

Capacitação em Gestão de Riscos – 2015

Organização e execução: UFRGS e CEPED/RS

Realização: Ministério da Integração Nacional

Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

Departamento de Minimização de Desastres

CAPÍTULO 8

MONITORANDO OS RISCOS

Porto Alegre, junho de 2015

SUMÁRIO

8. Monitorando os riscos	2
8.1. Monitoramento, alerta e alarme.....	2
8.1.1. Monitoramento global.....	3
8.1.2. Monitoramento nacional	4
8.1.3. Sistemas de Alerta	16
8.1.4. Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta	17
8.1.4.1 Quais dados são utilizados para o monitoramento de desastres no Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta	20
8.1.4.2 Como é o alerta enviado pelo CEMADEN?	21
8.1.5 Outros Exemplos de Sistemas de Alerta	23
8.2. Aparelhamento e Apoio Logístico	24
8.2.1. Estrutura da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) ...	25
8.2.2. Estrutura de Pessoal na COMPDEC	27
8.2.3. Perfil Profissional para Atuação na Proteção e Defesa Civil	28
8.2.4. Estrutura Orçamentária e Financeira na COMPDEC	29
8.2.5. Estrutura de Equipamentos na COMPDEC.....	29
8.2.6. Estrutura dos Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC).....	30
Referências.....	31

8. Monitorando os riscos

Apesar dos avanços relacionados com a implementação de medidas estruturais e não estruturais, não é possível eliminar completamente o risco de ocorrência de desastres, devido a limitações técnicas, financeiras e ambientais, entre outras. Dessa forma, a etapa de monitoramento torna-se essencial para mitigar os danos materiais e humanos de eventuais catástrofes. Essa ação visa, principalmente, identificar o avanço de ameaças naturais, de modo a averiguar se as mesmas representam, ou não, um risco à sociedade.

Nesse sentido, este tópico tem por objetivo possibilitar ao aluno:

- Entender como são monitorados e coletados os dados meteorológicos a nível nacional e mundial;
- Compreender o funcionamento do sistema nacional de monitoramento e alerta no gerenciamento de riscos e desastres;
- Aprender o que é um sistema de alerta e qual é sua importância para a redução do risco de desastres;
- Conhecer qual a logística e aparelhamento necessários para a operação de um órgão municipal de Proteção e Defesa Civil.

8.1. Monitoramento, alerta e alarme

Uma das maneiras existentes para mitigar os desastres naturais consiste no monitoramento contínuo e em tempo real desses processos, bem como a sua modelagem, os quais servem como base para a operação de sistemas de alerta e alarme (KOBINYAMA et al., 2006). O monitoramento é possível, porque as ameaças naturais como, por exemplo, as precipitações extremas ou as vazões de um rio, possuem caráter dinâmico (SHADECK et al., 2013). Nesse sentido, esses eventos podem ser monitorados, permitindo que a defesa civil e os tomadores de decisão estejam preparados para a ocorrência de desastres.

O **monitoramento** consiste na observação e medição contínua dos processos ambientais, enquanto a **modelagem** se refere ao processo de gerar e aplicar modelos. Um modelo é uma representação simplificada da realidade, ou seja, uma aproximação do que realmente irá acontecer. Por meio de monitoramento, é possível identificar as áreas onde desastres naturais podem ser deflagrados e, a partir de simulações, ter informações sobre a magnitude e a dimensão de um provável fenômeno adverso (KOBINYAMA et al., 2006). Já o **alerta** consiste na iminência da probabilidade de um desastre. No momento em que a ameaça ultrapassa o nível crítico é o momento do **alarme**, quando se coloca o plano de contingência em ação.

O monitoramento das condições meteorológicas e ambientais causadoras de desastres necessita de cooperação multidisciplinar, unindo informações de diversos profissionais, como: geólogos, geomorfólogos, hidrólogos, meteorologistas e especialistas em desastres naturais, dentre outros. Para saber se é necessária a emissão de alertas de eminência de um evento adverso, esses profissionais precisam analisar as situações climáticas e ambientais de áreas suscetíveis a desastres naturais.

As séries ou conjuntos de dados climáticos, hidrológicos, biogeofísicos e socioeconômicos utilizadas para realizar o monitoramento são produzidos por diversas agências governamentais brasileiras. Essas informações ajudam os tomadores de decisão, a Proteção e Defesa Civil e a população em geral a **planejar suas ações** frente às condições esperadas, com o intuito de reduzir o risco. A seguir, são apresentadas as principais instituições que disponibilizam essas informações para o monitoramento de desastres no Brasil, e como estes dados são coletados a nível nacional e mundial.

8.1.1. Monitoramento global

A **Organização Mundial de Meteorologia (OMM)** é uma agência das Nações Unidas que fornece informações sobre o estado e comportamento da atmosfera terrestre, sua interação com os oceanos e o clima resultante da distribuição dos recursos hídricos. Ela promove a colaboração entre os serviços meteorológicos e hidrológicos de 169 países signatários, coordenando as atividades de caráter operacional a fim de realizar **observações meteorológicas, climatológicas, hidrológicas e geofísicas**. Dentro outras atividades, a OMM é responsável pela observação, padronização e divulgação dos dados meteorológicos e, dessa forma, possibilita a aplicação da meteorologia na mitigação dos impactos de desastres naturais. O Brasil faz parte da OMM e é representado pelo **INMET**. Além disso, o **Centro de Hidrografia da Marinha (CHM)** também é conveniado a OMM e é responsável pelas atividades de meteorologia marítima.

Para prever o tempo, é fundamental a troca de dados e o intercâmbio livre e irrestrito de informações, produtos e serviços em tempo real. A medição de dados em todo o mundo acontece simultaneamente, em horários estabelecidos pela OMM. Um esquema ilustrativo dos diversos tipos de fontes de dados atmosféricos coletados pode ser visto na Figura 1.

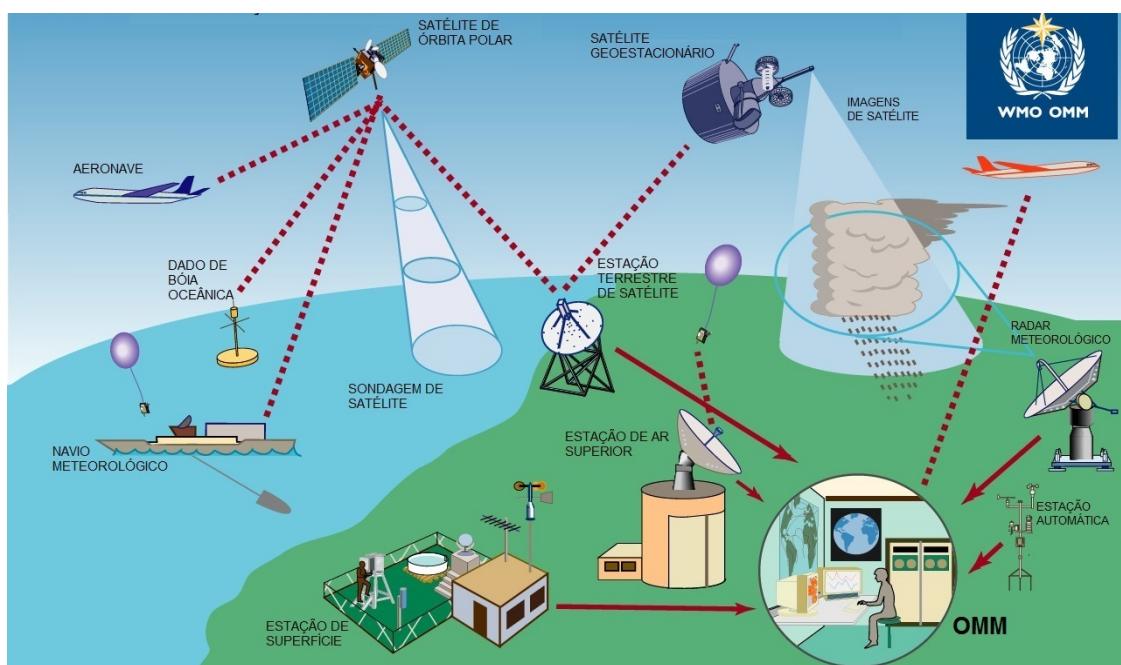


Figura 1. Sistema global de observação de tempo. Fonte: WMO (2015).

A coleta de informações para o monitoramento começa nas **estações meteorológicas de superfície**, tanto convencionais (manuais) como automáticas. Entretanto, apesar de

serem numerosas, as estações meteorológicas não cobrem todo o globo. Por isso, **miniestações** espalhadas em locais como aeroportos, as quais medem ventos, pressão atmosférica, precipitação pluvial e umidade do ar, também são utilizadas. Há também instrumentos mais simples como pluviômetros feitos em casa com garrafa pet, bastante utilizados no Brasil por pessoas da própria comunidade que são treinadas para lê-lo.

Além disso, atualmente, cerca de três mil **aviões comerciais** conveniados à OMM voam por áreas de grandes altitudes que as estações terrestres não cobrem. Esses aviões viajam a quase 11 mil metros de altura, onde as condições de tempo são diferentes da superfície e, por isso, esses dados são valiosos apesar de o globo não ser totalmente coberto por essas aeronaves. Acima dos aviões, existem os **balões meteorológicos**, que podem atingir 30 mil metros de altitude. Eles carregam instrumentos que medem a pressão atmosférica, a temperatura e a umidade relativa do ar. A partir do monitoramento da posição do balão, é possível checar também a direção e velocidade do vento.

A captação de dados no mar é realizada a partir de **boias meteorológicas e de navios mercantes, militares e de passageiros**. Os navios e as boias transmitem dados como os de chuva e de ventos. Outra ferramenta fundamental consiste nas **imagens de satélite**, que mostram a movimentação das nuvens, ajudando a compreender a dinâmica de chuvas e temperaturas. Elas podem mostrar ainda, a temperatura, o vapor d'água e a umidade relativa do ar. Os **radares meteorológicos** também auxiliam a medir o vapor d'água contido na atmosfera, identificando a aproximação e presença de nuvens e chuva.

A OMM disponibiliza todos esses dados na forma de gráficos, tabelas e mapas, os quais, em razão da sua complexidade e especificidade, são utilizados diretamente por meteorologistas para a previsão do tempo. Ressalta-se que mesmo com tantos dados, poderosos computadores e modelos, a previsão depende fundamentalmente da contribuição que os meteorologistas fazem ao interpretarem essas informações.

8.1.2. Monitoramento nacional

No Brasil, o monitoramento de desastres é realizado por diversas organizações, como por exemplo, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), a Agência Nacional de Águas (ANA), entre outros. Ressalta-se que existem também várias organizações estaduais que realizam o monitoramento meteorológico e hidrometeorológico. No entanto, nesse capítulo será dado um enfoque as instituições nacionais que fornecem dados à Proteção e Defesa Civil para o monitoramento de desastres.

