - <http://www.inea.rj.gov.br>). Neste programa, os empreendimentos efetivamente ou potencialmente poluidores são obrigados a monitorar suas emissões, e informá-las ao órgão ambiental.

As emissões veiculares podem ser avaliadas pelos departamentos estaduais de trânsito (DETRANs), com avaliação das emissões no momento da vistoria anual. Todavia, uma avaliação adicional durante o ano poderá auxiliar na determinação

mais precisa das emissões por veículos automotores. Assim, medições semestrais poderiam ser levadas em consideração.

Em relação às de emissões por geração de energia elétrica, as distribuidoras devem informar mensalmente ao órgão competente (a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, possivelmente) o quanto de energia foi consumida pelos seus clientes, em cada município atendido, e a proveniência desta energia. Assim, será possível avaliar a responsabilidade de cada município, estabelecendo a relação entre MWh gerados e a massa de CO₂eq emitida nas fontes geradoras.

Mudanças no uso do solo, desmatamentos e queimadas também devem ser levadas em consideração no inventário. Acerca dos desmatamentos e mudanças do uso do solo, o sensoriamento remoto é útil para detecção de redução de grandes áreas verdes. Em municípios com intensa urbanização e poucas áreas verdes, ou em processo de urbanização, o órgão ambiental municipal, em seu cadastro de alterações na ocupação do solo (rural ou urbana), deve informar ao órgão ambiental estadual essas alterações e este, por sua vez, deverá estimar a massa de CO₂eq emitida devido às modificações de uso da terra.

Além disso, mudanças no uso do solo que favoreçam a retirada de gás carbônico da atmosfera também devem ser contabilizadas pelo órgão municipal. Para tanto, é fundamental que haja uma metodologia padronizada em nível nacional.

Acerca das queimadas, o sensoriamento remoto é importante ferramenta. No caso de incêndios em áreas de proteção ambiental (APAs), o órgão responsável pela gestão da área deve caracterizar o tipo de vegetação atingida e a área queimada, de forma a estimar as emissões advindas do incêndio. Vale ressaltar que incêndios naturais devem ser monitorados. Para tanto, os esforços acerca do estabelecimento de índices de queimada padrão devem ser continuados.

Para a composição dos inventários, sugere-se a seguinte estrutura de trabalho para cada setor abordado:

- Emissões industriais e agroindústrias, incluindo tratamento de esgoto e resíduos sólidos: monitoramento obrigatório de emissões por parte do empreendedor, com transmissão anual dos dados para os órgãos ambientais estaduais.
- Emissões veiculares: avaliação das emissões quando da vistoria anual, mas sugerem-se duas medições ao ano, por parte dos departamentos estaduais de trânsito. As informações devem ser enviadas aos órgãos ambientais estaduais para que possam estimar a massa de CO₂eq emitida por cada município.
- Emissões por geração de energia: as geradoras devem informar à ANEEL o quanto foi gerado anualmente, bem como a relação entre MWh e CO₂eq. As distribuidoras de energia devem informar ao mesmo órgão a proveniência da energia distribuída e o quanto cada município consumiu.
- Emissões por desmatamentos, mudanças no uso do solo e queimadas: No caso de mudança no uso do solo devido ao processo de urbanização, o órgão ambiental municipal deve informar as alterações ao órgão ambiental estadual para que haja a estimativa da massa de CO₂eq emitida ou capturada. No caso de desmatamentos e queimadas em área de proteção ambiental, o órgão ambiental da mesma esfera que a instituição gestora do parque deve informar ao órgão ambiental federal, os dados pertinentes para que se possa estimar a massa de

GEE emitida. No caso de grandes desmatamentos e queimadas em ecossistemas que não estejam inseridos em APAs, um órgão federal deve estimar as emissões.

Existem literaturas que auxiliam grandemente a elaboração da metodologia de elaboração dos inventários nacionais, estaduais e municipais. Dentre estas, cita-se o documento do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) “*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*” de 2006, que aborda metodologias para a elaboração de inventários nacionais, mas que pode ser adaptada para as esferas estaduais e municipais. Além disso, a COPPE/UFRJ desenvolve *expertise* no assunto, tendo desenvolvido inventários de emissões para os municípios de Rio de Janeiro e São Paulo.

Dessa maneira, ressalta-se a importância do envolvimento de centros de pesquisa no desenvolvimento e consolidação da metodologia padrão dos diversos setores humanos envolvidos nos inventários.

3.3.2 Águas

3.3.2.1 Monitoramento de Águas Superficiais Interiores

O monitoramento hidrometeorológico no Brasil remonta ao século XIX. Desde então a rede hidrometeorológica tem se expandido por todo o país. A partir de 2000, com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), o monitoramento hidrometeorológico é realizado pela operação contínua da Rede Hidrometeorológica Nacional, gerenciada pela ANA.

O monitoramento vem sendo implementado por meio de um conjunto de estações distribuídas estrategicamente por todo o país, necessárias ao conhecimento das características quantitativas e qualitativas de nossos rios e da distribuição espacial e temporal dos índices pluviométricos (Agência Nacional de Águas, 2012).

Atualmente, a ANA planeja e gerencia 5.847 estações, operadas por entidades parceiras contratadas por ela. São divididas em 1.820 estações fluviométricas (nível e vazão); 2.687 estações pluviométricas (precipitação) e 1.340 pontos de monitoramento de qualidade de água (Figura 6).

Grande parte da rede de monitoramento em operação no Brasil está cadastrada na ANA, mais especificamente na base de dados Hidro, cujas informações encontram-se disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) e no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Snirh). As informações hidrológicas também são disponibilizadas para a sociedade em tempo real pelo sistema de Dados Hidrológicos (Agência Nacional de Águas, 2012).

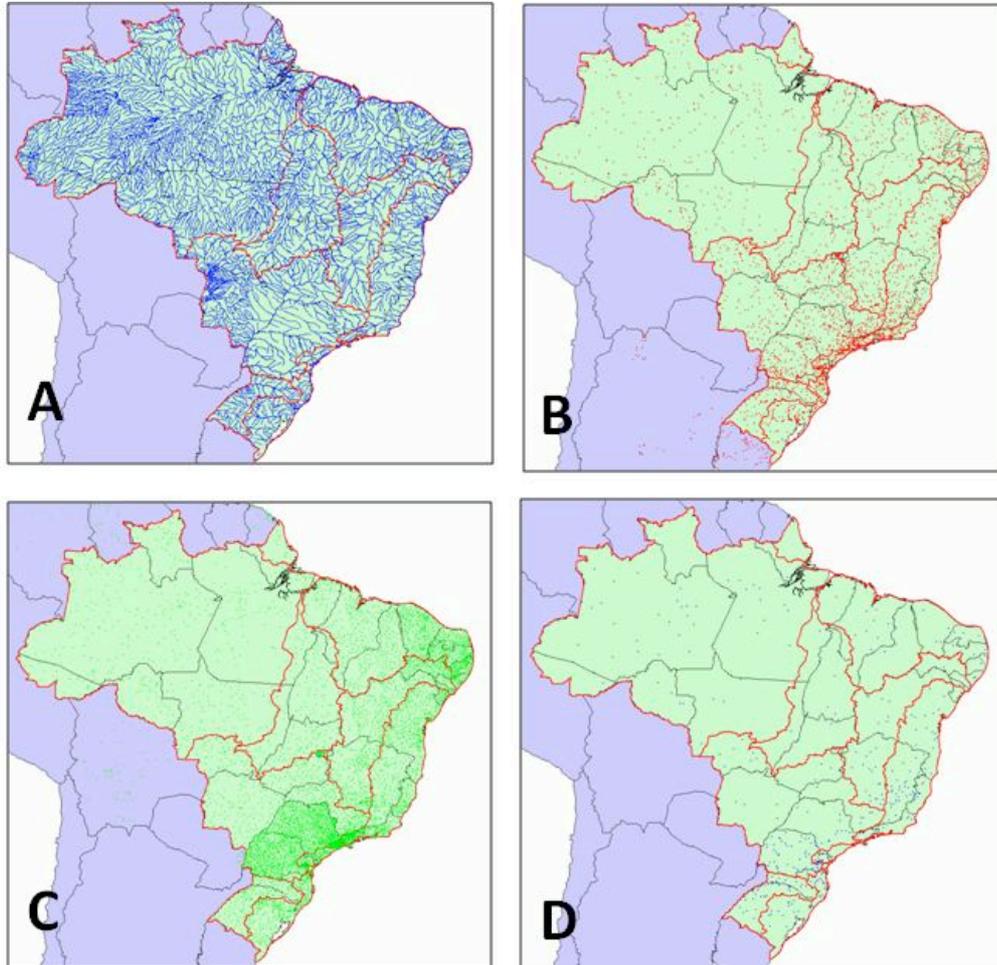


Figura 6. Estações de monitoramento de variáveis hidrometeorológicas e pontos de monitoramento de qualidade de água gerenciados pela ANA. A: Rede Hidrográfica do Brasil; B: Estações Fluviométricas; C: Estações Pluviométricas e D: Pontos de Monitoramento de Qualidade de Água (Fonte: Adaptado da base de dados Hidroweb - <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acessado em 16 de julho de 2013).

O monitoramento da qualidade de água está inserido no Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA - da ANA, o qual visa a ampliação do conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil, de modo a elaborar políticas públicas para recuperação da qualidade ambiental e propiciar uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos.

O PNQA disponibiliza informações de qualidade de água por meio de índices. Os índices têm como objetivo sintetizar as informações e auxiliar ações de planejamento e gestão da qualidade da água, de forma a tornar os dados acessíveis para gestores e o público leigo. Dentre os indicadores utilizados pelo PNQA, o índice de qualidade de água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) vêm sendo utilizados para avaliar a qualidade de água superficial nos corpos hídricos monitorados.

Apesar de a ANA gerenciar 5.847 estações, o número total é superior quando se considera todos os entes participantes no monitoramento das variáveis. Abaixo, é apresentada a distribuição de dados quantitativos das estações de monitoramento gerenciadas pela ANA e da Rede Nacional que engloba as estações monitoradas pelas entidades federativas (Tabela 4).

Tabela 4: Indicadores e números de estações e pontos amostrais da ANA e da Rede Nacional

Indicadores	Nº de Estações ANA	Nº de Estações da Rede Nacional	Total
Precipitação	2.687	6.806	9.493
Nível e Vazão	1.820	4.698	6.518
Qualidade de Água: pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura	1.340	2.400*	3.740

* Pontos monitorados em nível estadual, compostos por 18 estados mais o DF, os quais podem apresentar maior número de parâmetros monitorados.

Fonte: Agência Nacional de Águas 2012 e PNQA (pnqa.ana.gov.br/Estrutura/PNQA.aspx).

Além da participação de 19 entidades, no caso do monitoramento da qualidade de água, a Rede Nacional conta com a participação de mais de 25 instituições cadastradas no seu banco de dados, as quais fornecem dados para o Sistema.

No âmbito dos impactos das mudanças climáticas, os dados coletados por essa malha de estações são úteis para monitorar eventos considerados críticos, como cheias e estiagens. Nesse sentido, os indicadores monitorados e disponíveis na ANA podem fornecer informações de considerável relevância para a compreensão dos efeitos de mudanças climáticas e podem subsidiar estratégias de adaptação e mitigação dos potenciais impactos.

Proposições para Monitoramento de Águas Superficiais

Para a implantação do Sistema de Observação dos Impactos das Mudanças Climáticas no Brasil, a variável precipitação, nível e vazão dos rios, assim como o monitoramento de qualidade de água dos rios, são fundamentais para compor o tema de águas superficiais interiores.

- **Precipitação, Nível e Vazão**

A precipitação, nível e vazão são variáveis fundamentais para o monitoramento das alterações do ciclo hidrológico e de potenciais impactos relacionados às mudanças climáticas. Estas variáveis estão sendo úteis para observar que os efeitos se apresentam de forma diferente entre as regiões do Brasil.

A alteração do regime hidrológico nas regiões Norte e Centro Oeste, tal como a diminuição de precipitação devido à intensificação do efeito El Niño, podem afetar atividades agrícolas e pecuárias, assim como intensificar as queimadas nessas regiões. Além disso, as alterações no regime hidrológico tem um potencial direto de impacto na floresta amazônica, no aumento de doenças respiratórias e transmitidas por vetores.

Nas regiões sul e sudeste esses indicadores estão sendo úteis para verificar tendências de aumento de precipitação e a intensificação de eventos extremos (inundações e deslizamento de terra), principalmente nos grandes centros urbanos.

Na região Nordeste o monitoramento dessas variáveis se tornam igualmente importantes devido à elevada variabilidade do ciclo hidrológico nessa região e sua suscetibilidade a escassez de água devido à alta taxa de evaporação.

▪ **Qualidade das águas**

O efeito das mudanças climáticas na variação das vazões e na temperatura dos corpos hídricos contribuirá para um decréscimo da qualidade de água. Em vazões consideradas baixas, com aumento de temperatura os efeitos da poluição na água podem ser potencializados por uma baixa solubilidade de oxigênio dissolvido. Por outro lado, mesmo em localidades em que houver vazões elevadas, a qualidade de água pode ser comprometida devido ao elevado escoamento superficial e ao grande aporte de matéria orgânica e outros potenciais contaminantes que podem ser lixiviados para os corpos hídricos. Dessa forma, poderia haver sobrecarga tanto nas estações de tratamento de água quanto nas já limitadas estações de tratamento de esgotos sanitários.

A ANA, em conjunto com outras entidades, já disponibiliza uma rede de monitoramento dessas variáveis, apresentando mais de 19.000 pontos de monitoramento. No entanto, observa-se que esses pontos não apresentam uma distribuição homogênea e suficiente para a cobertura de todo o território nacional.

A análise da densidade de estações pluviométricas e fluviométricas em operação, por região hidrográfica brasileira, revela que existem desigualdades regionais e que as menores densidades situam-se na Região Norte e parte da Região Centro-Oeste (ANA, 2012). Nesse sentido, é necessário a ampliação do número de estações nessas áreas, principalmente por concentrar a maior malha hidrográfica do país e para que sejam compreendidos os potenciais impactos ocasionados pelas mudanças climáticas nessas regiões.

São estimados custos em torno de R\$ 30.000,00 por equipamento em cada estação. O custo de instalação do equipamento pode apresentar grande variação, dependendo da logística envolvida. Em geral, o custo de instalação está estimado em torno de R\$ 10.000,00 por equipamento. A manutenção de estações convencionais está em torno de R\$ 5.000,00/ano por estação. No entanto, estes custos podem apresentar também variações, devido a dificuldades logísticas, como as observadas na Região Amazônica.

Especial atenção pode ser dada ao monitoramento da qualidade de água. Este importante indicador é monitorado tanto pela ANA, quanto por 18 instituições estaduais e o Distrito Federal. No total, são disponíveis dados de mais de 3.500 pontos de monitoramento espalhados pelo país. No entanto, da mesma forma que os indicadores pluviométricos e fluviométricos, a densidade das estações são amplamente variáveis e os valores muito inferiores aos observados em outros países. A média nacional da densidade de pontos é de 0,26 pontos/1.000 Km²,

com valor mínimo de 0,12 pontos / 1.000 Km² (Goiás) e máximo de 11,5 pontos / 1.000Km²(DF) (Retirado de <http://pnqa.ana.gov.br/Estrutura/PNQA.aspx>)

O critério básico de implementação de rede básica adotado pela União Europeia é de 1 ponto/1.000 Km². Espanha e França apresentam valores respectivos de 1,96 e 2,55 pontos/1.000 Km², no entanto o Canadá apresenta 0,8 pontos/1.000 Km².

A ANA monitora quatro variáveis relacionadas à qualidade de água (pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura), as quais são insuficientes para a construção do IQA e do IET. Os resultados disponibilizados dos respectivos índices são subsidiados pelos dados fornecidos por outras entidades. Mesmo assim, ainda pode ser observada uma grande variação no número de parâmetros monitorados (entre 10 a 60 parâmetros) e na periodicidade de amostragem entre os estados que realizam o monitoramento.

Para uma efetiva utilização dos indicadores citados no sistema de monitoramento e observação dos impactos das mudanças climáticas no país, o atual monitoramento das variáveis fundamentais como precipitação, nível e vazão e qualidade de água necessita ser ampliado, principalmente nas regiões Norte e Centro Oeste. Foi observado que nessas regiões a densidade de estações pluviométricas e fluviométricas são as mais baixas no país. Além disso, o sistema não conta com dados de qualidade de água na região Norte (exceto Amapá) e a região Centro Oeste apresenta as menores densidades de pontos amostrais no país. Ademais, os procedimentos de amostragem, parâmetros mínimos a serem monitorados e a periodicidade necessitam padronização. Nesse sentido, todas as principais ações estratégicas da PNQA (Componentes A, B, C e D) precisam ser intensificadas.

3.3.2.2 Monitoramento da Zona Costeira e Mar Continental

Ações como a implantação da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), a qual tem a finalidade de coordenar os assuntos relativos à consecução da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM), vem viabilizando o planejamento, a execução e a gestão de todas as atividades relacionadas com os recursos marinhos. A CIRM atualizou, em 2012, o oitavo Plano Setorial para Recursos do Mar (VIII PSRM 2012-2015). Esse plano contempla, em seu item 6.3, o monitoramento e observação dos oceanos e estudos do clima. Essa ação vem sendo conduzida pelo Sistema Brasileiro de Observação dos Oceanos e Clima (GOOS/Brasil), coordenada pela Marinha do Brasil, por intermédio da Diretoria de Hidrografia e Navegação.

Este Sistema tem, entre outras finalidades, a de disponibilizar os dados coletados e subsidiar estudos, previsões e ações, contribuindo para reduzir riscos e vulnerabilidades decorrentes de eventos extremos, da variabilidade do clima e das mudanças climáticas que afetam o Brasil.

Atualmente, o GOOS/Brasil é composto por cinco redes e um projeto de pesquisa. Na vigência deste Plano, estas redes serão ampliadas e novas redes e projetos poderão ser criados. Os dados coletados pelas redes e pelo projeto são de domínio público e estão disponibilizados no *website*: <http://goosbrasil.org>.

A distribuição de dados científicos deve obedecer aos padrões vigentes no País e aos preconizados pelo Sistema de Intercâmbio de Dados e Informações Oceanográficas (IODE) da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), via rede remota e *in situ* (VIII PSRM 2012-2015).

A seguir são apresentadas informações relevantes sobre as Redes e os projetos contemplados no GOOS/Brasil. As informações foram retiradas do sítio eletrônico do Sistema Brasileiro de Observação dos Oceanos e Clima (<http://goosbrasil.org>). Acesso em 18 de julho de 2013).

- PIRATA

O projeto *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA) é um programa de cooperação multinacional entre o Brasil, França e Estados Unidos. Estes três países dividem as tarefas de implementação e manutenção da rede. O PIRATA compreende uma rede de observação *in situ* composta por boias fundeadas, as quais são planejadas para monitorar uma série de variáveis dos processos de interação oceano-atmosfera no oceano Atlântico Tropical. Todas as boias fundeadas durante o projeto piloto foram construídas pelo *Pacific Marine Environmental Laboratory* (PMEL) da NOAA. Sua responsabilidade também inclui o envio, calibração e reparo dos equipamentos.

- PNBOIA

O Programa Nacional de Boias (PNBOIA) é uma rede de boias de deriva e fundeadas, localizadas na região costeira e rastreadas por satélite, que visa fornecer dados meteorológicos e oceanográficos em tempo real para a comunidade científica. O foco do PNBOIA é melhorar o conhecimento da circulação oceânica do Atlântico Sul por meio da análise das trajetórias lagrangeanas provenientes de dados coletados por boias de deriva ou fundeadas na região costeira.

O projeto PNBOIA trabalha na coordenação dos esforços de instituições nacionais e coopera com programas internacionais como o *International South Atlantic Buoy Programme* (ISABP) e o *Data Buoys Cooperation Panel* (DBCP). O PNBOIA tem o suporte logístico da Diretoria de Navegação da Marinha do Brasil num esforço contínuo para a operacionalização do processo de lançamento e obtenção de dados de boias de deriva nas correntes oceânicas e de boias fundeadas em regiões costeiras.

- ARGO

O Argo é uma rede de extensão global composta por mais de 3.000 flutuadores perfiladores capazes de medir a temperatura e a salinidade desde a camada superior até 2.000 m de profundidade. Os dados coletados pelo projeto Argo proporcionam um monitoramento contínuo e global não só destas variáveis, mas também da velocidade das correntes do oceano. Todos os dados coletados podem ser transmitidos e disponibilizados para a comunidade em questão de horas.

Este projeto contribui de forma expressiva para programas internacionais, como o *Global Ocean Observing System (GOOS)* e o *Global Climate Observing System (GCOS)*. Além disso, o Argo é endossado pela OMM e pelo *Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)*.

- REDE ONDAS

A Rede Ondas é uma rede de boias (ondógrafos), fundeadas em águas rasas ao longo da costa brasileira, que tem como objetivo monitorar o clima por meio do conhecimento em tempo real das condições de mar.

A Rede busca fornecer dados valiosos para a compreensão das interações entre o continente e o oceano, para projetos de engenharia costeira, portuária e oceânica, mineração marinha, navegação, estudos de variações da linha de costa e de processos litorâneos, entre outros. Tal iniciativa é coordenada pela Fundação Universidade Federal de Rio Grande – FURG - e supervisionada pelo Programa GOOS/Brasil.

- ANTARES

O principal objetivo da rede ANTARES é o estudo das mudanças de longo prazo nos ecossistemas costeiros ao redor da América do Sul, para distinguir a variabilidade natural das perturbações externas (efeitos antropogênicos). Para alcançar este objetivo se compartilham, entre os membros da rede e com o público em geral, dados *in situ* de estações costeiras e dados de satélites (concentração de clorofila a e temperatura da superfície do mar) ao redor do continente sul-americano.

A rede ANTARES é apoiada pelo *International Ocean Colour Coordinating Group (IOCCG)*, pelo *Partnership for Observation of the Global Oceans (POGO)* e tem um projeto inicial financiado pelo *Inter-American Institute for Global Change Research (IAI)*. Os países participantes atualmente são: Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Estados Unidos, Peru e Venezuela.

- MOVAR

O projeto de caracterização da estrutura térmica a partir de linhas de alta densidade de XBT–MOVAR tem como propósito o monitoramento da estrutura térmica entre o Rio de Janeiro e a Ilha de Trindade, ES. O Monitoramento da corrente do Brasil é importante.

A Coordenação do projeto é exercida pela FURG, a quem cabe, também, a operacionalização do projeto bem como a disponibilização dos dados via página WEB do GOOS/Brasil.

A Tabela 5 e a Figura 7, a seguir, apresentam os parâmetros, o número de boias (fixas ou de deriva) e as suas respectivas localizações, disponibilizados por cada rede que compõe o GOOS/Brasil (Tabela 5 e Figura 7).

Tabela 5: Indicadores e quantitativo de boias disponíveis no GOOS/Brasil

REDE	INDICADOR/VARIÁVEL	Nº BOIAS
PIRATA	Temperatura (1-500 m) e Salinidade (1-120 m)	08 fundeadas
	Vento, Radiação Solar, Umidade Relativa, Precipitação e Temperatura do Ar (superfície)	
PNBOIA	Pressão, Vento, Temperatura do ar e ondas	06 fundeadas e 22 de deriva
ARGO	Temperatura e Salinidade	18 fixas
ONDAS	Temperatura e Altura de ondas	1
ANTARES	Clorofila e Temperatura	*

* Os dados fornecidos pela Rede Antares são obtidos por satélites para as regiões oceânicas adjacentes às costas Sul e Sudeste do Brasil. Fonte <http://goosbrasil.org>.

Além dos parâmetros fornecidos pelas boias e por satélite, o GOOS/Brasil disponibiliza dados de 12 estações maregráficas distribuídas ao longo do litoral brasileiro. Cabe ressaltar que os dados disponibilizados pelo GOOS/Brasil referente às estações maregráficas possuem ampla variação na periodicidade de medição: Rio Grande (1981 a 1983); Imbituba (2001 a 2006); Cananéia (1954 a 2006); Ilha Fiscal (1963 a 2007); Macaé (2001 a 2006); Salvador (2004 a 2007); Fortaleza (1995 a 1998); Ponta da Madeira (1985 a 1996); Ilha Trindade (1983 a 1983); Fernando de Noronha (1985 a 1986) e São Pedro e São Paulo (1982 a 1985). No entanto, não foram encontradas informações a respeito da funcionalidade das estações após o ano de 2007. Além disso, a estação de Barra do Riacho é citada como operacional, no entanto os dados não são disponibilizados. De acordo com o *website* do Programa GLOSS-Brasil (<http://www.goosbrasil.org/gloss/estacoes.php>), o termo "operacional" significa somente que os dados fornecidos já foram aceitos pelo respectivo Programa, não apresentando relação com o seu atual funcionamento.

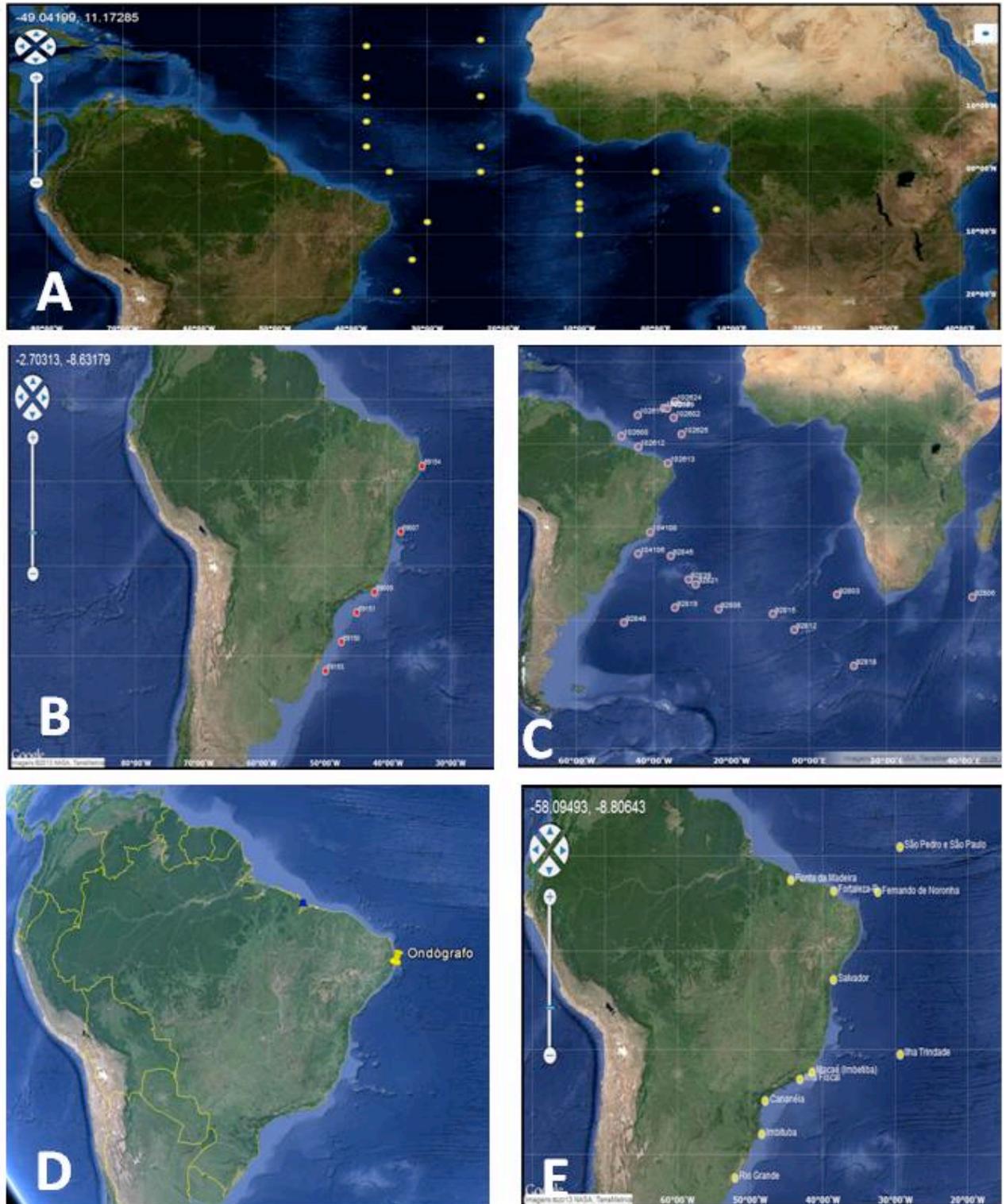


Figura 7. Localização das boias fixas e boias de deriva das redes que compõe o GOOS/Brasil. A: Rede PIRATA; B: Rede PNOIA (fixa); C: Rede PNOIA (Deriva); D: Rede Ondas; E: GLOSS-Brasil (Fonte: Adaptado de <http://goosbrasil.org>. Acesso em 18 de julho de 2013).