O **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)** é o órgão responsável pela observação, coleta, armazenamento e **distribuição de dados meteorológicos**, sendo também responsável pelo tráfego das mensagens coletadas pela rede de observação meteorológica da América do Sul. Os dados coletados nas **estações automáticas** do INMET são disseminados, de forma gratuita e em tempo real na internet (Figura 2), e têm aplicação em todos os setores da economia brasileira, especialmente no setor agropecuário e em apoio à Proteção e Defesa Civil.

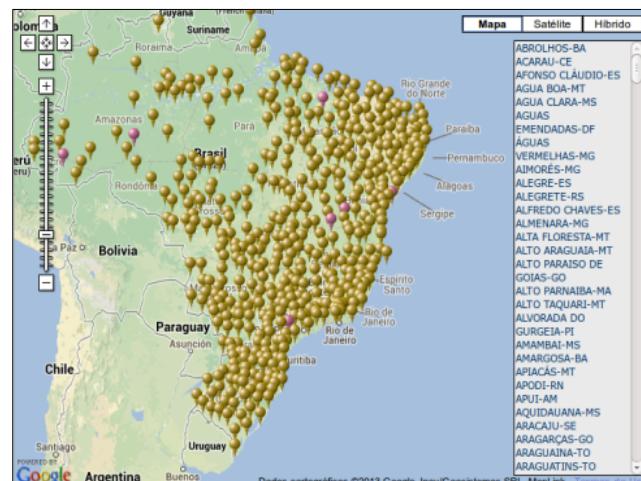


Figura 2. Estações meteorológicas de observação de superfície automática. Fonte: INMET.

Para acessar os dados das estações automáticas do INMET Acesse o link <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>, no "Saiba Mais". Nessa plataforma são fornecidas informações como, por exemplo, pressão atmosférica, temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar e velocidade do vento (Figura 3). Também é possível elaborar gráficos com essas informações. Para obter esses dados basta selecionar a estação desejada e fornecer o período requerido para a consulta.

Consulta Dados da Estação Automática: GOIOÃŠRE (PR) Fechar

Observação: Estes são dados brutos e sem consistência com o único objetivo de deixá-los disponíveis de forma imediata.
Uma nova versão apresentará os dados depois de verificação de consistência.

Data Inicial:	29/05/2015	Data Final:	29/05/2015																	
Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m²)			Chuva (mm)
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJ/m²)	(mm)		
29/05/2015	00	13.8	14.9	13.8	90	90	84	12.2	12.3	12.0	964.8	964.8	964.5	1.2	248°	2.1	-3.54	0.0		
29/05/2015	01	12.9	13.8	12.9	95	95	90	12.1	12.4	12.1	964.8	965.0	964.7	1.9	249°	3.1	-3.54	0.0		
29/05/2015	02	12.1	12.9	12.1	97	97	95	11.6	12.1	11.6	965.1	965.1	964.7	1.9	262°	2.9	-3.54	0.0		
29/05/2015	03	11.8	12.3	11.8	97	97	97	11.3	11.8	11.3	964.5	965.1	964.5	1.1	257°	2.4	-3.54	0.0		
29/05/2015	04	11.3	11.8	11.3	98	98	97	10.9	11.4	10.9	963.9	964.5	963.9	0.6	277°	2.0	-3.54	0.0		
29/05/2015	05	11.1	11.4	10.9	98	98	97	10.8	11.0	10.5	963.7	963.9	963.7	1.1	232°	1.9	-3.53	0.0		
29/05/2015	06	10.3	11.1	10.3	98	98	98	10.0	10.8	10.0	962.9	963.7	962.9	1.1	255°	1.9	-3.45	0.0		
29/05/2015	07	10.4	10.7	10.1	98	98	98	10.1	10.4	9.8	962.3	962.9	962.3	0.4	189°	2.1	-1.73	0.0		
29/05/2015	08	10.4	10.6	10.3	98	98	98	10.2	10.3	10.0	962.1	962.4	962.1	0.1	62°	1.3	-2.66	0.2		
29/05/2015	09	10.1	10.4	10.1	98	98	98	9.8	10.2	9.8	962.3	962.3	962.0	0.7	92°	1.8	-2.35	0.0		
29/05/2015	10	10.4	10.6	10.0	98	98	98	10.2	10.3	9.8	962.8	962.8	962.2	0.7	69°	2.3	-1.35	0.0		
29/05/2015	11	10.5	10.7	10.3	98	98	98	10.2	10.4	10.0	963.2	963.2	962.8	1.2	99°	2.5	71.00	0.0		
29/05/2015	12	11.0	11.2	10.3	98	98	98	10.8	10.9	10.1	964.1	964.1	963.2	0.4	24°	3.0	287.8	0.0		
29/05/2015	13	13.0	13.0	11.1	98	98	98	12.8	12.8	10.9	964.4	964.4	964.1	1.7	113°	3.0	889.7	0.0		
29/05/2015	14	16.4	16.4	13.0	97	98	97	15.9	15.9	12.7	963.7	964.4	963.7	1.5	182°	3.4	1550.	0.0		
29/05/2015	15	17.8	18.3	16.0	68	97	65	11.7	15.8	11.2	962.9	963.7	962.9	1.5	174°	3.8	1889.	0.0		
29/05/2015	16	17.7	18.9	17.2	63	72	60	10.5	12.0	10.5	962.1	962.9	962.1	0.4	185°	3.1	1282.	0.0		
29/05/2015	17	19.4	19.7	17.6	56	75	55	10.4	13.2	9.7	961.6	962.1	961.6	3.3	271°	5.1	2414.	0.0		
29/05/2015	18	19.1	19.4	18.3	63	66	54	12.0	12.0	9.5	961.1	961.6	961.1	2.3	234°	5.1	1641.	0.0		
29/05/2015	19	18.0	19.4	17.8	67	69	57	11.7	12.1	10.2	961.2	961.3	961.1	2.6	275°	5.1	1145.	0.0		
29/05/2015	20	16.4	18.1	16.4	76	76	65	12.1	12.3	11.0	961.4	961.4	961.2	1.5	263°	4.3	565.6	0.0		
29/05/2015	21	14.7	16.4	14.7	87	88	76	12.6	13.1	12.0	961.3	961.4	961.2	1.0	222°	2.3	93.73	0.0		
29/05/2015	22	14.0	14.9	14.0	88	89	84	12.0	12.6	11.6	961.6	961.6	961.3	0.1	289°	1.7	-3.54	0.0		
29/05/2015	23	13.2	14.0	12.8	94	94	85	12.3	12.3	11.4	962.1	962.1	961.6	1.5	67°	2.2	-3.54	0.0		

Figura 3. Dados da estação automática Goioere (PR), para o dia 29/05/2015. Fonte: INMET.

O INMET possui, ainda, um **banco de dados meteorológicos** com um acervo de informações diárias coletadas desde 1961. Além de dados meteorológicos históricos, essa plataforma contém aproximadamente 12 milhões de documentos.

Para acessar o banco de dados meteorológicos é necessário fazer um cadastro no site do INMET, através do link <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Após o cadastramento, é possível consultar séries históricas (horárias, diárias e mensais) para cada uma das regiões ou estados brasileiros (Figura 4).

BDMEP - Série Histórica - Dados Horários

Período - Data inicio (dd/mm/aaaa) : fim :

Região : Todas (OU) Estado : Todos

Selecionar Variáveis :

- Temp Bulbo Seco(°C)
- Umidade Relativa(%)
- Direção do Vento(*Codigo)
- Nebulosidade
- Temp Bulbo Úmido(°C)
- Pressão Atm nível Estação(mbar)
- Velocidade do Vento(m/s)

Pesquisa

Figura 4. Interface do banco de dados meteorológicos do INMET. Fonte: INMET.

Por fim, o INMET elabora e divulga, diariamente, a previsão do tempo para todos os estados brasileiros, suas capitais e microrregiões em períodos de 24, 48 e 72 horas de antecedência. Análises descritivas da situação observada no país, em quatro horários padrões, também são disponibilizadas pelo INMET.

Para acessar a previsão do tempo elaborada pelo INMET, acesse o site inmet.gov.br. Nessa plataforma é possível observar alguns avisos elaborados, como por exemplo, previsões de geada, declínio de temperatura, vendavais, entre outros (Figura 5).

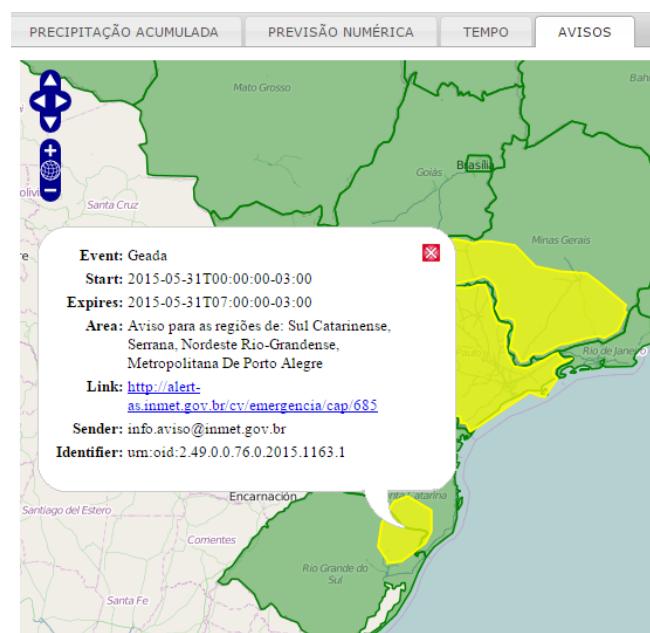


Figura 5. Previsão de geada para as regiões sul catarinense, serrana, nordeste rio-grandense e metropolitana de Porto Alegre no dia 31/05/2015. Fonte: INMET.

Atualmente, o Brasil iguala-se aos países mais avançados na previsão de tempo e, principalmente, na previsão climática. Um dos responsáveis por esse avanço é o **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)**, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O CPTEC integra informações de diversas fontes de observações da atmosfera, de superfície e de sensoriamento remoto, no intuito de subsidiar e desenvolver modelos numéricos de previsão de tempo, clima e condições químicas da atmosfera (CPTEC, 2015).

O CPTEC tem contribuído para a previsão de secas, estiagens e eventos adversos de natureza hidrológica, favorecendo a tomada de decisões na área de Proteção e Defesa Civil e gerenciamento de recursos hídricos no Brasil. Para tanto, são acompanhadas as variações de temperatura das águas de superfície dos oceanos Pacífico Atlântico e Índico e, em especial, a monitoramento do fenômeno El Niño.