3.3.3 Proposições para o Monitoramento

3.3.3.1 Proposições para o Monitoramento em Superfície

Sugere-se que haja um esforço para identificar instituições que monitoram a atmosfera, de forma a negociar a incorporação de suas observações em um Sistema Nacional de Observações Atmosféricas.

Apesar da rede apresentada na Figura 4 ter numerosos pontos de observação atmosférica, sugere-se uma expansão desta rede, devido à distribuição espacial heterogênea. Dessa forma, propõe-se a implantação de uma estação climatológica automática completa, pelo menos, nas sedes municipais com mais de 20.000 habitantes. Segundo informações do Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1651 municípios do país se encontram nesta condição. É fato que boa parte desses municípios já deve apresentar tais estações climatológicas. Assim, seria interessante que o processo se inicie nas regiões Norte e Centro-Oeste.

Para os municípios que apresentam sua economia baseada em agricultura, estas estações podem ser complementadas com observações agrometeorológicas, com a possibilidade do monitoramento de umidade do solo, fluxos de calor e molhamento foliar. Nestes casos, uma metodologia de evapotranspiração resultante das observações deve ser padronizada nacionalmente, ou regionalmente, conforme a necessidade.

Do ponto de vista regional, especificamente, existem vulnerabilidades que devem ser levadas em consideração, quando se deseja expandir a rede de observação, ou adaptar os pontos de observação existentes para o monitoramento acerca das mudanças do clima.

No norte do país, onde se situa a floresta amazônica, o monitoramento de precipitação e evapotranspiração são fundamentais para avaliar com maior precisão o balanço hídrico da bacia hidrográfica amazônica. No estado do Maranhão, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA-MA), segundo seu *website*, preocupa-se com a questão da desertificação no estado. Para o monitoramento deste processo, o balanço hídrico deve ser levado em conta, o cálculo de índices de aridez, como o *Standard Precipitation Index*, por exemplo. Assim como no Maranhão, na região Nordeste do Brasil, a questão da aridez no interior do continente também é importante, para avaliar o agravamento da seca já presente no agreste e sertão.

Nos estados do Centro-Oeste, o monitoramento das mudanças climáticas na agropecuária é necessário. Nesta região, sugere-se a integração de cooperativas agrícolas, grandes fazendeiros e agroindústrias ao Sistema Nacional de Observações Atmosféricas. Assim, estas instituições particulares poderiam fazer a gestão das estações meteorológicas em suas propriedades.

Nas regiões Sudeste e Sul, as mais populosas do país, a questão dos desastres devido às tempestades é muito importante. Dessa forma, a presença de pluviômetros é imprescindível.

Além de questões específicas a cada região, a geração de energia, pode sofrer alterações com as mudanças do clima. Neste caso, a expansão da rede de

observações meteorológicas no Centro-Oeste e Norte do Brasil, principalmente para medições de radiação solar e insolação, no caso de energia solar, bem como, pluviômetros nas bacias hidrográficas com potencial hidroelétrico são sugeridas. No litoral brasileiro, o aumento de observações por anemômetros pode auxiliar na avaliação das alterações do regime de escoamento atmosférico, possibilitando o acompanhamento dos efeitos da mudança do clima no potencial eólico.

Acerca da saúde humana, a sugestão de implantação de estações climatológicas completas em todas as sedes municipais (distrito-sede) com mais de 20.000 habitantes pode auxiliar os estudos aplicados à prevenção de doenças ligadas ao clima.

Para resumir, as variáveis sugeridas para monitoramento, bem como indicadores calculados a partir destas são:

- Direção e velocidade do vento: medições com frequência de 1 minuto para detecção do comportamento de rajadas, com saída de dados horária, para todas as estações. Além da implantação deste instrumento em cada distrito-sede escolhido, a expansão da quantidade de anemômetros pode ser importante no litoral, para avaliar o fluxo atmosférico do oceano para o continente. Importante para avaliação do comportamento dos centros de pressão, e útil para a questão energética (energia eólica).
- Radiação solar global e radiação líquida: medições com frequência de 1 minuto, com saída de dados horária, para todas as estações.
- Precipitação: medições com frequência de 1 minuto, com saída de dados horária, para todas as estações. Para localidade onde tempestades severas causam transtornos à população, a saída de dados aconselhável deve ter intervalos de 10 minutos.
- Pressão Atmosférica: medições com frequência de 10 minutos, com saída de dados horária, para todas as estações.
- Umidade: medições com frequência de 10 minutos, com saída de dados horária, para todas as estações.
- Temperatura: medições com frequência de 10 minutos, com saída de dados horária, para todas as estações. Para a temperatura, é importante incluir a mínima e a máxima a cada saída de dados.

Com estas variáveis, sugere-se calcular:

- Evapotranspiração: calculada diariamente em todas as estações agrometeorológicas, a partir das variáveis obtidas. É necessário padronização da metodologia de estimativa a nível nacional, ou regional, se for o caso.
- Insolação: calculada a partir da intensidade de radiação solar global medida a cada minuto. Tal variável pode informar, além da duração do período diurno, a presença de nebulosidade.
- Índices de seca: calculadas em escala semanal, mensal e superiores (bimestral trimestral e semestral). É possível que o *Standard Precipitation Index* (SPI) e o Índice de Palmer sejam bons indicadores. A justificativa da aplicação de índices de seca pode auxiliar na avaliação dos impactos de

mudanças climáticas em agricultura, mananciais utilizados para abastecimento público e geração de energia, no caso de hidrelétricas.

3.3.3.2 Proposições para o Monitoramento em Altitude

Sugere-se que haja a implantação de pelo menos uma estação de ar superior em estados onde não há nenhum monitoramento dessa natureza. Da mesma forma, regiões com grande vazio de informação, como a área limitada pelo sul do Pará, leste do Mato Grosso e norte do Tocantins; a área entre o estado de Goiás, norte de Minas Gerais, sul da Bahia e o Espírito Santo; a área do oeste paulista e norte do Mato Grosso do Sul; e, o oeste catarinense, são as regiões que demandam maior prioridade na expansão deste tipo de observação.

Além das estações de ar superior em território nacional, pode-se cogitar a possibilidade de parceria entre países para tais observações. Nesse interim, acredita-se que é importante avaliar uma cooperação com os países pertencente à bacia hidrográfica do rio Amazonas, tais como, Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela. Nesse caso, o monitoramento de ar superior auxilia na melhor compreensão do transporte de umidade sobre a bacia, e sua relação com a dinâmica da atmosfera tropical e equatorial.

Também é possível que a parceria entre o Brasil, a Argentina e Paraguai no tocante ao monitoramento atmosférico em altitude aumente a compreensão em relação aos complexos convectivos de mesoescala, muito atuantes no norte da Argentina e Paraguai, que se deslocam para a região sul do país, ocasionando tempestades severas e enchentes.

3.3.3.3 Considerações sobre indicadores atmosféricos

A rede de estações meteorológicas de superfície, apenas do INMET, possui aproximadamente 800 pontos de observação. Além desta, a Rede Nacional de Agrometeorologia conta com, pelo menos, mais 575 estações de outras instituições. Ressalta-se que este valor ainda não engloba todas as instituições que monitoram a atmosfera. Sobre as observações em ar superior, 43 pontos de sondagem foram identificados.

Dessa forma, a Tabela 3, abaixo, resume os dados encontrados nas grandes redes: Rede de observação do INMET e a Rede Nacional de Agrometeorologia.

Tabela 3: Panorama dos indicadores sugeridos para o monitoramento do tema atmosfera

Indicadores	Base de Dados Principal	Estações de Monitoramento	Ações Sugeridas
Evapotranspiração	INMET+ AGRITEMPO*	1365	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Padronizar o método de cálculo para todas as instituições integrante das redes. A equação utilizada pode ser padronizada por regiões, conforme a necessidade.
Precipitação	INMET+ AGRITEMPO*	1365	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar a rede de monitoramento, principalmente nas regiões Norte e Centro Oeste ▪ Instalar pelo menos uma estação climatológica completa em municípios com mais de 20.000 habitantes. ▪ Padronizar o método de consolidação de dados para todas as instituições integrantes das redes.
Temperatura do ar	INMET+ AGRITEMPO	1365	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente Norte e Centro Oeste. ▪ Instalar pelo menos uma estação climatológica completa em municípios com mais de 20.000 habitantes. ▪ Padronizar o método de consolidação de dados para todas as instituições integrantes das redes.
Pressão Atmosférica	INMET	790	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente Norte e Centro Oeste. ▪ Instalar pelo menos uma estação climatológica completa em municípios com mais de 20.000 habitantes.
Direção e Velocidade do Vento	INMET	790	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente Norte, Centro Oeste e litoral brasileiro. ▪ Instalar pelo menos uma estação climatológica completa em municípios com mais de 20.000 habitantes.
Umidade do ar	INMET	790	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente Norte e Centro Oeste. ▪ Instalar pelo menos uma estação climatológica completa em municípios com mais de 20.000 habitantes.
Radiação Solar Global e Líquida	INMET	790	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente Norte e Centro Oeste. ▪ Instalar pelo menos uma estação climatológica completa em municípios com mais de 20.000 habitantes.
Ar Superior	Comando da Aeronáutica	43	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente em estado que não apresentem observações de ar superior. ▪ Ampliar para vazio de informação, tais como, sul do Pará; oeste de Goiás, Santa Catarina e São Paulo; norte de Minas Gerais; e, leste do Mato Grosso. ▪ Avaliar parcerias com países vizinhos, principalmente aqueles da bacia hidrográfica do Rio Amazonas.

Nota: * A rede pluviométrica é muito extensa, contando também com a rede de observações da Agência Nacional de Águas (ANA), dentre outras.

3.3.3.4 Proposições para Monitoramento de Zonas Costeiras e Mar Continental

O Oceano Atlântico Sul e Equatorial e a Zona Costeira brasileira são espaços estratégicos para o desenvolvimento nacional, em face dos seus recursos marinhos vivos e não vivos, bem como de sua relação com as mudanças climáticas globais (VIII Plano Setorial para Recursos do Mar, 2012). Fenômenos decorrentes das mudanças climáticas, como a ação de ondas e marés altas associadas às tormentas que ocorrem no oceano, causam erosão na linha de costa, com prejuízos econômicos às comunidades litorâneas, afetando os ecossistemas costeiros e marinhos. A elevação do nível do mar devido a mudanças climáticas afetará, em longo prazo, o uso e ocupação da Zona Costeira, com impacto na economia nacional (VIII Plano Setorial para Recursos do Mar, 2012).

Os fenômenos supracitados justificam a necessidade de monitoramento permanente dos oceanos e do clima ao longo da costa brasileira. Nesse sentido, torna-se imprescindível a implementação de redes de monitoramento de indicadores/variáveis do componente oceânico disponibilizados *in situ* para que sejam analisados em conjunto com dados obtidos de satélites, de forma a reduzir as incertezas associadas.

É necessário que no sistema de monitoramento sejam adotados indicadores/variáveis para serem constantemente monitorados, os quais possam constituir um grupo de indicadores principais (*core*). A partir da observação da experiência nacional, aliada ao que vem sendo monitorado nos principais países suscetíveis às maiores vulnerabilidades climáticas, é possível sugerir alguns indicadores fundamentais para integrar um Sistema de monitoramento:

- **Monitoramento da Temperatura e Salinidade da Superfície do Mar:** Juntamente com a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), o conhecimento dos padrões de variabilidade da salinidade é essencial para se obter uma descrição detalhada da circulação oceânica em todas as escalas. A Salinidade da Superfície do Mar (SSM) é uma variável que, juntamente com a temperatura, afeta a densidade da água e os padrões de circulação oceânica, associados a ela, em todas as escalas.
- **Monitoramento do Nível do Mar e Ondas:** O nível do mar e a propagação de ondas em águas rasas devem ser monitorados uma vez que possuem significativo papel nas atividades econômicas nas regiões costeiras, influenciando o transporte de sedimentos junto à costa, alterando sua linha, afetando os ecossistemas marinhos em escalas temporais mais curtas, muitas vezes associadas a tormentas que ocorrem no Atlântico Sul e Norte (Trotte, 2008).
- **Monitoramento de Correntes e Clorofila:** As correntes marinhas são importantes agentes no transporte e redistribuição de calor nos oceanos e influenciam fortemente o clima em nível mundial. No país, a Corrente do Brasil é a corrente de contorno oeste (margens continentais oeste das bacias oceânicas) associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul, a qual possui importância fundamental tanto na distribuição de calor quanto na de nutrientes ao longo da costa. O monitoramento da Clorofila, neste caso, pode fornecer informações sintetizadas sobre a distribuição de nutrientes e

produtividade primária, a qual pode afetar diretamente a distribuição dos recursos pesqueiros nas regiões costeiras do país.