Esse Centro realiza previsão de tempo diária e previsão mensal de clima (Figura 6A), através da utilização de modelos numéricos e de estudos de modelagem global e regional. Para tal, o CPTEC conta com o supercomputador “CRAY XT6” (Figura 6B), o qual possibilita melhorar a resolução espacial dos modelos de previsão de tempo, de clima sazonal, qualidade do ar e de projeções de cenários de mudanças climáticas.

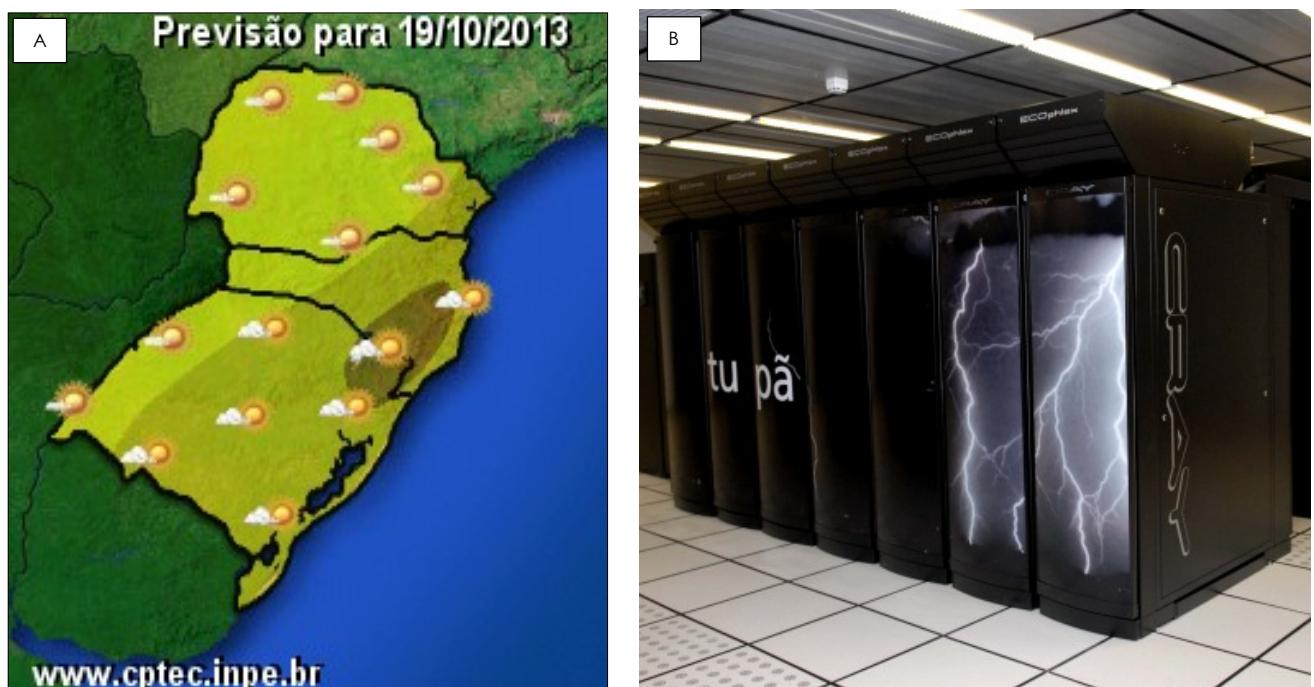


Figura 6. (A) Previsão diária de tempo; (B) supercomputador CRAY YT6, conhecido como TUPÃ. Fonte: CPTEC/INPE.

Os agentes de Proteção e Defesa Civil podem acessar as previsões realizadas pelo CPTEC, através do link <http://bancodedados.cptec.inpe.br>. Além das previsões climáticas, nesse site é possível obter estatísticas, dados históricos, entre outras informações relevantes para o monitoramento de desastres.

Por se tratar de um Centro que integra operação e formação de profissionais, o CPTEC desenvolve e aperfeiçoa continuamente seus modelos numéricos para simulação de tempo e clima. O resultado disso são previsões confiáveis e com maior antecedência. No

entanto, mesmo se tratando de uma ciência exata, o resultado na prática pode variar porque a natureza é surpreendente e, muitas vezes, ocorrem erros nas medições (dados de entrada para o cálculo dos modelos). Isso gera erros nos resultados finais. Por isso a necessidade de um profissional meteorologista, pois sua experiência e perspicácia faz toda a diferença para análise da previsão.

Atualmente as previsões são geradas para até 15 dias, com 98% de acerto para as primeiras 48h, atingindo 70% com cinco dias de antecedência. A tendência com as inovações tecnológicas e constante atualização do sistema computacional é de que as previsões alcancem períodos mais longos, mantendo a confiabilidade. Como exemplo disso cita-se o modelo regional **BRAMS** (*Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System*), que possui uma resolução de 5 km (Figura 7). Isto significa ter capacidade para gerar previsões com maior grau de detalhamento.

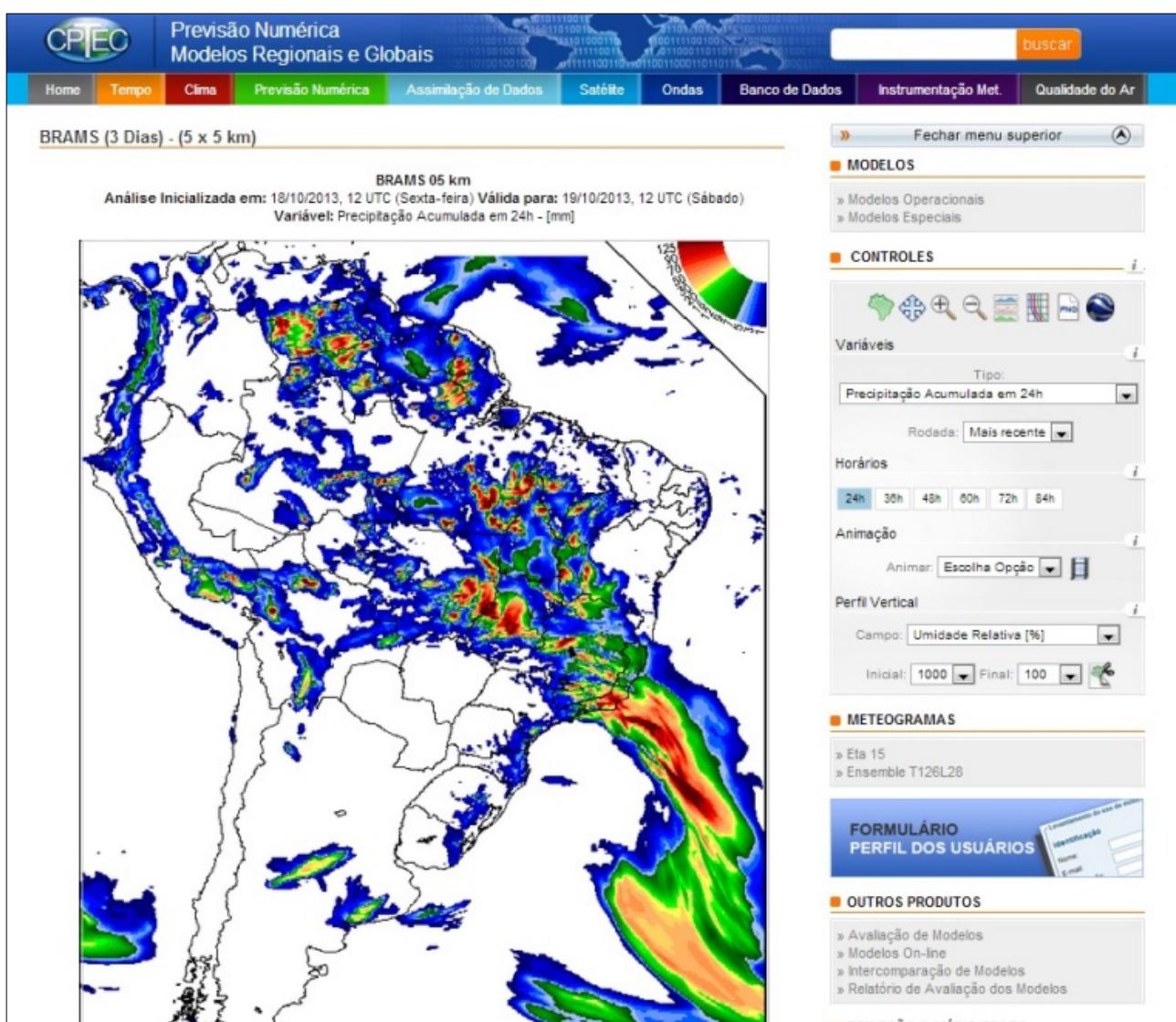


Figura 7. Modelo regional BRAMS 5 km. Fonte: CPTEC/INPE.

Para acessar a plataforma do Modelo Regional BRAMS do CPTEC/INPE:
<http://previsaonumerica.cptec.inpe.br/golMapWeb/DadosPages?id=Brams5>

O **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**, além de se dedicar a elaboração de previsões climáticas, possui um portal para o **Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Essa plataforma inclui o monitoramento operacional de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites, e o cálculo e previsão do risco de fogo da vegetação. Os dados são atualizados a cada três horas e o acesso às informações é livre.

Na aba “**situação atual**” do portal, é possível visualizar os focos de queima de vegetação nas últimas 24 horas. Várias opções podem ser selecionadas, alterando as representações gráficas conforme as preferências do usuário. Passando o mouse sobre os títulos e figuras são indicadas as opções existentes (Figura 8).

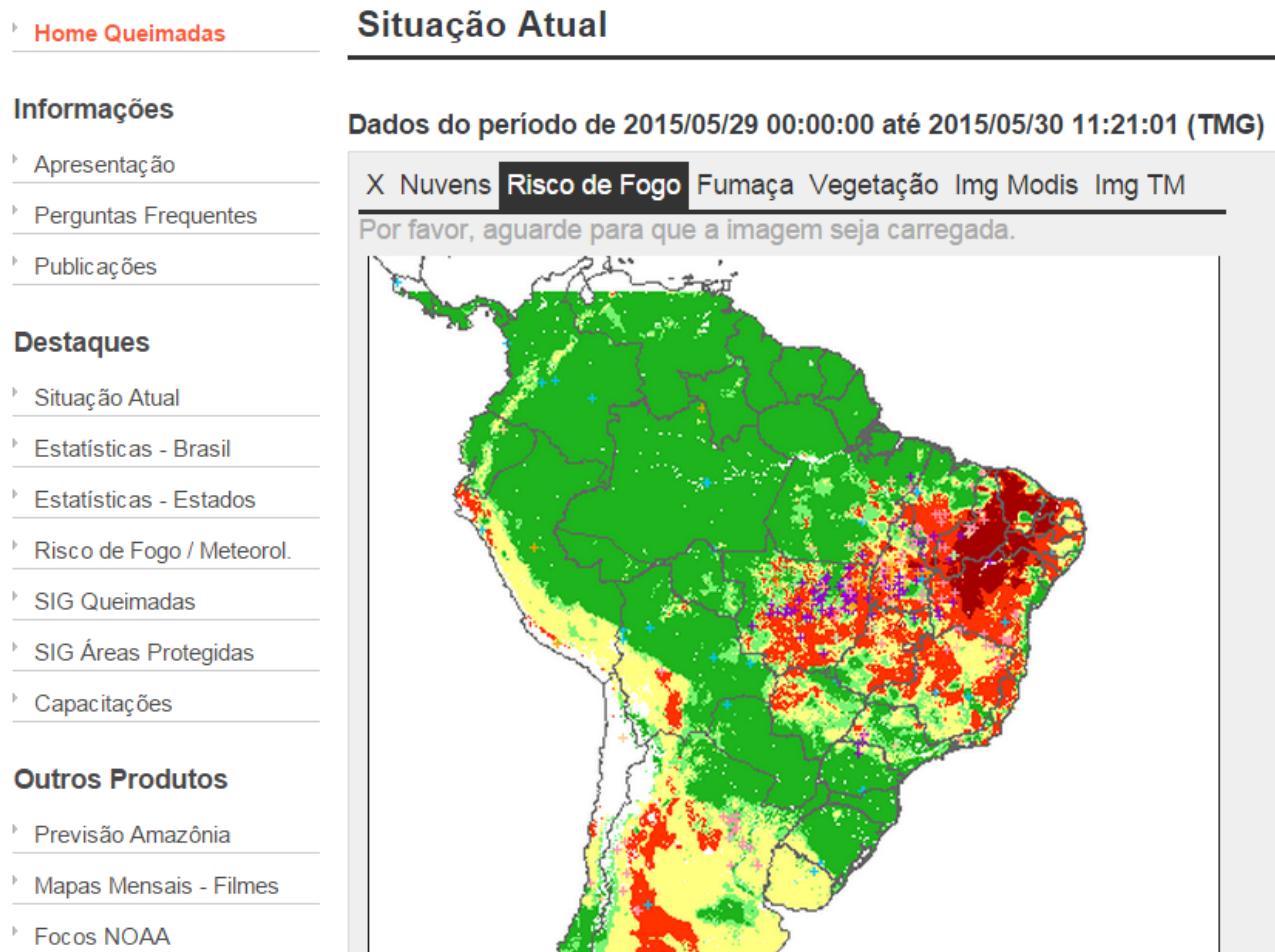


Figura 8. Risco de fogo para o período de 29/05/2015 a 30/05/2015.

Fonte: INPE. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/sitAtual.php>.

Na plataforma de Monitoramento de Queimadas e Incêndios é possível acessar outras ferramentas relevantes (Figura 9), como por exemplo:

- **SIG Focos-Geral:** permite visualizar os focos de queimada em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), com opções de períodos, regiões de interesse, satélites, planos de informação (por exemplo, desmatamento, hidrografia, estradas), além da exportação dos dados no formato .txt, .html, .shp e .kmz. Para

acessar essa ferramenta através do link: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>.

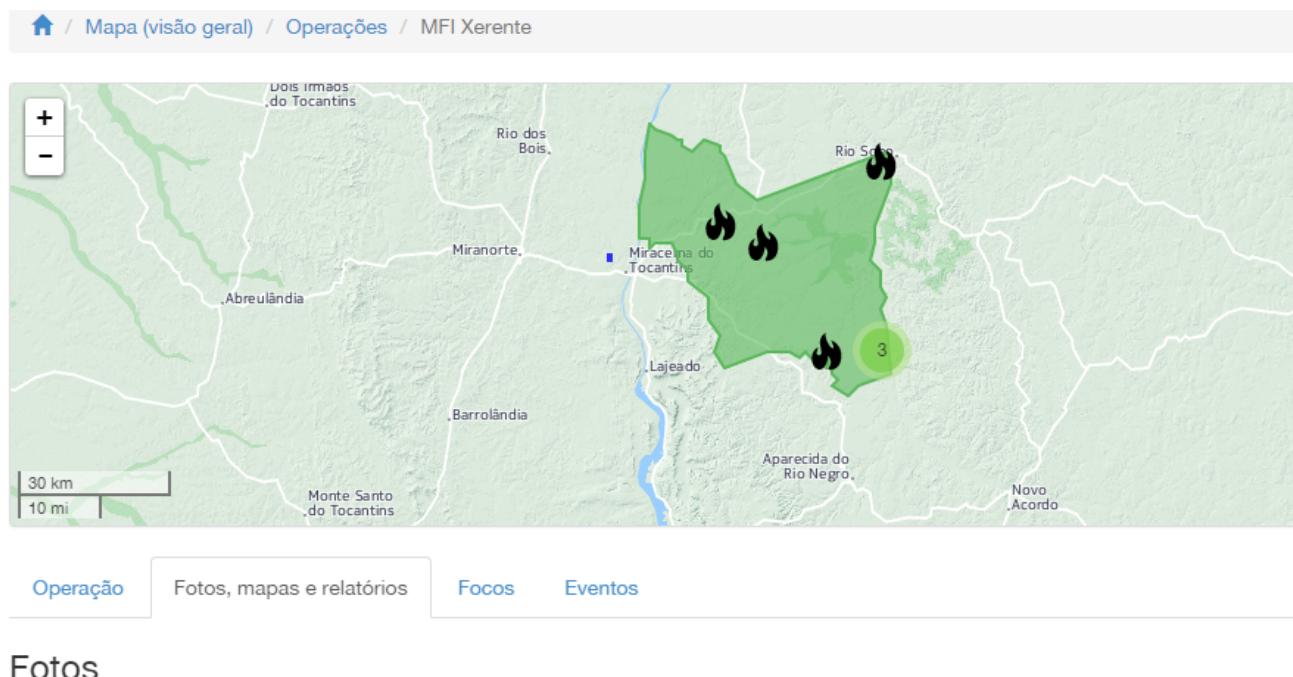
- **SIG Focos-Áreas Protegidas:** esse instrumento é semelhante ao do item anterior, mas dedicado à ocorrência de queimadas em Áreas de Preservação, como Parques, Florestas, Reservas Biológicas municipais, estaduais e nacionais, e Terras Indígenas. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/sitAreaProt.php>.
- **Relatório Atual:** contém o último resumo do monitoramento de queimadas em formato .pdf, que pode ser salvo pelo usuário para análise detalhada dos dados. O usuário também pode receber esses relatórios automaticamente por e-mail ao se cadastrar no site;
- **Risco de Fogo:** Essa ferramenta apresenta a simulação do risco de fogo da vegetação estimado no presente, e suas previsões futuras (diárias, semanais e mensais), bem como o "fogograma" para qualquer local selecionado com o mouse no mapa. Link: <http://www.inpe.br/queimadas/abasFogo.php>.



Figura 9. Ferramentas para o monitoramento de queimadas disponíveis no portal para o Monitoramento de Queimadas e Incêndios do INPE. Fonte: INPE.

Além desse portal, o INPE, em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Proteção e Defesa Civil Nacional, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a Funai, criou em 2014 o **Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional (CIMAN)**, para monitorar as queimadas e focos de incêndio em todo o país. Cada instituição envolvida contribui com dados e informações de maneira a promover livre acesso e transparência às ações federais que são implementadas, focando principalmente nas grandes operações de combate ao fogo. No **CIMAN Virtual**, é possível a troca de informações entre as brigadas de incêndio e todos os gestores, o que permite maior agilidade na troca de informações.

Nessa plataforma é possível acessar os focos de incêndio, sua previsão de ocorrência e as operações de combate ao fogo mais recentes. Após selecionar uma operação, é possível visualizar informações como, por exemplo, situação atual, instituições envolvidas, brigadas envolvidas, detalhes do incêndio, recursos empregados, fotos, mapas e relatórios (Figura 10). A plataforma permite realizar diversas buscas, pelo nome do município, estado e instituição.



Fotos



Figura 10. Visão geral da operação de monitoramento e combate a fogo Xerente na plataforma CIMAN. Fonte: INPE. Disponível em: <http://sirc.dgi.inpe.br/ciman/operacoes/visualiza/12>.

A **Agência Nacional de Águas (ANA)** tem, dentre suas atribuições definidas no Art. 4º da Lei nº 9.984/2000, a tarefa de planejar e promover ações destinadas a prevenir e minimizar os efeitos de secas e inundações, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos estados e municípios.

Dessa forma, a ANA realiza o monitoramento hidrometeorológico no país, mensurando o volume de chuvas, a evaporação da água, o nível e a vazão dos rios, a quantidade de sedimentos e a qualidade das águas. Essas informações estão disponíveis no **Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb)**, o qual trata-se de uma importante ferramenta para a Proteção e Defesa Civil, pois os dados coletados podem ser utilizados para elaborar previsões, definir políticas públicas e avaliar a disponibilidade hídrica.

Em 2012, a ANA passou a disponibilizar seus dados hidrológicos em uma plataforma web-SIG denominada **HidroWeb 2**. Na tela principal desta aplicação, apresentada na Figura 11, são mostradas estações fluviométricas (triângulos vermelhos), pluviométricas (círculos

azuis) e fluviométrica/pluviométrica (quadrados verdes) existentes. O aplicativo possui diversas funcionalidades, como a medição de feições no mapa, criação de legendas, e importação dos dados, entre outras.

O sistema Hidroweb pode ser acessado no link: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Para extrair as informações hidrológicas dessa plataforma é necessário executar os seguintes passos:

- 1- Selecione o menu “Informações Hidrológicas” e posteriormente “Séries Históricas”;
- 2- Na janela seguinte informe o tipo de estação (fluviométrica ou pluviométrica) e insira o nome da estação, rio, município ou estado que procura, ou então o código da bacia ou sub-bacia. Posteriormente clique em listar, para que seja aberta uma tabela com os resultados da consulta;
- 3- Selecione a estação desejada. Aparecerá então a opção de selecionar a série de cotas (cm), vazões (m³/s), qualidade de água, resumo de descarga, sedimentos, curva de descarga e perfil transversal. Após escolher o tipo de série desejada clique em “Arquivo access”(.mdb) ou então em “Arquivo texto”(.txt).