- **Monitoramento de Acidificação:** O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera provoca o aumento do sequestro deste gás pelos oceanos (processos físicos e biológicos), ocasionando a intensificação de fenômenos de acidificação da água. Este processo ameaça a existência da biodiversidade marinha. Tal fenômeno deve ser monitorado, pois pode acarretar impactos diretos tanto nos recursos pesqueiros quanto no potencial genético e biotecnológico da biodiversidade marinha.

De acordo com os resultados obtidos no levantamento dos indicadores monitorados para os oceanos e zonas costeiras nos EUA, Japão, Austrália, Reino Unido e União Europeia (Conforme exposto no Produto 1 deste projeto), é possível observar que TSM, nível do mar e acidificação são recorrentes nos países supracitados. Dessa forma, pode ser reforçada a relevância da utilização desses indicadores no Brasil.

É importante ressaltar que a implementação do sistema de monitoramento deve considerar a experiência das redes já existentes. No entanto, essas redes necessitam ser ampliadas, principalmente no número de boias disponíveis, para que seja obtido um sistema mais robusto de monitoramento e de disponibilização de dados.

Dados disponibilizados pelo GOOS/Brasil <http://www.goosbrasil.org/pnboia/anexo> demonstram que foi estimado, somente para a implantação de boias fundeadas no âmbito do projeto PNBOIA (2008-2012), um custo total de US\$ 5.445.000. Já para as boias de deriva, foi estimado um custo de aquisição de US\$ 3.000/boia e o mesmo valor para a transmissão ARGOS. Adicionalmente, o custo operacional de 50 dias de navio foi estimado em aproximadamente US\$ 380.000. Porém, ressalta-se que esse quantitativo de boias tem sido fornecido, por doação, pela *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*.

Além da ampliação do sistema GOOS/Brasil, para garantir a qualidade e confiabilidade dos dados, é necessário implantar laboratórios dedicados à calibração de sensores, assim como fomentar inovações tecnológicas na indústria nacional a serem empregadas na produção de plataformas e instrumentação, aplicáveis na pesquisa e no monitoramento oceanográfico.

Nesse sentido, o recém-criado *Instituto Nacional de Pesquisas Oceanográficas e Hidroviárias (INPOH)* terá um papel fundamental para a condução de pesquisas oceanográficas e no monitoramento dos indicadores/variáveis oceânicos e costeiros no país. Além de fortalecer a pesquisa e capacitação técnica, esse instituto poderá ser uma referência para que os dados sejam centralizados, tratados e disponibilizados em um banco de dados oceanográficos integrado. O INPOH é vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, e a sua criação estava prevista nas metas (objetivo 0997) do Programa Temático: 2046 - Mar, Zona Costeira e Antártida do Plano Plurianual 2012-2015 (Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos, 2013). Estão, estão previstos quatro centros de pesquisas: Centro de Oceanografia do Atlântico Sul, localizado na

região sul do país; Centro de Oceanografia do Atlântico Tropical, localizado na região Nordeste; Centro de Portos e hidrovias, localizado na região Sudeste, e o Centro de Pesquisa Marinha em Pesca e Aquicultura, em local a ser definido.

3.3.3.5 Considerações sobre o Monitoramento das Águas

A utilização da infraestrutura e experiências das redes e sistemas de monitoramento já existentes no tema água (águas superficiais interiores, zonas costeiras e mar continental) é fundamental para o início do Sistema Nacional de Observação. Tais redes e sistemas já monitoram indicadores/variáveis, as quais são fundamentais para a compreensão das mudanças climáticas, bem como para subsidiar estudos, previsões e ações que contribuam para reduzir riscos e vulnerabilidades decorrentes de eventos extremos no Brasil.

No entanto, essas redes e sistemas necessitam de ampliação, principalmente no sentido de aumentar os números de estações de monitoramento, padronização e envio de dados via *web*, de modo que os dados monitorados *in situ* possam ser utilizados juntamente com dados obtidos por satélites. Essa associação é fundamental para a elaboração de modelos preditivos confiáveis.

A Tabela 6 apresenta um panorama dos 11 indicadores, sugeridos para o tema água, contendo as bases de dados, a quantidade de estações de monitoramento existentes, além de sugerir o que deve ser feito no sentido de melhoramento da qualidade e quantidade dessas observações.

A Região Norte e Centro Oeste do país são as que mais carecem de informações a respeito das variáveis fundamentais para águas superficiais interiores, configurando como um dos desafios para a Implantação do Sistema Nacional de Monitoramento de impactos de Mudanças Climática. Para o Monitoramento das Zonas Costeiras e Mar Continental uma das questões relevantes é o de ampliar em toda extensão da costa o número de boias, tanto fundeadas como de deriva, para um efetivo monitoramento, assim como centralizar o envio de todos os dados operados pelas diferentes redes.

Tabela 6: Panorama dos 11 indicadores sugeridos para o monitoramento do tema água

Indicadores	Base de Dados Existentes	Estações de Monitoramento	Ampliação Sugerida
Precipitação	ANA (HidroWeb e Snirh)	9.493 (ANA + Rede Nacional)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente nas regiões Norte e Centro Oeste ▪ Priorização de Estações Telemétricas
Nível e Vazão	ANA (HidroWeb e Snirh)	6.518 (ANA + Rede Nacional)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar principalmente nas regiões Norte e Centro Oeste ▪ Priorização de Estações Telemétricas
Qualidade de Água	ANA (HidroWeb e Snirh)	3.740 (ANA + Rede Nacional)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Próxima de 8.500* ▪ Incluir Região Norte ▪ Ampliar Centro Oeste, RS, MG e BA ▪ Padronizar Periodicidade e Parâmetros (Mínimo necessário para o cálculo do IQA e IET)
TSM	GOOS/Brasil	14 fundeadas: PNBOIA (06) e PIRATA (08) 22 de deriva (PNBOIA) 18 Fixas (Argo)	<p><u>No âmbito do PNBOIA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 08 Boias Fixas na Região N/NE • 08 Boias Fixas na Região S/SE • 60 boias de deriva (2012-2015)
SSM	GOOS/Brasil	14 fundeadas: PNBOIA (06) e PIRATA (08) 22 de deriva (PNBOIA) 18 Fixas (Argo)	<p><u>No âmbito do PNBOIA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 08 Boias Fixas na Região N/NE ▪ 08 Boias Fixas na Região S/SE ▪ 60 boias de deriva (2012-2015)
Nível do Mar	GLOSS/Brasil	12 (07 operacionais e 05 em avaliação)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 15 operacionais ao longo da costa (mínimo de 08)**
Ondas	GOOS/Brasil	01 em operação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 08 ao longo da costa (até 2015)***
Correntes	GOOS/Brasil	22 deriva (PNBOIA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 60 boias de deriva (2012-2015)
Clorofila	GOOS/Brasil	Monitoramento por satélite: ANTARES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ boias fixas com sensores de parâmetros físico químicos distribuídas ao longo da costa
Acidificação	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ boias fixas com sensores de parâmetros físico químicos distribuídas ao longo da costa****

* 8.500 é o valor próximo para que a densidade de pontos amostrais/ 1000 km² seja 1, conforme recomendado pela UE. ** Considerados os padrões internacionais estabelecidos no Plano de Implementação do GLOSS (IOC Series N° 50, 1997), de que o distanciamento entre as estações deva ser entre 500 e 1000 km. *** Locais definidos pelo Comitê Executivo para o GOOS/Brasil, sendo em princípio, adotadas posições próximas as boias do PNBOIA. **** Boias fixas com sensores para monitoramento físico-químico da água a exemplo do utilizado no Sistema de Monitoramento da costa Brasileira (SIMCosta): clorofila a, pH, oxigênio dissolvido e dióxido de carbono.

4. INDICADORES SECUNDÁRIOS

O Brasil conta com uma série de monitoramentos de impactos das mudanças climáticas. O momento atual deve estar voltado à ampliação de tais esforços, sobretudo de informações socioambientais relevantes para o planejamento e tomada de decisão para a adaptação pois, afinal, os impactos são significativos quando se atinge o ser humano.

Os indicadores secundários de impacto de mudança do clima são aqueles cujos efeitos atingem a vida, principalmente o ser humano, por conseguinte são mais complexos. Estes indicadores são, em geral, parte integrante de estudos de vulnerabilidade por apresentar um ente impactado com alguma característica de vulnerabilidade, as quais são diversas e podem mudar no tempo. Consequentemente, não é comum realizar monitoramentos contínuos como os indicadores primários sobre o meio físico.

4.4.1 Monitoramento de Indicadores Secundários e Estudos de Vulnerabilidade

Os indicadores secundários não precedem os estudos de vulnerabilidade, e sim fazem parte destes. Este entendimento decorre da interpretação conceitual de dois componentes no eixo de adaptação: “impactos” e “vulnerabilidade”. A partir da interação dos impactos primários frente às vulnerabilidades específicas dos sistemas vivos é que se chega aos indicadores secundários. Dessa forma, é mais natural que os indicadores secundários façam parte de estudos de vulnerabilidade e não do rol de indicadores a serem monitorados pelo sistema de monitoramento de impactos de mudança do clima.

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, grau de exposição ao impacto 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 uma determinada cultura agrícola requer o conhecimento sobre a sua sensibilidade em relação à alteração da temperatura e da pluviosidade, da distribuição geográfica deste, bem como da 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 da cultura, e não necessariamente do impacto do clima sobre esta. Decorre desta análise que, para se ter clareza das ações prioritárias de adaptação no Brasil, é preciso realizar os estudos de vulnerabilidade para muitos setores sensíveis ao clima.

Os indicadores secundários, *per se*, não são muito explicativos quando isolados dos estudos de vulnerabilidade. Primeiro, porque os sistemas vivos apresentam uma dinâmica não linear e, segundo, porque há outros fatores de natureza

estritamente antrópica que influenciam os indicadores secundários, de forma que não se trata de impactos de mudança do clima estritamente.

Os impactos socioeconômicos podem abranger um amplo espectro de entidades que apresentam aspectos diferentes de vulnerabilidade. Por conseguinte, é importante que as análises de vulnerabilidade sejam interdisciplinares, de forma a abranger as áreas onde estas se manifestam. A vulnerabilidade pode ser de cunho social, econômico, ecossistêmico ou territorial.

A vulnerabilidade social, também entendida como vulnerabilidade humana afeta diretamente a integridade dos seres humanos tanto em termos de riscos a desastres naturais (enchentes, deslizamentos, secas, etc.) quanto em termos de riscos de problemas de saúde (dengue, ondas de calor, leishmaniose, etc.). A vulnerabilidade econômica se refere aos impactos aos setores produtivos ou às estruturas econômicas, tais como: a agricultura, indústria, energia ou infraestruturas de transporte. E, finalmente, a vulnerabilidade ecossistêmica refere-se a impactos quanto à disponibilidade de recursos hídricos, florestas, sistemas marinhos, biodiversidade, etc. Em termos territoriais ou locais, a vulnerabilidade humana, econômica ou ecossistêmica pode se manifestar em áreas urbanas, rurais, em zonas costeiras ou em regiões específicas.

4.4.2 Atualização Periódica dos Estudos de Vulnerabilidade

Da mesma forma que os indicadores primários são monitorados continuamente, os estudos de vulnerabilidade também requerem atualizações periódicas, dada a dinâmica das sensibilidades, exposições e mudanças das capacidades de adaptação de cada sistema vivo específico.

Este é o ponto fulcral da dificuldade de monitorar os impactos das mudanças climáticas nos sistemas vivos, sobretudo os humanos. Em função desta característica, os indicadores secundários por si só não são referência adequadas para ações concretas de adaptação, pois não se sabe exatamente o fator impactante e tampouco o ponto sensível.

É sabido que as ações de adaptação são custosas, ainda mais em países em desenvolvimento com recursos escassos. É importante que as ações de adaptação sejam do tipo “sem arrependimento” ou, no mínimo, de “baixo arrependimento” (“*no / low regret*”). Em outras palavras, buscar ações que de alguma forma contribuem para a redução de distorções e vulnerabilidades socioeconômicas, mesmo que a mudança do clima não se confirme segundo o cenário mais esperado.

4.4.3 Aprofundamento de Estudos de Vulnerabilidades Específicas

É redundante, porém convém explicitar que as atividades e setores mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima são obviamente os mais ligados ao clima. Estes podem ser classificados segundo o setor (agricultura, saúde, floresta, turismo, etc.), localização geográfica (zona costeira, zona do agreste, etc.) ou por tema (segurança alimentar, água, etc.), sendo que as classificações podem cruzar ou serem decorrentes.

Entretanto, a forma como os setores são e serão impactados varia muito em cada país, região e segmento. Assim sendo, o ponto de partida para compreender os possíveis impactos são os estudos de vulnerabilidades nacionais, partindo-se dos mais abrangentes (para se identificar sistemas, grupos sociais e regiões mais vulneráveis) para, a partir dos quais, identificar as características de vulnerabilidades mais específicas.

Por exemplo, sabe-se que a agricultura é vulnerável à mudança do clima, porém a agricultura familiar do semiárido nordestino no Brasil ou a pecuária extensiva do cerrado central apresentam vulnerabilidades distintas e, conseqüentemente, requerem ações de adaptação diferentes. Os indicadores secundários de impacto seriam referentes aos sistemas de produção vulneráveis.