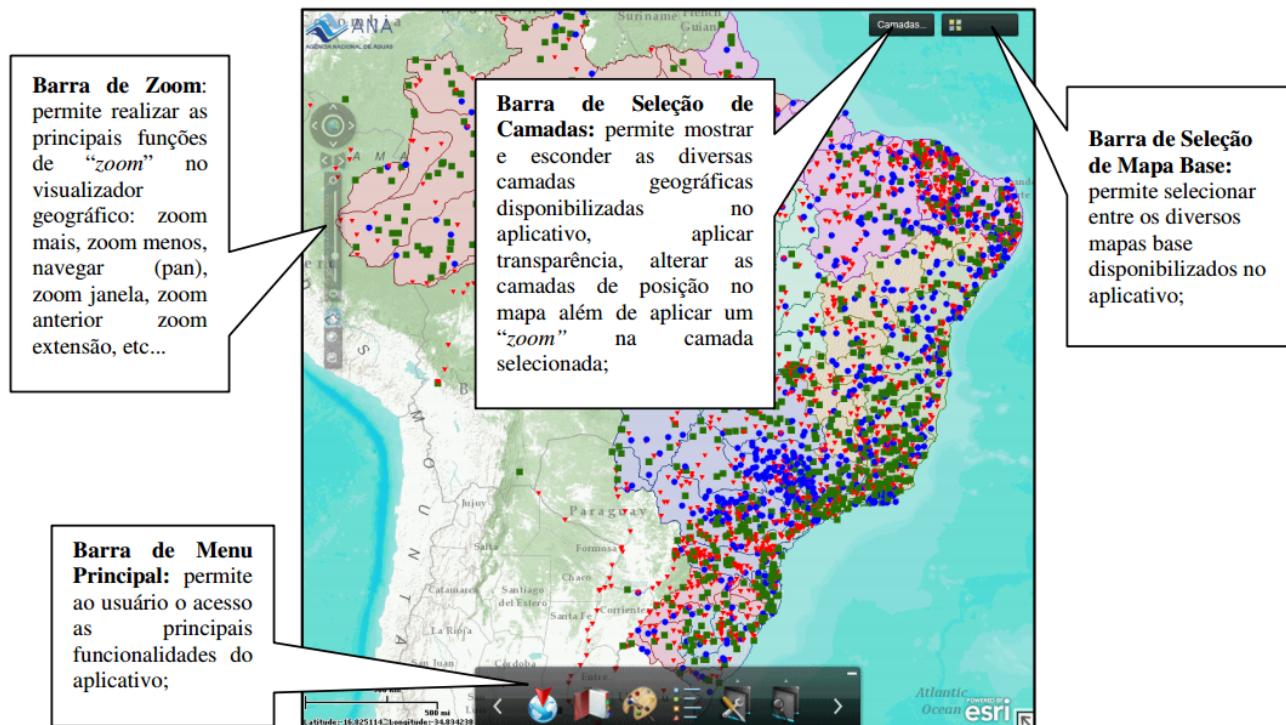


Figura 11. Partes integrantes da aplicação do HidroWeb 2. Fonte: Silva et al. (2013).

A ANA também disponibiliza suas informações a partir do **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)**, o qual tem como objetivo a publicação dos dados hidrológicos provenientes do monitoramento realizado por meio da Rede Hidrometeorológica Nacional. Neste Portal estão disponíveis o **Sistema de Monitoramento Hidrológico (Telemetria)**, o **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos**, bem como **mapas diversos** (outorgas, vulnerabilidade a inundações, etc.).

Para acessar as informações disponibilizadas pelo sistema SNIRH, entre no site:
<http://www2.snirh.gov.br/home/>

Finalmente, por meio da **Sala de Situação da ANA**, eventos adversos como secas e inundações são monitorados em tempo real, fornecendo respostas com maior agilidade e precisão. A Sala de Situação tem por objetivo acompanhar as tendências hidrológicas em todo o país, com a análise da evolução das chuvas, dos níveis e das vazões dos rios e reservatórios, da previsão do tempo e do clima, bem como a realização de simulações matemáticas. Ela subsidia a tomada de decisões por parte de sua Diretoria Colegiada, em especial, na operação de curto prazo de reservatórios. Atualmente, o foco da Sala de Situação é o monitoramento de bacias hidrográficas consideradas prioritárias, sistemas de reservatórios, sistemas de alerta hidrológicos já implantados no País e decretações de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública (ANA, 2015).

Para assistir um vídeo sobre o funcionamento da **Sala de Situação** da ANA, acesse o "Saiba Mais"

A partir dos dados provenientes do INMET, do CPTEC, da ANA e de outras agências, o **Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)** é encarregado por **monitorar e emitir alertas de desastres** para o CENAD. O CEMADEN, localizado na cidade de Cachoeira Paulista, foi criado por meio do Decreto 7.513/2011, e é vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Segundo este decreto, compete ao CEMADEN:

- i. elaborar alertas de desastres naturais relevantes para ações de proteção e de defesa civil no território nacional;
- ii. elaborar e divulgar estudos visando à produção de informações necessárias ao planejamento e à promoção de ações contra desastres naturais;
- iii. desenvolver capacidade científica, tecnológica e de inovação para continuamente aperfeiçoar os alertas de desastres naturais;
- iv. desenvolver e implementar sistemas de observação para o monitoramento de desastres naturais;
- v. desenvolver e implementar modelos computacionais para desastres naturais;
- vi. operar sistemas computacionais necessários à elaboração dos alertas de desastres naturais;
- vii. promover capacitação, treinamento e apoio a atividades de pós-graduação, em suas áreas de atuação; e
- viii. emitir alertas de desastres naturais para o CENAD, do Ministério da Integração Nacional, auxiliando o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

O CEMADEN tem por objetivo principal desenvolver, testar e implementar um sistema de **previsão de ocorrência de desastres naturais** em áreas suscetíveis de todo o Brasil, sendo responsável por gerenciar as informações emitidas pelos radares meteorológicos, pluviômetros, dados provenientes de previsões climáticas, plataformas de coleta de dados, equipamentos de análise de solo e imagens de satélites, **repassando posteriormente estas informações para os órgãos competentes em todo o Brasil**, visando à antecipação perante possíveis ocorrências de desastres naturais. Além disso, o CEMADEN realiza pesquisas que contribuem para aperfeiçoar o sistema de monitoramento e alerta, bem como para a produção de informações necessárias ao planejamento e à promoção de ações contra desastres naturais.

A **Sala de Situação do CEMADEN** tem capacidade para 25 analistas, para operação em regime de 24 horas por dia/ 7 dias por semana e equipamentos como videowall, gabinete de crise dotado de sistemas de teleconferência, modernos computadores e sistemas de fornecimento de energia elétrica em caso de *blackout* (Figura 12).



Figura 12. Sala de Situação do CEMADEN, onde são monitoradas as situações de risco em todo o país. Fonte: CEMADEN.

Este Centro entrou em operação no dia 02/12/2011, e atualmente monitora 888 municípios prioritários, em todas as regiões brasileiras. A condição básica para um município ser monitorado é possuir um mapeamento de suas áreas de risco de escorregamentos, inundações, solapamentos e terras caídas, além da estimativa da extensão dos prováveis danos decorrentes de um desastre natural.

Para acessar a página do CEMADEN, entre no link <http://www.cemaden.gov.br>. O site fornece informações sobre as linhas de pesquisa e desenvolvimento, projetos atuais, e sobre o funcionamento do sistema de operação e modelagem. Além disso, nesse site é possível obter acesso ao **Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais**, o qual permite obter informações espaciais sobre os municípios monitorados, radares meteorológicos, satélites, estações pluviométricas e hidrológicas, bem como fazer o download dos dados. A interface desse mapa interativo é apresentada na Figura 13.

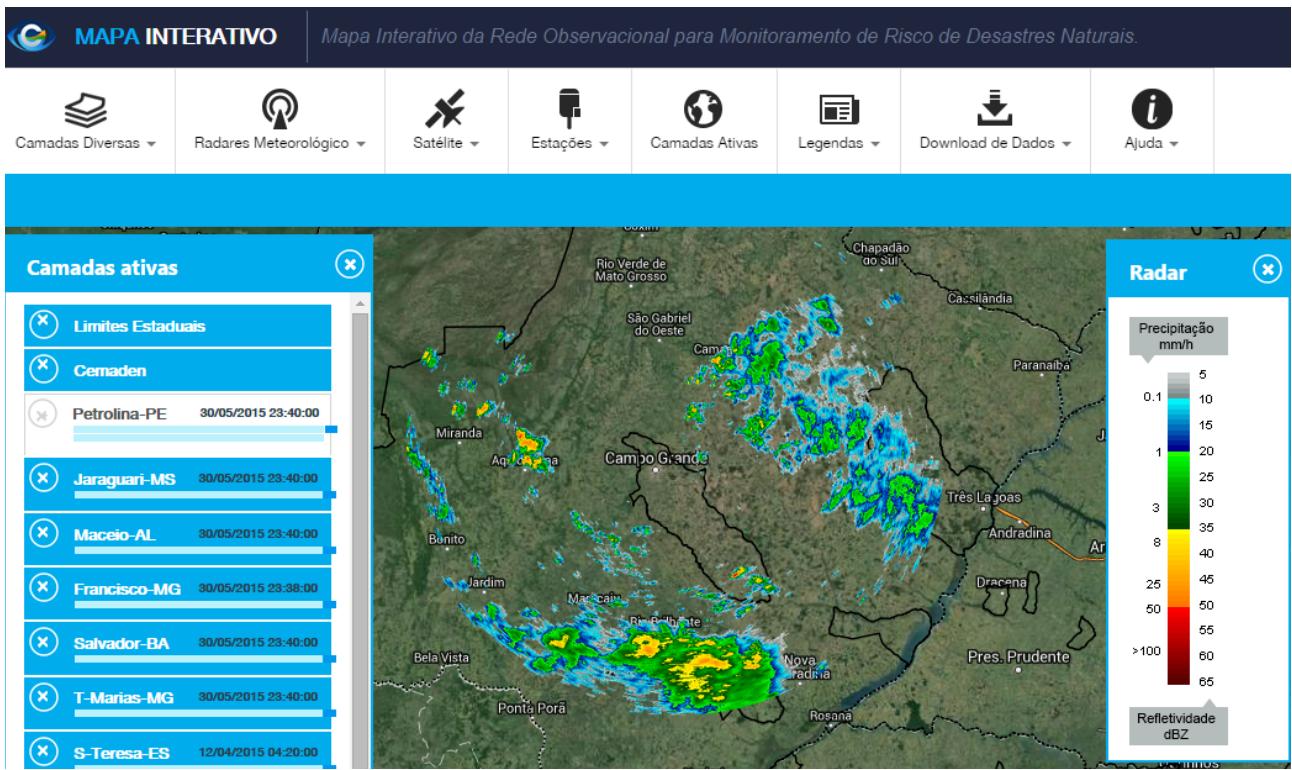


Figura 13. Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais. Fonte: CEMADEN.