4.4.4 Apoio da Academia e Instituições de Pesquisa nos Estudos de Vulnerabilidade

A partir da década de 1990 a comunidade científica que estuda a mudança global do clima mudou o foco dos diagnósticos de impactos para estudos de vulnerabilidade, passando a avaliar os processos, condições e características dos sistemas que exacerbam a sensibilidade e inibem a resposta adaptativa.

Esta mudança de orientação pode também ser vista como uma convergência de três paradigmas de avaliação de vulnerabilidade, reunindo conhecimentos de diversas disciplinas: a mudança global do clima, as catástrofes naturais e a interação humano-ambiental (EAKINS & LUERS, 2006).

Conseqüentemente, a pesquisa de vulnerabilidades apresenta crescente complexidade, diversidade metodológica e requer o apoio da comunidade científica para a sua realização. Ao explorar as incertezas na métrica e no conceito de vulnerabilidade, os investigadores reconhecem que vulnerabilidade envolve muito mais do que a manifestação de perdas e danos. Há indícios de que estudos de vulnerabilidade sobre sistemas humanos definidos, em lugares específicos e com os envolvidos identificados, resultam ser mais práticos para a tradução da ciência para a tomada de decisão política para as ações de adaptação necessárias.

4.4.5 Estabelecimento de Redes Temáticas de Apoio para Ações de Adaptação

Para cada setor e tema relevante vulnerável ao clima recomenda-se estabelecer uma **rede de apoio** aberta para a participação de agentes sociais envolvidos (instituição de gestão pública, academia, instituição de pesquisa, associações civis, população organizada e beneficiários) e definir a forma de operação. Possivelmente, pode-se iniciar pelas redes de apoio a seguir que refletem as áreas mais vulneráveis ao clima no Brasil.

- Rede de apoio de adaptação para a água;
- Rede de apoio de adaptação para a agricultura;
- Rede de apoio de adaptação para a zona costeira;
- Rede de apoio de adaptação para a saúde;
- Rede de apoio de adaptação para a segurança alimentar;
- Rede de apoio de adaptação para extremos climáticos; e
- Rede de apoio de adaptação para a energia.

As redes temáticas de apoio ajudariam a priorizar as ações de adaptação e identificar seus beneficiários com base nos estudos de vulnerabilidade temática. As ações seriam cotejadas mediante análises de custo e benefício, levando-se em consideração a gravidade do risco, a disponibilidade de recursos e a eficácia da ação, bem como se faz necessário definir os responsáveis, parceiros e prazos para a execução das ações. É fundamental que as ações convirjam na redução de vulnerabilidades dos impactados por meio de atividades, tais como: tecnologias socialmente sustentáveis, obras estruturais de prevenção, avisos prévios de eventos extremos e de riscos, promoção de diversificação de atividades de renda, e assistências técnicas dirigidas de forma a atender as necessidades específicas.

O grupo gestor de adaptação do GT Adaptação do MMA/MCTI desempenharia o papel de animador e facilitador dos grupos de apoio e, principalmente, se responsabilizaria pelo acompanhamento dos resultados e a revisão das ações propostas.

Dado que os sistemas sociais são dinâmicos, e conseqüentemente as características de suas vulnerabilidades, faz-se necessário que o processo de adaptação também o seja, com contínua renovação da participação, dos estudos de vulnerabilidade bem como das ações propostas.

4.4.6 Integração das Ações Prioritárias de Adaptação a Outras Políticas Públicas

As ações de adaptação passam tanto pela redução de vulnerabilidade, quanto pela retificação ou redução de impactos antrópicos que concorrem para o agravamento dos impactos das mudanças climáticas sobre o ser humano e as atividades humanas. Nesse particular, a gestão socioambiental do espaço passa a ser chave para as estratégias de adaptação de mudança do clima, nas quais os impactos climáticos passam a ser um dos componentes a ser considerados para a sustentabilidade do espaço. Por este mesmo motivo as ações de adaptação necessitam se integrar, ou “contagiar”¹, às demais ações da esfera pública, ao mesmo tempo em que se “deixam contagiar” por elas. Ou seja, promover uma integração das ações, na qual as de adaptação do Plano de Adaptação do Programa do Clima 2050 no PPA figurem também nos demais planos públicos, tais como Brasil sem Miséria, PAC2, programas de saúde, entre outros. Nesta perspectiva, as ações de adaptação e, inclusive, de mitigação das emissões se inserem e tornam inseparáveis do quadro geral de ações em direção à sustentabilidade socioambiental.

5. GOVERNANÇA DA MUDANÇA CLIMÁTICA

5.1 Aspectos da Governança e Mudanças Climáticas no Brasil

O Brasil passou a assumir uma posição de destaque no tocante às questões associadas às mudanças climáticas, em anos recentes. Ciente do desafio, faz-se presente buscar soluções eficazes no sentido da melhor compreensão dos desdobramentos das mudanças climática no país, buscando aprimorar o arcabouço de governança, assim como acelerar ações relativas à adaptação, perpassando, entre outras ações, o monitoramento das variáveis climáticas, além de outras variáveis secundárias transversais a diversos setores do país. Cabe reforçar que as mudanças climáticas não se limitam às questões ambientais. De fato, as mudanças climáticas se relacionam também com questões econômicas, sociais e, principalmente, de segurança.

Frente a este desafio, é importante salientar que a governança é questão central. Com base em um recente estudo realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), intitulado *Foresight Report* (UNEP, 2012), foram identificadas e classificadas as 21 questões ambientais mais urgentes, oferecendo a governos, sociedade civil e empresas análises científicas visando construir um resultado positivo para a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (Rio +20). O estudo envolveu 400 cientistas e especialistas internacionais durante oito meses que, após revisarem e analisarem as questões mais críticas para o planeta e para o bem estar humano, concluíram

¹ Em referência ao termo empregado pela representante do GT Adaptação do MMA em reunião do dia 4 de julho de 2013 no CGEE quanto à necessidade de “descentralizar e contaminar as ações do Plano de Adaptação em outros planos do Governo”.

que a mais urgente é a necessidade de alinhar a governança aos desafios da sustentabilidade global.

A governança da mudança do clima no Brasil é entendida como o conjunto de processos decisórios ligados à questão, envolvendo relações de cooperação e conflito entre atores públicos e privados que buscam influenciar a organização e o uso do território segundo seus interesses e capacidades. Rodrigues (2013) destaca que ao abordar questões estratégicas como energia, transporte, agricultura, saneamento, prevenção e combate ao desmatamento, as políticas, os programas e as ações ligadas ao enfrentamento das mudanças climáticas revelam seu caráter territorial, com efeitos para a União, os estados e os municípios. De forma complementar, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA (UNEP, 2012) aponta que na esfera global a governança² ambiental precisa ser revitalizada. Em primeiro lugar, nos níveis nacional e local, onde as questões de sustentabilidade, em geral, não são bem integradas aos outros setores, como por exemplo, de energia, água e outros da economia, destaca-se a necessidade de uma melhor integração destes níveis e setores.

De acordo com o Banco Mundial (2009), a governança exige ação em duas frentes, sendo a primeira em mitigação e a segunda em adaptação. Adaptação implica o ajustamento da sociedade frente aos potenciais impactos associadas às mudanças climáticas. Mitigação requer uma alteração dos padrões atuais, considerando sua inevitabilidade. Adaptação é necessária considerando que a mudança climática já está em andamento. Sem alterações dos cenários de emissão crescente de gases de efeito estufa sua concentração na atmosfera vai subir, assim como as temperaturas médias globais.

De forma complementar, o Banco Mundial (2009) aponta que tendencialmente os países mais desenvolvidos buscarão desenvolver mecanismos institucionais mais elaborados, no âmbito da governança global, para garantir o controle e redução das emissões absolutas de gases de efeito estufa. Instituída em 2009, a Política Nacional da Mudança do Clima (PNMC) elevou o tema das mudanças climáticas a um novo patamar institucional no Brasil. Além de estabelecer o compromisso voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões do país projetadas até 2020 e fortalecer a posição do Brasil nas negociações internacionais sobre mudanças climáticas, a PNMC preencheu uma importante lacuna no quadro regulatório nacional, complementando outras políticas que possuem interface, direta ou indireta, com questões de mitigação e adaptação à mudança do clima.

A PNMC representa um importante avanço ao conjugar o uso de diversos instrumentos, como o Fundo Nacional para a Mudança do Clima (Fundo Clima – mecanismo de financiamento vinculado ao Ministério do Meio Ambiente) e os Planos Setoriais³ de Mitigação e Adaptação. A PNMC contribuiu para elevar, na administração pública, o alcance da discussão e das ações vinculadas ao tema. No entanto, para maior efetividade da PNMC, é preciso fortalecer o diálogo e a harmonização com outras políticas públicas. Ademais, sua implantação poderá ser beneficiada se, além de instrumentos de comando e controle aplicados, por exemplo, nos esforços de prevenção e combate ao desmatamento, houver

² Governança global pode ser explicada como “um sistema de ordenação” e implica reconhecer a importância crescente de atores não-estatais, inclusive do mercado, seja na participação ativa nos processos decisórios e de engenharia legislativa, seja como destinatários de políticas públicas mais transparentes (Viola, Barros-Platau & Leis, 2008).

³ O Decreto nº 7390/2010 prevê a elaboração de Planos Setoriais com a inclusão de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões e mecanismos para a verificação de seu cumprimento.

incentivos econômicos, fiscais, tributários e creditícios, por meio de instrumentos como os pagamentos por serviços ambientais (PSA), o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Ecológicos e as linhas de crédito, para financiamentos específicos.

A governança deve promover o alinhamento entre as políticas nacionais e as diferentes estratégias regionais e locais de adaptação. O contraste entre estratégias nacionais e locais cria um estado de governança disfuncional, ao invés de adaptável, desafiando as possibilidades futuras de desenvolvimento sustentável e de adaptação no país. Transparência é fundamental no processo de construção das políticas, possibilitando assim um entendimento claro de todos os agentes, além de fomentar a segurança jurídica.

Os recursos podem ser provenientes de fundos públicos e privados. Particularmente nos países em desenvolvimento, face à escassez de recursos, é possível abrir espaço para o financiamento internacional, buscando fornecer proteção social e os bens públicos necessários para enfrentar os riscos derivados da mudança climática. Quanto ao financiamento internacional deve-se ter em mente a possibilidade de cooptação do ente central responsável pelo clima no país, que se afastaria dos interesses nacionais.

À medida que avança o cumprimento das metas voluntárias de mitigação no Brasil, torna-se necessário o monitoramento dos processos e o acompanhamento da efetividade dos esforços empreendidos em todo o território. Nesse sentido, a articulação federativa é importante para tornar possível a elaboração, por exemplo, de um Registro Nacional de Emissões que traga informações integradas sobre a emissão de determinados subsetores, evitando duplicidade de registro entre União, estados e municípios. A gestão de dados, informações e indicadores sobre mudança do clima apresenta desafio não menos relevante de nivelamento e harmonização entre os entes da federação.

Segundo Rodrigues (2013), até pouco tempo atrás a mudança do clima era tratada amplamente como uma questão ambiental, restrita à agenda de instituições de pesquisa e aos gestores de áreas vinculadas ao meio ambiente, ciência e tecnologia. Com o passar dos anos, no entanto, com a PNMC e o estabelecimento de legislações estaduais e municipais, fica evidente a importância do enfrentamento da mudança do clima como uma questão de desenvolvimento, cuja natureza transversal deve permear diversas políticas e setores da administração pública, incluindo as áreas de Fazenda e Planejamento. Assim, é preciso aprimorar o nível da interlocução acerca do tema com o centro do governo, fortalecendo ainda o diálogo da administração pública com o setor produtivo e os movimentos sociais.

Rodrigues (2013) pondera que uma maior coordenação entre os entes federativos é imperativa para não transformar as ações de mitigação e adaptação à mudança do clima em uma carga adicional inviável sobre os governos estaduais e municipais. Em muitos casos, esses governos apresentam reduzida capacidade institucional que, aliada à insuficiência de quadro técnico, gera um ambiente desafiador para o enfrentamento das mudanças climáticas.

5.2 Estrutura de Governança de Mudanças Climáticas no Brasil

Em 17 de abril de 2009 o governo brasileiro estabeleceu o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. A iniciativa reúne 300 cientistas de ponta e pesquisadores de diversas instituições e universidades. O grupo de cientistas brasileiros compila e analisa todas as constatações científicas no País sobre diferentes aspectos das mudanças climáticas.

A Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima Figura 8), estabelecida em 2007, com uma composição interdisciplinar, incluindo representantes do governo e da academia, produz e promove conhecimento e tecnologia sobre mudanças climáticas; Ela contribui para a formulação e monitoramento de políticas públicas no Brasil, concentrando-se nas seguintes áreas: Cidades, Zonas Costeiras, Economia das Mudanças Climáticas, Recursos Hídricos, Desenvolvimento Regional, Energia Renovável, Agricultura, Saúde e Modelos.