Quando o alerta de desastre é emitido, este é **repassado imediatamente** para o **Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)**, que redistribui a informação à Defesa Civil Estadual e Municipal, a fim de que sejam tomadas as devidas providências. O CENAD foi criado pelo Decreto Nº 5.376/2005, pertence ao Ministério da Integração Nacional e é coordenado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Tem como objetivo gerenciar ações estratégicas de preparação e de resposta a desastres em todo território nacional e, eventualmente, também no âmbito internacional. O CENAD é, portanto, o **órgão operacional da Defesa Civil no Brasil** e, tal como o CEMADEN, funciona de forma ininterrupta.

Ao CENAD cabe consolidar as informações a respeito dos riscos no país (mapas de áreas de risco, dados relativos à ocorrência de desastres e os danos associados), com o intuito de apoiar os estados e municípios nas ações de preparação para desastres junto às comunidades vulneráveis. O detalhamento do funcionamento CENAD e do Sistema Nacional de Alerta será apresentado posteriormente, no item 8.1.4 deste capítulo.

A definição dos municípios prioritários para monitoramento foi baseada em critérios como número de mortes, frequência de grandes eventos destrutivos e população atingida ou afetada. Tais dados foram obtidos a partir das informações dos arquivos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Para obter mais informações sobre o CENAD, acesse <http://www.mi.gov.br/web/guest/defesa-civil/cenad/apresentacao>.

Por fim, ressalta-se que além dos centros nacionais de coleta, análise e previsão de tempo mencionados neste capítulo, existem ainda no Brasil diversos órgãos regionais de análise e previsão de tempo e clima. Entre estes, destacam-se:

- Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO): <http://www.fepagro.rs.gov.br>;
- Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM): <http://ciram.epagri.sc.gov.br>;
- Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM): <http://www.sipam.gov.br>;
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCeme): <http://www.funceme.br>;
- Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR): <http://www.simepar.br>.

8.1.3. Sistemas de Alerta

A Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD) da ONU (UNISDR, 2009), define os sistemas de alerta como um conjunto de capacidades necessárias para **gerar e difundir informação de alerta** que seja **oportuna e significativa**, com a finalidade de permitir que as pessoas expostas à uma ameaça se preparem e atuem de forma apropriada e com tempo de antecedência suficiente para reduzir perdas e danos.

De maneira similar, para a Organização dos Estados Americanos (OEA, 2010) um sistema de alerta consiste na **transmissão rápida de dados** que ative **mecanismos de alarme** em uma **população previamente organizada e capacitada** para **reagir de maneira antecipada**. O fornecimento de informação se realiza por meio das instituições encarregadas, o que permite que as pessoas expostas à ameaça tomem ações para reduzir o risco e se preparem para uma resposta efetiva.

Os sistemas de alerta possibilitam que seja conhecido previamente e com certo nível de precisão, **em que tempo e em que local, uma ameaça pode desencadear um desastre**, permitindo que centenas de vidas sejam salvas anualmente. Salienta-se que para que o alerta seja efetivo, ele deve ser difundido com antecipação suficiente, possibilitando que a comunidade tome providências e dirija-se aos locais seguros e pré-determinados pela Proteção e Defesa Civil municipal, os quais servirão de abrigo temporário. O período de emissão do alerta depende do tipo de evento perigoso. Por exemplo, no caso de terremotos esse período é relativamente pequeno, sendo que no sismo que ocorreu em Sendai no Japão em 2011 as autoridades locais alertaram a população cerca de um minuto antes do tremor. Já no caso de inundações, esse período tende a ser superior, com alertas emitidos horas ou até mesmo dias antes do evento.

Mundialmente, os eventos naturais mais comuns aos quais se aplicam os sistemas de alerta são as inundações, deslizamentos, furacões, vulcões, tsunamis, incêndios florestais e terremotos, devido ao seu caráter dinâmico. No Brasil, os alertas são aplicados principalmente às inundações, escorregamentos, estiagens, secas e incêndios florestais.

De maneira geral, os componentes de um sistema de alerta efetivo incluem, pelo menos, quatro elementos básicos:

- Detecção e previsão de ameaças e elaboração de mensagens de alerta e ameaças;
- Avaliação dos riscos potenciais e integração da informação sobre os riscos nas mensagens de alerta;
- Divulgação oportuna, confiável e compreensível de mensagens de alerta às autoridades e à população em risco;
- Planejamento, preparação e capacitação em nível comunitário visando à obtenção de uma resposta efetiva aos alertas.

Além disso, para o bom funcionamento de um sistema de alerta é fundamental que exista uma participação ativa das comunidades em sua operação, desde a identificação e avaliação de risco, durante o desenho do sistema, no monitoramento dos indicadores, na coleta de dados e até mesmo na comunicação de alerta, alarme e resposta. Portanto, se existirem os dois tipos de sistemas em uma área, ambos devem estar estreitamente articulados e devem fortalecer-se mutuamente (OEA, 2010). Dessa forma, elementos chaves para o funcionamento de um Sistema de Alerta são:

- Participação;
- Pessoas das comunidades e autoridades locais capacitadas;
- Análise de riscos e identificação das zonas mais vulneráveis;
- Monitoramento;
- Planos de contingência;
- Sistemas de comunicação de avisos, alertas e alarmes eficientes;
- Diálogo permanente entre comunidade e município.

Todos esses elementos interligados contribuem para a defesa e manutenção da vida humana, pois estes serviços ajudam não somente a proteger a população dos desastres naturais, mas também auxiliam nas pesquisas, estudos e na elaboração de novas tecnologias para colaborar com o desenvolvimento sustentável.

8.1.4. Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta

No contexto de gestão de riscos e gerenciamento de desastres, os mecanismos de monitoramento e alerta constituem-se em importantes aliados para a efetiva prevenção de desastres, conforme abordado no item 8.1. Para que tais mecanismos sejam eficazes é importante enfatizar que diversos atores devem cooperar e agir conjuntamente, a exemplo do que vem ocorrendo no Brasil com o **Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta**. A estruturação inicial desse Sistema está baseada em três eixos principais que envolvem o **mapeamento**, o **monitoramento** e a **resposta**.

A primeira ação é de responsabilidade da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (**CPRM**), cuja missão é a de realizar o **mapeamento** de áreas de risco de deslizamentos e

inundações em municípios prioritários. Até o ano de 2014 a meta era efetuar o mapeamento de risco nas áreas urbanas em 821 municípios e a suscetibilidade em 286 municípios. Esses produtos são fundamentais para o trabalho de monitoramento e alerta no país, pois os mesmos permitem focar as ações, o que torna o trabalho dos profissionais do CEMADEN mais efetivo.

A etapa de **monitoramento** é realizada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (**CEMADEN**). Como visto anteriormente, os centros de monitoramento e previsão de tempo e clima, como o INMET e o CPTEC realizam as previsões diárias das condições meteorológicas, as quais são repassadas ao CEMADEN. Por meio dessas previsões os meteorologistas analisam as áreas onde esses eventos podem ser deflagrados, com base nos conhecimentos teóricos de sazonalidade do clima e nos dados analisados no momento da confecção dos boletins meteorológicos (por exemplo, imagens de satélite e cartas sinóticas).

O núcleo inteligente do Sistema, uma equipe multidisciplinar formada por profissionais de meteorologia, hidrologia, geologia e especialistas em desastres naturais, é responsável por gerenciar as informações provenientes de diversas fontes como, por exemplo, previsões meteorológicas, rede de pluviômetros, e informações remotas de estimativas de precipitação por radar e satélite. Além dos dados fornecidos pelo INMET e CPTEC, outras instituições como a ANA e o IBGE também contribuem de maneira relevante para o Sistema, provendo dados e informações meteorológicas, hidrológicas e socioeconômicas. Essas informações são então cruzadas com os mapas de risco para montar o alerta. Quando uma região com risco elevado de eventos como deslizamentos e enxurradas é visitada por frentes frias ou por concentrações de nuvens que podem gerar pancadas de chuvas, um alerta é emitido.

Os alertas emitidos pelo CEMADEN são enviados exclusivamente ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (**CENAD**), responsável pela articulação das ações de resposta a desastres no Brasil. A partir disso, o CENAD contata as **Defesas Civis municipais e estaduais**, responsáveis pelas primeiras ações de **resposta e emissão do alarme**, quando necessário. Ressalta-se que **os centros meteorológicos podem apenas alertar os órgãos responsáveis** sobre os possíveis eventos extremos, não podendo gerar o alarme para população. No Brasil, **essa tarefa estratégica é de competência da Proteção e Defesa Civil local**.

A partir das informações recebidas pelo CENAD e dos relatórios dos grupos que estão atuando em campo é possível planejar melhor as ações de resposta e recuperação dos cenários de desastres. Nesse sentido, as ações de recuperação poderão se converter em ações de prevenção, considerando o conhecimento que se tem das áreas.

As Figuras 14 e 15 apresentam dois fluxogramas ilustrativos, o primeiro com o fluxo de trabalho do Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta, e o segundo com um exemplo de aplicação no Rio de Janeiro.