 O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas	
ÁREAS DE PESQUISA	Instituição Coordenadora
BIODIVERSIDADE E ECOSISTEMAS	Museu Emílio Goeldi (MPEG-PA)
ÁGUA	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
DESENVOLVIMENTO REGIONAL	Universidade de Brasília (UnB)
CIDADES	Universidade de Campinas (UNICAMP)
ENERGIA RENOVÁVEL	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Estudos de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
AGRICULTURA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa - Campinas)
SAÚDE	Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)
ECONOMIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	Universidade de São Paulo (USP)
MODELOS	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE - São José dos Campos, Cachoeira Paulista)
ZONAS COSTEIRAS	Universidade Federal do Rio Grande (FURG - RS)

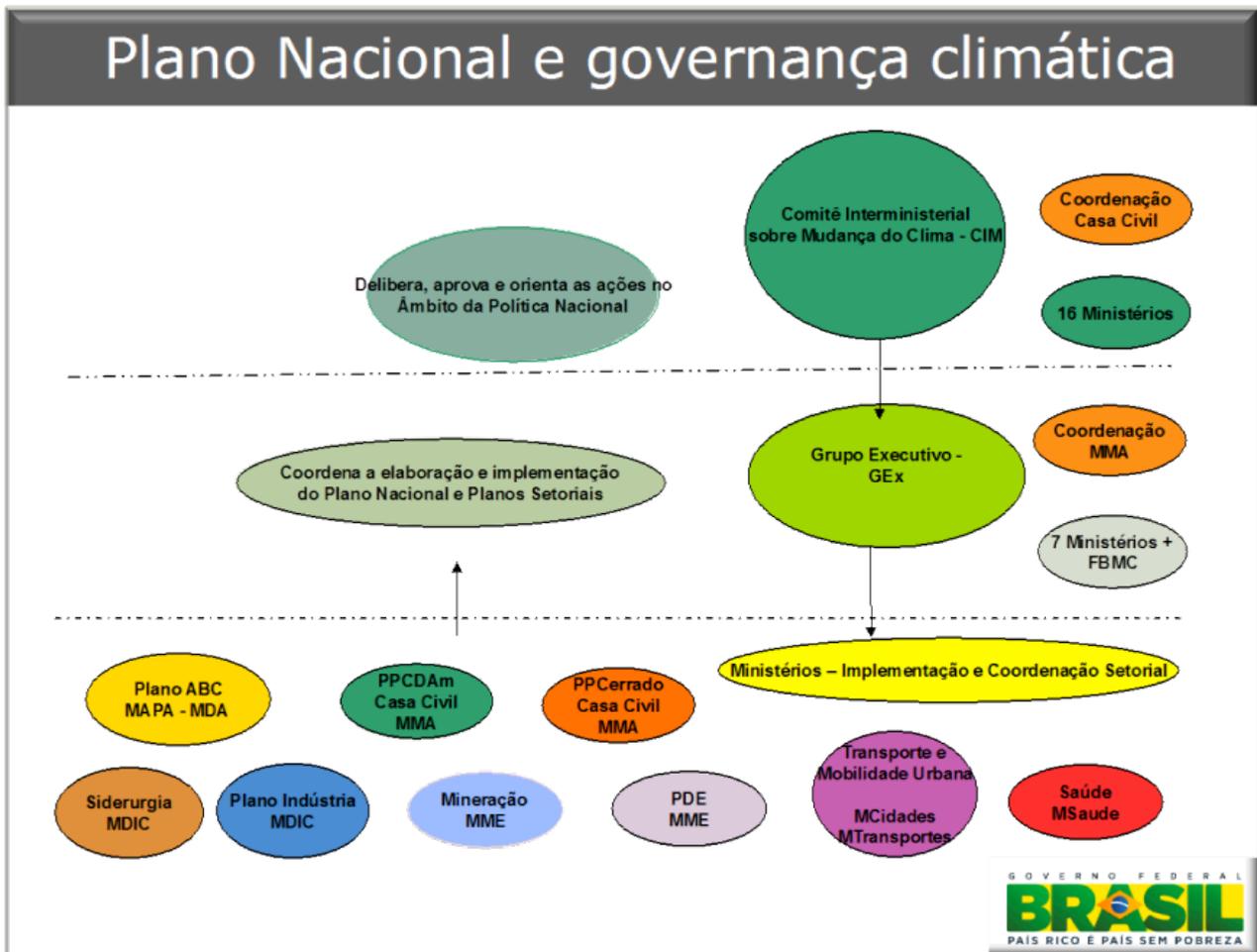
Figura 8. Ordenação das Atividades Setoriais do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (Sub-Redes Temáticas) (Fonte: Brasil, 2013).

A Rede CLIMA constitui-se em fundamental pilar de apoio às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, criado pelo Governo Federal, que tem balizado a identificação dos obstáculos e dos catalisadores de ações. Enseja o estabelecimento e a consolidação da comunidade científica e tecnológica preparada para atender plenamente as necessidades nacionais de conhecimento, incluindo a produção de informações para formulação e acompanhamento das políticas públicas sobre mudanças climáticas e para apoio à diplomacia brasileira nas negociações sobre o regime internacional de mudanças climáticas.

Um dos primeiros produtos colaborativos da Rede CLIMA é a elaboração regular de análises sobre o estado do conhecimento das mudanças climáticas no Brasil, nos moldes dos relatórios do IPCC, porém com análises setoriais mais específicas para a formulação de políticas públicas nacionais e internacionais (Rede Clima, 2013).

A governança do Plano Nacional é ilustrada a seguir (Figura 9).

Figura 9. Plano Nacional de Mudanças Climáticas e Governança (Fonte: MMA, 2012).



Na Figura 9 é possível destacar a multilateralidade da temática no Brasil, e que incorpora diversos agentes da sociedade, mas também abre espaço para dificuldades de interação, assim como aumenta o tempo de resposta das ações.

A governança do Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) cabe ao Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e seu Grupo Executivo (GEx), instituídos pelo Decreto Presidencial n. 6.263/2007. Alguns dos instrumentos para sua execução: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Comunicação do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Questão central no tocante à governança refere-se ao financiamento; Neste sentido, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) foi criado pela Lei n. 12.114/2009 e regulamentado pelo Decreto n. 7.343/2010. O Fundo é um instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei n. 12.187/2009. Ele tem por finalidade financiar projetos, estudos e empreendimentos que visem à mitigação, associados à redução dos impactos, da mudança do clima e à adaptação a seus efeitos.

O Fundo Clima é vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e disponibiliza recursos em duas modalidades: reembolsável e não reembolsável. Os recursos reembolsáveis são administrados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Os recursos não reembolsáveis são operados pelo MMA. Um percentual de 2% da verba anual fica reservado para o pagamento do agente financeiro e quitação de despesas relativas à administração e gestão. As fontes de recursos do Fundo Clima são (MMA, 2013):

- Dotações consignadas na Lei Orçamentária Anual (LOA) da União;
- Doações de entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas;
- Outras modalidades previstas na lei de criação.

O Fundo é administrado por um Comitê Gestor presidido pelo secretário-executivo do MMA. O Comitê deve aprovar a proposta orçamentária e o Plano Anual de Aplicação de Recursos do Fundo (PAAR). Ao final de cada ano precisa elaborar relatórios sobre a aplicação das verbas. O órgão colegiado tem também a atribuição de estabelecer diretrizes e prioridades de investimento com frequência bienal. Por fim, o Comitê Gestor tem a função de autorizar o financiamento de projetos e recomendar a contratação de estudos.

Segundo informações do Ministério de Meio Ambiente (2013), mais de R\$ 385 milhões serão disponibilizados para ações de combate ao efeito estufa. O Comitê Gestor do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) aprovou o orçamento de 2013 para projetos de mitigação e adaptação no país. Do total, R\$ 25 milhões serão repassados MMA para iniciativas na categoria não reembolsável. O restante será operado pelo BNDES.

Pioneiro no apoio a programas e estudos voltados para o combate aos prejuízos causados pelas emissões de gases de efeito estufa, o Fundo Clima aparece como um dos principais instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

5.3 Ponderações sobre a Governança de Mudanças Climáticas

A estrutura de governança é sempre um ponto sensível. O conceito de governança conduz à observação do papel dos atores, dos níveis de análise e de dimensões da política climática tanto global quanto ao nível local. A governança multifacetada tem sido adotada em muitas situações para tratar a questão da mudança global do clima, permitindo incorporar múltiplas escalas, dimensões e atores, buscando a redução de incertezas e a melhoria da estrutura de governança e dos resultados.

O desafio da boa governança embute também o paradoxo da boa governança. Muitos países, em particular em desenvolvimento, possuem problemas de governança que podem decorrer de regimes políticos instáveis, de arranjos institucionais inadequados no tocante às mudanças climáticas, de dificuldades no monitoramento e no controle das políticas, ou de outras lacunas. Uma boa estrutura de governança precisa de transparência de informações e definição clara de responsabilidades, fontes estáveis e previsíveis de recursos, além de equilíbrio e equidade na representação dos atores sociais.

O sucesso das políticas de mudança climática depende da articulação entre iniciativas públicas e privadas e da participação dos entes federativos, de suas agências e autarquias. O nivelamento do conhecimento sobre o tema da mudança do clima no governo e entre níveis da federação é um desafio substancial, por tratar de assunto incipiente e pouco internalizado na administração pública. A discussão do tema das mudanças climáticas nas esferas estadual e municipal é fundamental para a disseminação de boas práticas e lições aprendidas, identificando, ainda, oportunidades de cooperação e apoio institucional.

Para tal, é preciso contar com uma estrutura de governança autônoma e transparente para evitar desvios resultantes tanto de influência e de interesses dos regulados, ou de fenômenos de captura, como de mudanças de orientação de políticas de governo. Uma forma seria diferenciar a ação de regulamentar e de regular. A primeira diz respeito à formulação de política do setor, com alto grau de representatividade, e a segunda compreende a aplicação da política, com alto grau de competência, autonomia e transparência. No Brasil, alguns setores, tais que petróleo, eletricidade, água, telecomunicações, dispõem de agências reguladoras (ANP, Aneel, ANA, Anatel). No caso das mudanças climáticas seria possível supor a criação de agência reguladora da mudança climática, com a atribuição de implementação de políticas, de forma transversal aos diversos setores da economia.

No caso da adaptação, é importante para a administração pública nos diversos níveis da federação entender com maior clareza quais são os possíveis cenários de mudança do clima para o país, buscando traçar mapas que correlacionem dados sobre vulnerabilidade climática e vulnerabilidade socioeconômica. Tal processo se mostra complexo, pois enquanto os cenários de adaptação adotam recortes temporais extensos (2050, 2070 ou 2100), não se dispõe de exercícios de planejamento, de monitoramento e de indicadores socioeconômicos de tão longo prazo.

Acerca da governança do sistema de monitoramento é determinante assegurar sua descentralização, considerando as dimensões do país e a natureza do fenômeno; a participação social evitando-se, assim, o excesso de tecnicismo e distanciamento da realidade local; o acompanhamento das metas, ensejando eficácia da gestão do processo; a comunicação continuada e de fácil acesso e entendimento pela sociedade, buscando a constante interação com os grupos sociais mais vulneráveis; além da constante avaliação externa, procurando assegurar a confiabilidade das informações, assim como reduzir a exposição do sistema à sua captura.

A Figura 10 ilustra, segundo a FAO, os pilares e princípios de governança.

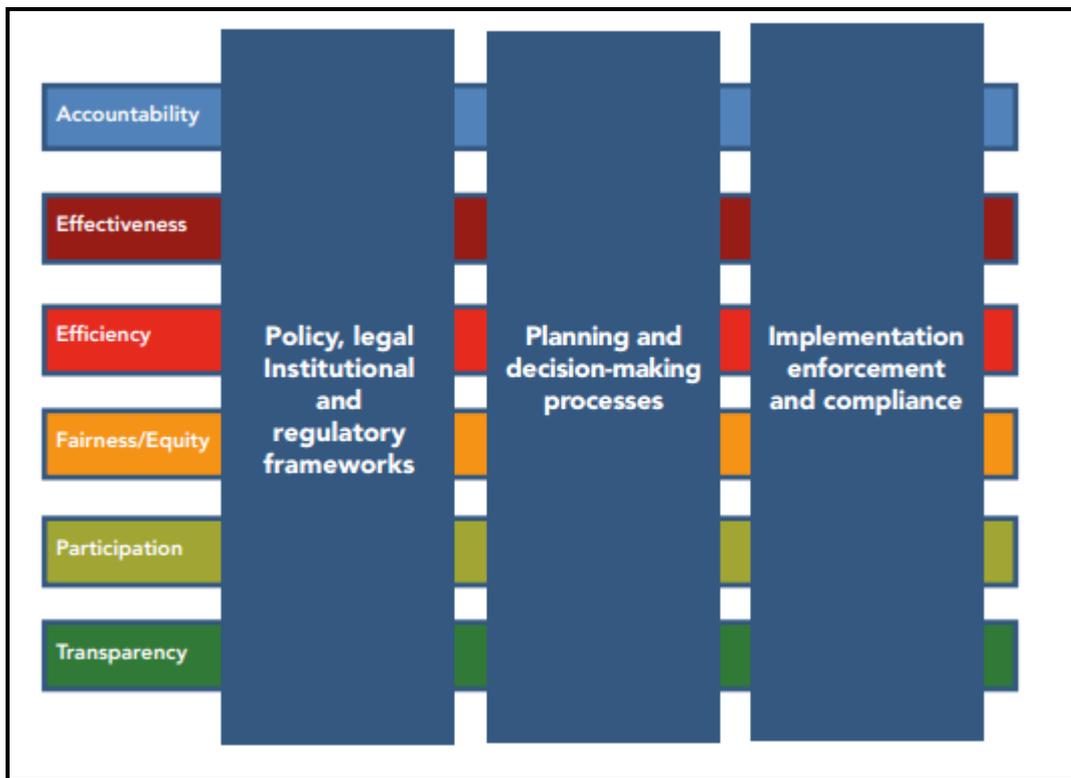


Figura 10. Pilares e Princípios de Governança (Fonte: FAO, 2011).

Por fim, pondera-se que a governança de um sistema de monitoramento de impactos de mudanças climáticas, abarque a trilogia do eixo de adaptação: vulnerabilidade, impactos e adaptação. Isso requer uma instância formal de coordenação que integre e monitore as ações nos seus três componentes. Ou seja, as ações de monitoramento de impactos devem ser integradas aos estudos de vulnerabilidade, que por sua vez devem ser utilizadas para a identificação e priorização de estratégias e ações de adaptação. A governança do sistema deve permitir identificar com clareza as entradas de informações (dados monitorados e identificação de vulnerabilidades específicas) e as saídas que, no caso, podem ser estratégias e ações de adaptação. Esses resultados precisam ser monitorados quanto à sua pertinência, eficiência e eficácia, de preferência com a participação dos grupos ou sistemas impactados.

6. EXPERIÊNCIAS LATINOAMERICANAS

6.1 Participação do Brasil nas Associações Regionais (AR)

No mundo existem seis associações regionais, vinculadas a Organização Meteorológica Mundial (OMM), encarregadas de coordenar atividades meteorológicas e hidrológicas: Região I (África), Região II (Ásia), Região III (América do Sul), Região IV (América do Norte, América Central e Caribe), Região V (Sudoeste Pacífico) e Região VI (Europa). O Brasil participa da Associação Regional III (ARIII).

De acordo com as Regulamentações Técnicas da OMM, os Centros Regionais de Clima podem ser estruturados de duas formas: como um único centro, executando todas as funções obrigatórias; ou como uma rede constituída por diferentes instituições, com funções distribuídas entre elas e reunindo, coletivamente, todas as exigências obrigatórias.

O principal objetivo dos centros climáticos é suprir uma demanda, pela sociedade, por produtos e serviços climáticos aplicáveis a várias atividades, como agricultura, saúde, energia, entre outras, que precisam ser atendidas. Para isto, esses produtos devem estar voltados às necessidades que surgem de fenômenos climáticos característicos de cada região.

Em 2011, foi recomendada a implantação de um Centro Regional na parte oeste e dois Centros Regionais-Rede nas sub-regiões norte e sul da América do Sul. A recomendação é para que os centros produzam e disseminem informações sobre o clima de cada uma das regiões. Previsão climática implica em um esforço mais regionalizado, que envolve o conhecimento científico dos fenômenos que atingem cada região. Os centros deverão produzir e disseminar produtos como mapas pluviométricos e de temperatura, mapas mensais dos desastres e previsões climáticas para os próximos três meses. Esses produtos ficarão disponíveis para os usuários em um portal dedicado na internet.

O INMET foi solicitado a iniciar a fase piloto de implementação do Centro-Rede na sub-região norte, em conjunto com a *Metéo-France/DIRAG (Directeur Inter-Regional pour les Antilles et la Guyanne)* e na sub-região sul, em conjunto com o Serviço Meteorológico Nacional da Argentina. Enquanto que nos países a oeste dos Andes, e que têm um clima muito marcado pelo *El Niño*, o Centro Internacional de Investigação do Fenômeno *El Niño* (CIIFEN) irá atuar como um Centro Regional de Clima.

Está em desenvolvimento o Centro Virtual para a América do Sul (CRC-SAS) que realizará o monitoramento e a previsão climática em apoio às atividades econômicas dos países austrais da América do Sul. Inicialmente, os Serviços Meteorológicos e Hidrológicos Nacionais da Argentina e do Brasil deverão garantir a manutenção de servidores espelhos do Portal sincronizados, para apoiar os usuários nos idiomas português, espanhol e inglês. O Centro Regional Oeste já está em fase piloto, com as informações oferecidas via CIIFEN.

6.2 Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica

O *Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño* (CIIFEN) é uma instituição designada como Centro Regional do Clima em fase piloto (CRC) para os países da América Latina que são afetados pelo fenômeno do *El Niño*. É responsável pela provisão de dados e informação climática para os serviços Meteorológicos Nacionais dos países da Venezuela, Colômbia, Chile, Bolívia, Equador e Peru. Esta integração tem como principal objetivo melhorar e ampliar a oferta de produtos e serviços regionais de informação que contribuam com o trabalho dos serviços meteorológicos para auxiliar em setores como:

- Redução de riscos e desastres;
- Agricultura;
- Gestão da água, etc.

O CIIFEN, no âmbito do CRC colabora internacionalmente com a *Royal Netherlands Meteorological Institute* da Holanda (KNMI), e apoia a Estratégia Internacional para Redução de Desastres (UNISDR). O CRC constitui uma referência para a tomada de decisões em nível regional dentro do contexto do aumento das intensidades dos fenômenos meteorológicos extremos.

O Centro para o oeste sul-americano recebeu as seguintes recomendações chave:

- Aprovar a oferta do CIIFEN para servir como CRC, informar os Representantes Permanentes (PR) ante a OMM e garantir uma maior participação dos SMHN interessados na região.
- Solicitar que o CIIFEN estabeleça um Comitê Diretivo composto dos PRs ante a OMM dos seis países do oeste sulamericano e desenvolva os Termos de Referência (TdR) para o Comitê Diretivo com a finalidade de coordenar a execução da fase piloto.
 - Solicitar que o CIIFEN forneça acesso aos produtos e informações relevantes para as regiões do Centro de Previsão Global (GPCs).
 - Desenvolver um Plano piloto de Implantação do CRC pelo CIIFEN, assim como um Plano de mobilização de recursos para financiar a fase de implantação.

6.2.1 Principais Linhas de Ação

- Melhoramento das capacidades de prognóstico estacional;
- Melhoramento das capacidades de análises climáticas e manejo de dados;

- Desenvolvimento de aplicações, ferramentas e metodologias para: prevenção de desastres, agricultura e recursos hídricos⁴;
- Execução do Plano de Ação Regional para o Prognóstico hidrológico estacional;
- Coordenação de uma iniciativa regional na seca;
- Desenvolvimento de ferramentas e metodologias para aplicações de treinamento *e-learning*, combinando na gestão de dados climáticos e modelagem;
- Iniciativa de investigação dos impactos regionais do ENSO; e
- Implantação de um Plano de Mobilização de Recursos e Sustentabilidade.

6.2.2 Monitoramento do Clima

O monitoramento do estado atual da atmosfera global, mar e clima terrestre se concentra na análise da circulação atmosférica, da convecção e das condições do mar, além de análise numérica com base em observações de satélite. Estes resultados do monitoramento do clima fornecem informações úteis para interpretar o clima atual, incluindo eventos extremos e as tendências de longo prazo.

O CIIFEN, no âmbito do CRC, utiliza dados coletados regionalmente por meio do Prognóstico Regional Estacional e dados internacionais do Centro de Distribuição de Dados (DDC) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para realizar a interpretação do clima. Ainda utiliza índices climáticos e promove diagnósticos climáticos e análises regionais baseadas em modelos globais.

6.2.2.1 Prognóstico Regional Estacional

São realizadas análises estatísticas de 462 estações de serviços meteorológicos da Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, Peru, Paraguai, Suriname, Uruguai e Venezuela. A partir das análises são disponibilizados prognósticos de eventos climáticos para períodos de 3 meses.

⁴ Principais atividades econômicas afetadas por eventos climáticos nestes países.

6.2.2.2 Centro de Distribuição de Dados (DDC) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)

O Centro de Distribuição de Dados (DDC) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) fornece dados climáticos, socioeconômicos e ambientais, tanto do passado quanto de projeções de cenários futuros. A identificação, seleção e implementação de dados de base e cenários são passos críticos na avaliação dos potenciais impactos das mudanças climáticas futuras.

6.2.2.3 Índices Climáticos

Um índice climático é definido como um valor calculado que pode ser usado para descrever o estado e as alterações no sistema do clima. As alterações no clima são muito mais lentas do que o tempo, que pode mudar significativamente a cada dia. Os primeiros índices climáticos clássicos foram utilizados para definir a atmosfera há cerca de cem anos, por exemplo, a Oscilação do Atlântico Norte (NAO). O índice NAO e o padrão NAO podem ser determinados a partir do monitoramento dos dados da estação ou identificados por análise de EOF (função ortogonal empírica).

Os índices climáticos permitem um estudo estatístico das variações climatológicas, tais como a análise e comparação das séries de tempo, a média, as extremidades e as tendências.

Parâmetros de Índices climáticos utilizados [ICDC]:

- Temperatura do ar;
- Precipitação;
- Pressão atmosférica; e
- Temperatura da Superfície do Mar.

6.2.3 Diagnóstico Climático

Notando que são necessários dados homogêneos e consistentes para um controle confiável do sistema climático global, as agências internacionais prepararam projetos de reanálise. O CRC prepara análises climáticas disponibilizadas periodicamente para consulta com relatórios e figuras de análise. Como exemplo, tem-se:

- Em maio de 2013 o Pacífico tropical apresentou condições neutras, quer dizer, sem *El Niño* ou *La Niña*. Tanto os indicadores oceânicos e atmosféricos, assim como as previsões dos modelos climáticos mostram que o mais provável é que essas condições se mantenham durante os próximos três meses (junho-agosto). A temperatura média da superfície do mar (TSM) em maio de 2013 apresentou uma extensa faixa de águas com temperatura entre 18°C e 22°C, junto às costas sul do Equador, Peru e norte do Chile, ainda que na região pacífica do Centro da América e Caribe tenham sido observados valores de TSM entre 26°C a 30°C (Figura 11).

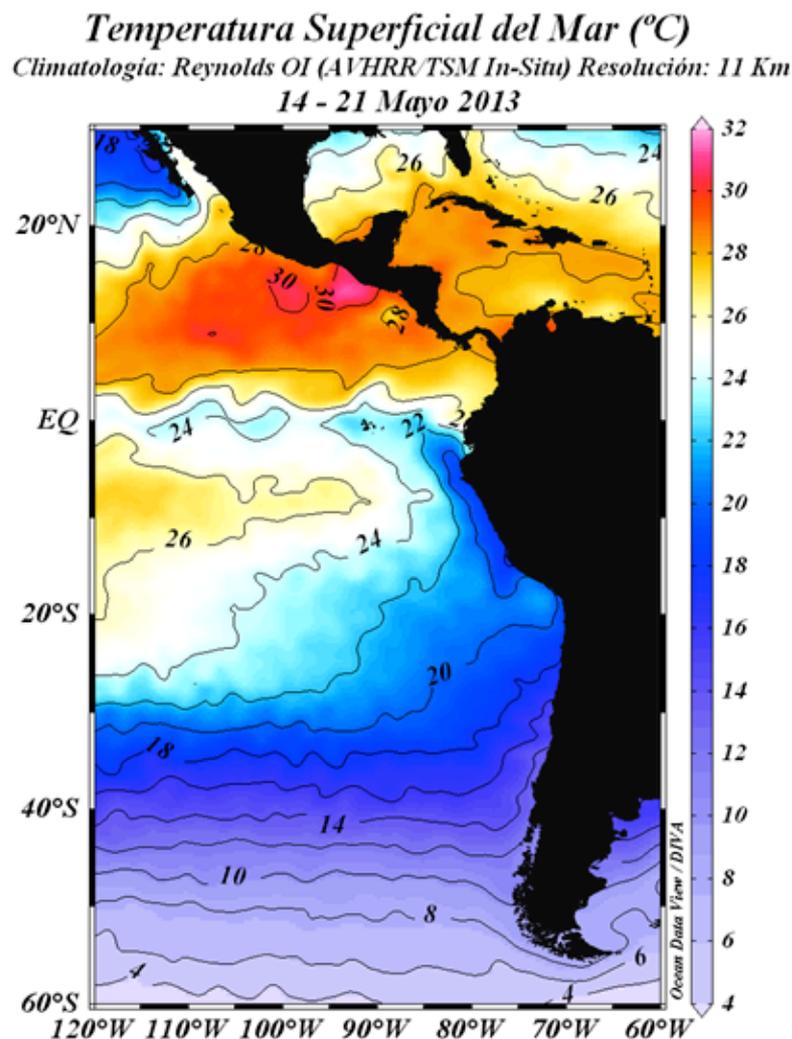


Figura 11. Temperatura Superficial do Mar, semana de 14 a 21 de maio de 2013 (Fonte: NOAA NESDIS OSDPD – Coast Watch, CIIFEN 2013).

6.2.4 Previsões de Modelos Globais

O CRC disponibiliza informações regionais baseadas em modelos de prognóstico global como *Climate Forecast System (CFSv2)* do *National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA)* e do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)*, o modelo ETA do **Centro de Previsão do Tempo e Clima do Brasil (CPTEC)** e o Sistema 4 do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)*.

6.2.5 Sistemas de Monitoramento de Seca

6.2.5.1 Monitoramento de Seca Global SPEI

O Sistema de Monitoramento de Seca em tempo real, baseado no SPEI (*Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index*) foi desenvolvido e é mantido pelo Conselho Superior de Investigações Científicas da Espanha, proporcionando dados atualizados mensalmente para todo o mundo a uma resolução espacial de 0,5°. O sistema permite a consulta e visualização de séries temporais, bem como disponibiliza os dados de forma interativa e em diferentes formatos. O acesso aos dados pode ser feito pelo *site*: <http://sac.csic.es/spei/map/maps.html>.

6.2.5.2 Monitoramento de Seca – Chile

Sistema baseado no IRI/LDEO *Climate Data Library* e consiste em um grupo de mapas e figuras do Chile e suas regiões que mostram as condições de seca atuais e entregam informações sobre a frequência de secas passadas e projeções de condições climáticas futuras. O acesso aos dados pode ser feito pelo *site*:

<http://www.climatedatalibrary.cl/UNEA/maproom/index.html?Set-Language=es>.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil conta com uma série de iniciativas de monitoramento de impacto das mudanças climáticas, entretanto há necessidade de ampliar tal esforço, sobretudo quanto ao fornecimento de informações sobre os impactos socioambientais e que são especialmente relevantes para o planejamento e a tomada de decisão para a adaptação.

No que diz respeito às medições atmosféricas, é importante que haja um esforço para que um banco de dados e rede de comunicação única, com as diversas instituições de monitoramento seja construído. A Rede Nacional de Agrometeorologia, assim como o próprio Hidoweb da ANA, por exemplo, são esforços nesse sentido, porém, direcionados a temas específicos. Seus exemplos podem ser seguidos para a criação de uma base de dados mais ampla. Com um ponto focal de dados atmosféricos e com uma metodologia de tratamento de dados homogênea para as diversas instituições de monitoramento será possível aumentar a eficiência e a qualidade dos esforços para a avaliação dos impactos das mudanças climáticas.