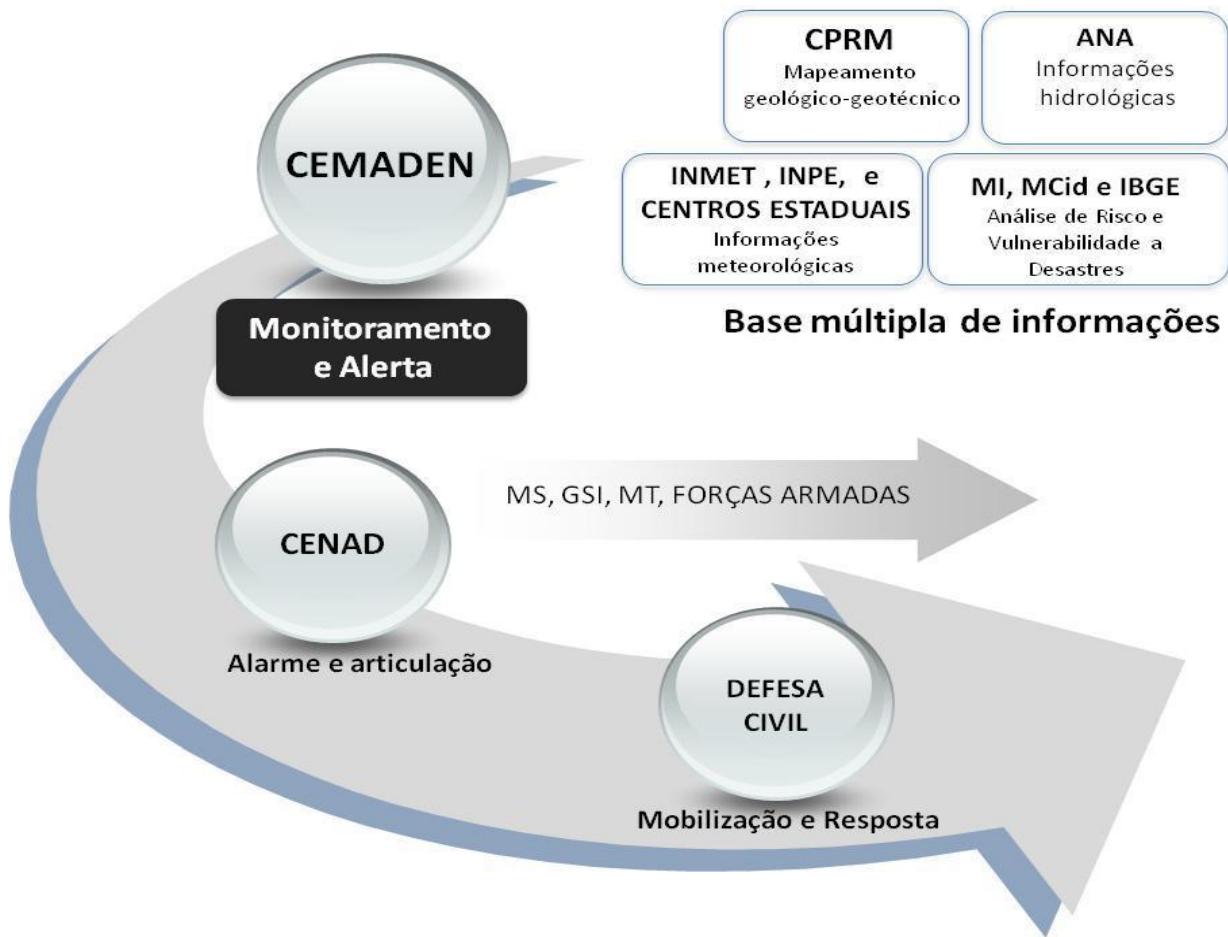


Figura 14. Fluxo de trabalho do Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta. Fonte: CEMADEN.

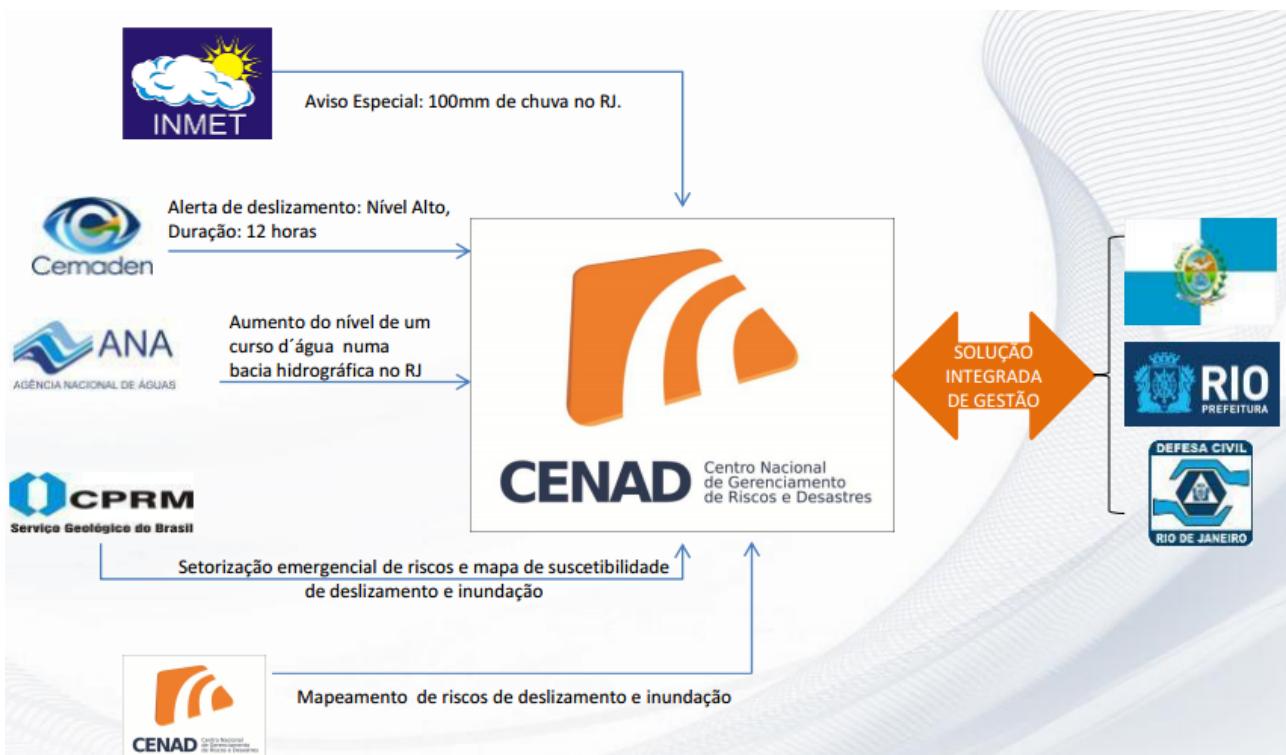


Figura 15. Exemplo de funcionamento do Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta.
Fonte: Defesa Civil Nacional (2013).

8.1.4.1 Quais dados são utilizados para o monitoramento de desastres no Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta

Uma ampla gama de informações e dados deve ser observada para o monitoramento e emissão de alertas, como a descrição dos setores de risco e suas características, informações dinâmicas provenientes tanto de modelagem quanto de dados observacionais obtidos em tempo real (Figura 16). A integração destes sobre a malha urbana de um município associada com dados socioeconômicos, por exemplo, poderá indicar áreas de especial atenção ao monitoramento, bem como o tipo de processo que poderá ocorrer sob determinadas condições meteorológicas e hidrológicas.

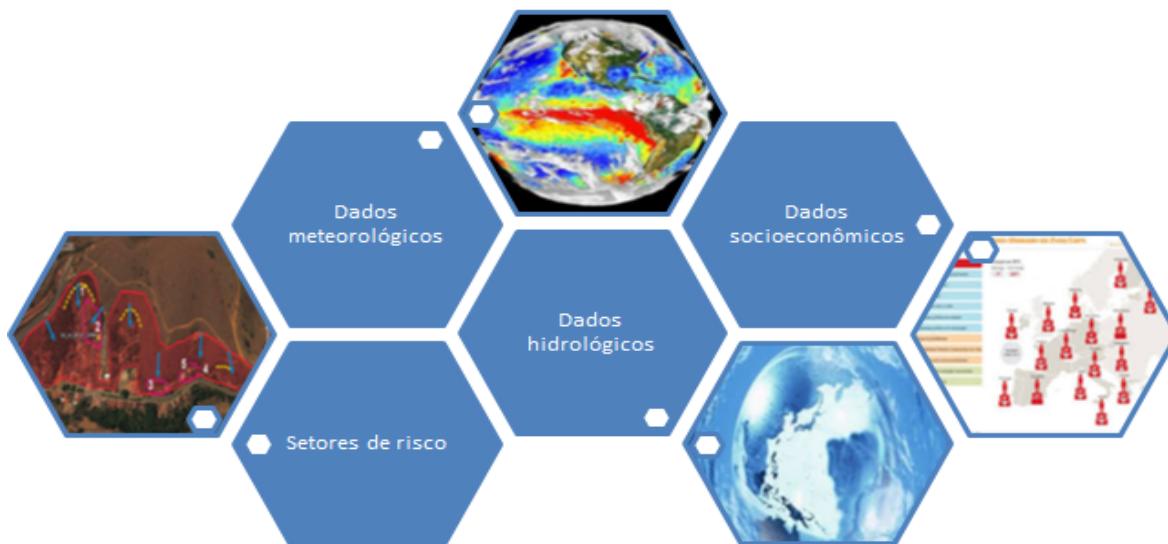


Figura 16. Exemplo de integração de diversas informações utilizadas para o monitoramento e emissão dos alertas.

Também são utilizadas ferramentas mais precisas, como a modelagem numérica físico-matemática, tanto meteorológica quanto hidrológica, fornecendo dados sobre, por exemplo, volume de precipitação, intensidade do vento e temperatura. Neste contexto, torna-se possível prever situações favoráveis à ocorrência de desastres de origem geológica e hidrológica com um tempo hábil de aproximadamente 3 dias e com um índice de acerto de até 90%.

Os modelos hidrológicos, geralmente utilizam as condições meteorológicas previstas para prognosticar a vazão e nível dos rios dentro de uma bacia de drenagem.

Prognóstico é o conhecimento prévio, baseado no diagnóstico da equipe de operadores, da possibilidade de ocorrência, duração e evolução de um evento. O prognóstico é importante na tomada de decisão para emissão dos alertas.

Para um período inferior a 24 horas, a modelagem meteorológica e hidrológica ainda é eficaz, mas não é totalmente precisa, necessitando assim avaliar a situação presente e monitorar constantemente a evolução das condições de tempo e hidrológicas. Para este fim, a utilização de dados de estações pluviométricas, fluviométricas e, principalmente, de radares meteorológicos, é essencial no sistema de monitoramento e alerta.

Produtos de radar permitem acompanhar as condições meteorológicas em tempo real, inferindo o deslocamento de áreas de instabilidade atmosférica e informando a taxa horária de precipitação com um raio de varredura de até 400 km. Com esta informação, uma grande área possui cobertura com informações de volume pluviométrico tanto acumulado para um período pré-determinado como para taxas horárias de precipitação.

Com o uso de informações pluviométricas e fluviométricas, torna-se possível conhecer o volume de precipitação e nível dos rios em tempo real e com uma alta frequência de informações como, por exemplo, a cada 15 minutos. Este constante acompanhamento das condições meteorológicas e hidrológicas permite uma avaliação imediata da equipe do CEMADEN e a tomada de decisão para envio de alertas para o CENAD.

A integração das informações meteorológicas, hidrológicas e as informações sobre áreas de risco permite indicar áreas em determinado município que estarão em alerta devido a condições estabelecidas ou previstas. Sendo assim, todas as informações citadas tornam-se peças fundamentais em um sistema de monitoramento e alerta de desastres naturais.

8.1.4.2 Como é o alerta enviado pelo CEMADEN?

O monitoramento do CEMADEN acompanha ininterruptamente as condições hidrológicas, geológicas e meteorológicas e os possíveis impactos socioambientais nos municípios monitorados. Conforme a avaliação da equipe multidisciplinar, um alerta de risco de movimentos de massa, hidrológico ou ambos, pode ser emitido para o CENAD, auxiliando o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

Dependendo da magnitude e da proximidade do evento, se define o tipo de alerta. Conforme a Portaria Nº 314/2014, existem **quatro níveis de alerta**: (a) Observação; (b) Moderado; (c) Alto; (d) Muito Alto (Figura 17).



Figura 17. Níveis de alerta emitidos pelo CEMADEN. Fonte: CEMADEN.