Sobre as medições da química atmosférica, sugere-se a criação de estrutura nacional de inventários de emissões, criando e aperfeiçoando a metodologia, em parceria com o corpo acadêmico, de forma a padronizar as técnicas de medição em nível estadual e municipal.

A utilização da infraestrutura e experiência das redes e sistemas de monitoramento já existentes no tema água (águas superficiais interiores, zonas costeiras e mar continental) é fundamental para o início de um Sistema Nacional de Observação e Monitoramento. Essas redes e sistemas existentes já monitoram indicadores/variáveis que são fundamentais para a compreensão das mudanças climáticas, bem como para subsidiar estudos, previsões e ações que contribuam para reduzir riscos e vulnerabilidades decorrentes de eventos extremos no Brasil.

No entanto, essas redes e sistemas necessitam ampliação, principalmente no sentido de aumentar os números de estações de monitoramento, padronização e envio de dados via web, de modo que os dados monitorados *in situ* possam ser utilizados juntamente com dados obtidos de satélites. Essa associação é fundamental para a elaboração de modelos preditivos confiáveis.

Com relação aos indicadores secundários de impacto da mudança do clima, estes não precedem os estudos de vulnerabilidade e sim fazem parte deles, portanto não parece ser adequado incluí-los no rol de indicadores a serem monitorados ora propostos. As ações de adaptação requerem e decorrem de estudos de vulnerabilidade aprofundados e específicos com apoio da academia e de especialistas para melhor direcioná-las.

Vulnerabilidade é uma condição dinâmica moderada por desigualdades existentes em função de distribuição de recursos, padrões de dominação e marginalização social. Portanto, a redução das vulnerabilidades é um caminho eficaz de adaptação e que traz consigo um sentido de resgate

social e de justiça climática que a torna inseparável do desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, é fundamental que as ações de adaptação se integrem e “contaminem” às demais ações públicas de desenvolvimento sustentável.

A governança da mudança climática deve promover o alinhamento entre as políticas nacionais e as diferentes estratégias regionais e locais de adaptação. O contraste entre estratégias nacionais e locais cria um estado de governança disfuncional ao invés de adaptável, desafiando as possibilidades de desenvolvimento sustentável e de adaptação no país. Transparência é fundamental no processo de construção das políticas, possibilitando assim um entendimento claro de todos os agentes, além de fomentar a estabilidade jurídica.

Acerca da governança do sistema de observação e monitoramento de impactos é determinante assegurar sua descentralização, considerando as dimensões do país e a natureza do fenômeno; a participação social, evitando-se, assim, o excesso de tecnicismo e distanciamento da realidade local; o acompanhamento das metas, ensejando eficácia da gestão do processo; a comunicação continuada, de fácil acesso e entendimento pela sociedade, buscando a constante interação com os grupos sociais mais vulneráveis; além da constante avaliação externa, buscando assegurar a confiabilidade das informações, assim como reduzir a exposição do sistema à sua captura.

Por recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), então sendo implantados três Centros Regionais Climáticos (CRC) no âmbito da Associação Regional III (ARIII), um para a sub-região sul, um para a sub-região norte e outro para a sub-região oeste da América do Sul. O principal objetivo dos centros climáticos é suprir uma demanda por produtos e serviços climáticos aplicáveis a várias atividades, como agricultura, saúde, energia, entre outras, que precisam ser atendidas. Para isto, esses produtos devem estar voltados às necessidades que surgem a partir de fenômenos climáticos característicos de cada região.

O Brasil, devido à sua importância na América do Sul, tanto economicamente como geograficamente, figura como um relevante ator na ARIII, sendo corresponsável pela implantação dos CRCs das sub-regiões norte e sul, em convênio com a Guiana Francesa e a Argentina, respectivamente. A principal instituição envolvida na criação deste Centro é o INMET. O CRC da sub-região Sul já está em desenvolvimento como Centro Virtual, e será mantido pelos serviços meteorológicos Nacionais do Brasil e da Argentina.

Na sub-região oeste da América do Sul o Centro Regional do Clima para o Oeste da América do Sul (CIIFEN) é o responsável pelo CRC que já está em funcionamento na sua fase piloto. Os principais objetivos deste CRC visam: melhoramento das capacidades de prognóstico estacional, análises climáticas e manejo de dados, desenvolvimento de aplicações, ferramentas e metodologias para prevenção de desastres, agricultura e recursos hídricos, execução do Plano de Ação Regional para o prognóstico hidrológico estacional, coordenação de uma iniciativa regional na seca,

iniciativa de investigação dos impactos regionais do ENSO e implantação de um Plano de Mobilização de Recursos e Sustentabilidade. Entre os serviços oferecidos estão: monitoramento do clima, prognóstico regional estacional, diagnóstico climático, previsões de modelos globais e monitoramento de seca.

As informações e sugestões levantadas neste trabalho não esgotam as possibilidades de análise, ao contrário, dá-se início à 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.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012**. 2012. Ed. Especial - Brasília: ANA, 215 p. Disponível em:
<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/Conjuntura2012.pdf> (Acesso em 16 de julho de 2013).

ALLEN R.G., PEREIRA L.S., RAES D., SMITH M. **FAO Irrigation and Drainage Paper nº 56, Crop Evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements, Food and Agriculture Organization - FAO**. 1998. Disponível em: <http://www.kimberly.uidaho.edu/ref-et/fao56.pdf> (Acesso em 18 de julho de 2013).

BARADEL R.R., ROMANI L.A.S. **Agritempo: Manual do Usuário**. 2007. EMBRAPA Informática Agropecuária. Disponível em:
http://www.agritempo.gov.br/Manual_Agritempo.pdf (Acesso em 17 de julho de 2013).

BENNATI, P. **As Negociações sobre Mudanças Climáticas na Perspectiva da Indústria**. 2011. *In*: Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios / editores: Ronaldo Seroa da Motta *et al.* Brasília: Ipea.

BRASIL, 2013. *Site do Governo Brasileiro*. Disponível em:
<http://www.brasil.gov.br/cop17/atuacao-brasileira/o-painel-brasileiro-de-mudancas-climaticas> (Acesso em 15 de julho de 2013).

COEP. **Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade e Adaptação**. 2011. Rio de Janeiro: COEP.

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR. **VIII Plano Setorial para Recursos do Mar**, 42p. Disponível em:
https://www.mar.mil.br/secirm/viii_psrms-2012-2015.pdf (Acesso em 16 de julho de 2013).

EAKIN, H., LUERS, A.L. **Assessing the vulnerability of social-environmental systems**. 2006. Annual Review Environmental Resources, 31:365-394.

FAO. **Framework for Assessing and Monitoring Forest Governance**. 2011. The Program on Forests (Profor), Food And Agriculture Organization Of The United Nations (FAO), Rome. Disponível:
<http://www.fao.org/climatechange/275260cc61ecc084048c7a9425f64942df70a8.pdf> (Acesso em 20 de julho de 2013).

INMET. Nota Técnica 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET: **Rede de Estações Meteorológicas Automática do INMET**. 2011. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Disponível em:
www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo_iframe/pdf/Nota_Tecnica-Rede_estacoes_INMET.pdf (Acesso em 16 de julho de 2013).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.

Síntese de Indicadores Sociais - Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira. 2010. Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica, número 27.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) - Síntese de indicadores 2009.** 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) - Síntese de indicadores 2011.** 2012.

IPCC, **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, Intergovernmental Panel of Climate Change - IPCC, 2006. Disponível em <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> - Acessado em 19 de julho de 2013.

MARENGO, J.A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade – Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao longo do Século XXI.** 2006. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília- DF.

MARENGO, J.A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade – Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao longo do Século XXI.** 2007. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília- DF, 2º edição.

MARENGO, JOSÉ ANTÔNIO. **Cenário climático futuro no Brasil: Amazônia.** 2008. Disponível em: <http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/content/cenario-climatico-futuro-no-brasil-amazonia> (Acesso em julho de 2013).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Consulta Pública: **Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima.** 2012. Apresentação da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do Departamento de Mudanças Climáticas – Ministério do Meio Ambiente (MMA), 06/07/12 - Rio de Janeiro – RJ.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.** 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/9435-fundo-clima-libera-recursos> (Acesso em 18 de julho de 2013).

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. 2013.** Plano Mais Brasil PPA 2012-2015: Relatório de Comunicação à Comissão Mista de Planos, Orçamentos Públicos e Fiscalização do Congresso Nacional (CMO) /Alterações do PPA 2012-2015 / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/SPI. - Brasília: MP/SPI,2013. Disponível em: http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spi/PPA/2012/Atualizacao_do_PPA julho de 2013).

NCCARF. **National Climate Change Adaptation Research Facility.** 2013.

Disponível em: <http://www.nccarf.edu.au/> (Acesso em 9 de julho de 2013).

NRC / COMMITTEE ON INDICATORS FOR UNDERSTANDING GLOBAL CLIMATE CHANGE. **Monitoring Climate Change Impacts: Metrics at the Intersection of the Human and Earth Systems.** 2010. Washington DC: NAP

Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12965.

PALUTIKOF, J. *et al.* **The past, present and future of adaptation: setting the context and naming the challenges.** 2013. *In:* Climate Adaptation Futures. PALUTIKOF, J. *et al.* (Editors), John Wiley & Sons, Oxford. doi: 10.1002/9781118529577.Chapter 1, pg 1-30, 2013.

PBMC, GT2. **Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação às Mudanças.** 2013. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/> (Acesso em maio de 2013).

PPA - Plano Plurianual 2012-2015: **Programa 2050 - Mudança do Clima.**

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/grupo-executivo-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/item/9143> (Acesso em 10 de julho de 2013).

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2013 – Ascensão do Sul: progresso humano num mundo diversificado,** 2013.

RODRIGUES, R.J. **Governança do Clima no Brasil: Desafios e Oportunidades entre Setores Federativos.** 2013. *International Centre for Trade and Sustainable Development* (ICTSD). Pontes, Vol. 09, n.04.

TROTTE, J. Porque Monitorar Permanentemente os Oceanos?

(RMB^o3T/2008). 2008. Disponível em:

https://www.mar.mil.br/diversos/Artigos_selecionados/Documentos/MonitorarOceanos.pdf (Acesso em 18 de junho de 2013).

UNEP. **21 Issues for the 21st Century Results of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues.** 2012. *United Nations Environment Programme* (UNEP). Disponível em:

http://www.unep.org/publications/ebooks/foresightreport/Portals/24175/pdfs/Foresight_Report-21_Issues_for_the_21st_Century.pdf (Acesso em 15 de julho de 2013).

VIOLA, E., BARROS-PLATIAU, A. F. e LEIS, H. R. Governança e Segurança Climática na América do Sul. 2008. Instituto Fernando Henrique Cardoso (iFHC) e Corporación de Estudios para Latino América (CIEPLAN), São Paulo (Brasil) e Santiago de Chile (Chile), 2008. Disponível em:

http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima.../file/publicacoes/politica_economia/portugues/governanca_seguranca_climatica_america_sul.pdf (Acesso em 15 de julho de 2013).

ROMEIRO, V. e PARENTE, V. **Regulação das Mudanças Climáticas no Brasil e o Papel dos Governos Subnacionais.** 2011. *In:* Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios / editores: Ronaldo _2012_2015.pdf. (Acesso em 22 de agosto de 2013).

NCCARF. **Adapting Agriculture to Climate Change - Policy Guidance**

Brief 4. 2013. Disponível em: <http://www.nccarf.edu.au/> (Acesso em 9 de julho de 2013)

ROMEIRO, V. e PARENTE, V. Regulação das Mudanças Climáticas no Brasil e o Papel dos Governos Subnacionais. 2011. *In: Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios* / editores: Ronaldo Seroa da Motta *et al.* Brasília : Ipea.

WORLD BANK. Climate Change Governance. 2009. Policy Research Working Paper 4941, The World Bank Development Economics - World Development Report Team, May 2009. Disponível em: http://www.wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2009/05/19/000158349_20090519144015/Rendered/PDF/WPS4941.pdf (Acesso em 15 de julho de 2013).

Websites Pesquisados:

Agência Nacional de Águas: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.asp> (Acesso em 16 de julho de 2013).

Marinha do Brasil: <http://www.mar.mil.br/> (Acesso em 18 de julho de 2013).

MMA-GT-Adaptação: <http://www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-lima/grupo-executivo-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/item/9143> (Acesso em 5 de julho de 2013).

PNQA: pnqa.ana.gov.br/Estrutura/PNQA.aspx (Acesso em 16 de julho de 2013).

Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas: <http://www.pnqa.ana.gov.br> (Acesso em 16 de julho de 2013).

Rede Clima: <http://redeclima.ccst.inpe.br/> (Acesso em 18 de julho de 2013).

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: <http://www.snirh.gov.br/home/> (Acesso em julho de 2013).

Sistema de Informações Hidrológicas: <http://hidroweb.ana.gov.br/> (Acesso em 16 de julho de 2013).

Sistema Brasileiro de Observação dos Oceanos e Clima: <http://www.goosbrasil.org/> (Acesso em 18 de julho de 2013).

<http://www.agritempo.gov.br/estacoes.html> (Acesso em 15 de julho de 2013).

<http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/home.htm> (Acesso em 22 de julho de 2013).

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2010/default_base.shtm (Acesso em 17 de julho de 2013).

http://www.redemet.aer.mil.br/Rede_Estacoes/rede_ema.html (Acesso em 16 de julho de 2013).

<http://www.sema.ma.gov.br/paginas/view/paginas.aspx?id=1648> (Acesso em 16 de julho de 2013).

<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/969> (Acesso em 18 de julho de 2013).

de 2013).

[http:// www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/969?page=0,2](http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/969?page=0,2) (Acesso em 18 de julho de 2013).

<http://goosbrasil.org> (Acesso em 18 de julho de 2013).

<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/147>