- **Nível de Observação:** acompanhamento contínuo das previsões de chuva, dos índices pluviométricos e das condições de riscos hidrológicos e geológico-geotécnicos;
- **Nível de alerta Moderado:** valores de acumulados pluviométricos moderados nas últimas horas e previsão meteorológica de continuidade de chuvas de intensidade forte ou muito forte com possibilidade moderada de ocorrência de deslizamentos induzidos em taludes de corte e aterro, principalmente em áreas urbanas

caracterizadas por assentamentos precários, e/ou inundações abruptas (enxurradas) e inundações em bacias de resposta rápida;

- **Nível de alerta Alto:** valores de acumulados pluviométricos altos nas últimas horas e previsão meteorológica de continuidade de chuvas de intensidade forte ou muito forte, indicando probabilidade alta de ocorrência de deslizamentos induzidos em taludes de corte e aterro e deslizamentos esparsos em encostas naturais, e/ou de inundações abruptas (enxurradas) e de inundações em bacias de resposta rápida;
- **Nível de alerta Muito Alto:** valores de acumulados pluviométricos excepcionais nas últimas horas, associados ou não a acumulados significativos nos últimos dias, que indicam probabilidade muito alta de deslizamentos generalizados e/ou inundações abruptas (enxurradas) e inundações em bacias de resposta rápida de forma generalizada.

Além de informar o tipo de processo e o nível, o alerta também contém o período de vigência, ou seja, período no qual perdurará a situação de risco. Esse valor baseia-se principalmente na expectativa de volume e forma com que a chuva irá ocorrer nas próximas horas. Ressalta-se que o monitoramento segue continuamente e em qualquer momento a situação de risco pode ser reavaliada e o período de vigência pode ser alterado.

Por exemplo: se a previsão indica chuva contínua e possibilidade de ocorrência de pancadas moderadas para as próximas 24 horas, o alerta pode ter período de vigência de até 24 horas.

O alerta de risco possui um texto descritivo, no qual são informadas as características das áreas de risco, o valor de precipitação que já ocorreu no município e a previsão meteorológica para o decorrer do período de vigência. Além disso, este alerta também indica as localidades do município que contêm as áreas de risco previamente mapeadas.

O principal objetivo do alerta é indicar áreas de especial atenção para ação da Proteção e Defesa Civil. Esta indicação é possível através da análise da distribuição da precipitação sobre as áreas de risco monitoradas, onde rotineiramente observa-se heterogeneidade do comportamento das chuvas ao longo do município, tanto em volume como em intensidade. Portanto, **a avaliação é mais eficiente conforme a rede de observação pluviométrica disponível ao longo do município.** Este detalhamento espacial e temporal pode ser capaz de auxiliar na definição de áreas mais críticas do município, em decorrência das características físicas do terreno, e a precipitação incidente sobre estas áreas, ou seja, ajuda a nortear e focalizar os esforços dos órgãos de ação. Outro elemento que auxilia a identificação de áreas de especial atenção são informações de campo fornecidas pelas Defesas Civis. O acompanhamento *in loco* tem se mostrado como uma importante ferramenta para avaliar a evolução dos cenários de risco, auxiliando inclusive na tomada de decisão para elevação de um nível de alerta.

Por exemplo: a equipe do CEMADEN emite um alerta de risco alto de movimentos de massa para o CENAD e este reporta ao município alertado. Ao receber a informação, a Defesa Civil local visita as áreas de risco apontadas pelo Centro e observa que já há ocorrências de deslizamentos pontuais e indícios de movimentação das encostas. A Defesa Civil retorna esta informação ao CENAD e este, por sua vez, ao CEMADEN. Baseado na previsão meteorológica de chuva forte nas áreas de risco, associadas às condições locais de vulnerabilidade, é possível inferir que nas próximas horas espere-se o agravamento do cenário de risco. Neste caso, a Defesa Civil contribui com a informação de campo e o CEMADEN, conhecendo esta informação, pode decidir sobre a manutenção ou não da vigência do alerta.

Por fim, o CEMADEN possui a função de reunir todas essas informações recebidas e compiladas em um cenário de risco para a ocorrência de desastres, apontando inclusive quais eventos são esperados diante das condições apresentadas. Este é um bom exemplo dos papéis desempenhados pelos atores, em âmbito local e federal, que mostra a importância do fortalecimento do Sistema Nacional de Monitoramento e Alertas.

8.1.5 Outros Exemplos de Sistemas de Alerta

A **Plataforma de Monitoramento, Análise e Alerta a extremos ambientais-TerraMA²** também é um exemplo de sistema de alerta. Ela permite a integração de serviços geográficos e de modelagem, com base de acesso em tempo real a dados geoambientais (meteorológicos, climáticos, atmosféricos, hidrológicos, geotécnicos, sociodemográficos etc.). Esses dados podem ser lidos, processados e aplicados a diversos usos, tais como monitoramento, análise e alerta em áreas como qualidade da água, gasodutos, barragens de rejeito em área de mineração, incêndios florestais, movimentos de massa do tipo escorregamentos e corridas de lama, inundações e estiagens. Desta forma, além do sistema de alerta gerado pelo CENAD, os municípios também podem manter seus próprios sistemas de alerta.

Por exemplo: o TerraMA² é utilizado pela Prefeitura de Caraguatatuba/SP para monitorar deslizamentos de terra; pela Prefeitura de Campinas/SP em parceria com o Instituto do Meio Ambiente; pela Prefeitura de São Paulo em parceria com a Defesa Civil estadual e municipal; pela Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A.-TBG, para monitorar toda a área por onde passa o gasoduto e evitar desastres como o ocorrido em 2008, durante as fortes chuvas e deslizamentos em Santa Catarina que acabaram provocando o rompimento do gasoduto.

Por exemplo: a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA/RS), em parceria com a Defesa Civil do RS, implantou uma Sala de Situação cujo objetivo é monitorar os eventos hidrológicos extremos, principalmente as inundações, enxurradas e as estiagens, por meio da emissão de alertas. Também pretende criar uma base de dados para apoio à gestão de recursos hídricos, monitorando a disponibilidade hídrica e os reservatórios de grande porte. Para tal, a Plataforma TerraMA² fornece informações sobre as previsões meteorológicas e os avisos de alerta que são repassados à Defesa Civil Estadual.

Por exemplo: O **Centro Integrado de Alertas de Desastres Naturais (CIADEN)**, instalado em Cabralia Paulista/SP, também faz uso do TerraMA². Esse sistema é operado em parceria e em forma de rede

com a REDEC-17 da Defesa Civil Estadual. A rede conta com uma central localizada no CIADEN, que atende a trinta e nove municípios da região.

Há também sistemas de alerta mais simples baseados na participação da comunidade, caracterizados pelo uso de equipamentos de baixo custo e de fácil manejo, podendo, portanto, serem operados pelos membros da própria população, tanto na fase de monitoramento como de alerta (OEA, 2010).

Um bom exemplo deste tipo de sistema é o **Sistema de Alerta e Alarme Comunitário**, que faz parte das Ações de Prevenção e Preparação das Comunidades frente aos desastres relacionados às chuvas fortes e/ou prolongadas, realizado pela Subsecretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil da Cidade do Rio de Janeiro. Entre as ações realizadas, foi implantado um **NUPDEC (Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil)**, que tem o objetivo de qualificar a resiliência da população residente nas regiões mais vulneráveis da cidade, e foi operacionalizado o Sistema de Alerta e Alarme Comunitário para Chuvas Fortes (Sistema A2C2), com o acionamento de Mensagens SMS – para os avisos de alerta, e com Sirenes - para os avisos de alarme, ambos inéditos no Brasil. O **Sistema de Alarme com Sirenes** já foi implantado em 103 comunidades no Rio de Janeiro. O mapeamento de risco das encostas realizado pela Fundação GEO-Rio serviu de base para a escolha dos locais onde seriam implantadas as sirenes.

Com a implantação dos NUPDEC, foi feita a mobilização e preparação das comunidades, tendo como foco os **Agentes Comunitários de Saúde (ACS)**, os presidentes das **Associações de Moradores** e integrantes de outros **Programas Comunitários Municipais (Agentes Ambientais e Guardiões dos Rios)**.

8.2. Aparelhamento e Apoio Logístico

A Proteção e Defesa Civil no Brasil está organizada de forma sistemática, através do **Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC)**, o qual é centralizado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), órgão do Ministério da Integração Nacional. De acordo com o Artigo 11 da Lei Nº 12.608/2012 a estrutura do SINPDEC é composta pelos seguintes órgãos:

- **Órgão consultivo:** composto pelo Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC);
- **Órgão central:** composto pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional, responsável por coordenar o planejamento, articulação e execução dos programas, projetos e ações defesa Civil;
- **Órgãos regionais de proteção e Defesa Civil:** composto pelas Coordenadorias Regionais de Proteção e Defesa Civil (CORPDEC), ou órgãos correspondentes, localizados nas cinco macrorregiões geográficas do Brasil e responsáveis pela articulação e coordenação do Sistema em nível regional;
- **Órgãos estaduais e do Distrito Federal de proteção e Defesa Civil:** composto pelas Coordenadorias Estaduais de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) ou órgãos

correspondentes, responsáveis pela articulação e coordenação do Sistema em nível estadual;

- **Órgãos municipais de proteção e Defesa Civil:** composto pelas Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) ou órgãos correspondentes e Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), ou entidades correspondentes, responsáveis pela articulação e coordenação do Sistema em nível municipal;
- **Órgãos setoriais dos três âmbitos de governo:** abrangem os órgãos e as entidades da Administração Pública Federal, envolvidos na ação da Defesa Civil;
- **Órgãos de apoio:** órgãos públicos e entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais, associações de classe e comunitárias, que apoiam os demais órgãos integrantes do Sistema. o SINPDEC poderá mobilizar a sociedade civil para atuar em situação de emergência ou estado de calamidade pública, coordenando o apoio logístico para o desenvolvimento das ações de proteção e Defesa Civil.

Todos os órgãos do SINPDEC têm atribuições fundamentais, mas a atuação da COMPDEC é extremamente importante, tendo em vista que os desastres ocorrem no município. Dessa forma esse capítulo tem por objetivo apresentar como funciona a estrutura do SINPDEC, principalmente no que se refere a COMPDEC.

8.2.1. Estrutura da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC)

Em cada município predomina uma visão político-administrativa e uma cultura de percepção do risco distinta. Dessa forma, as ações municipais nem sempre colocam a atividade de gestão de risco em patamar de igualdade com outras ações ou políticas. Em face disto e com o intuito de atender as competências exigidas pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), **é indispensável que cada município possua uma Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC)**, encarregada da gestão do risco e do gerenciamento de desastres. Nesse sentido ressalta-se que no caso de ocorrência de um desastre, o município tem de comprovar a existência e o funcionamento do órgão municipal de proteção e de defesa civil para habilitar a transferência de recursos federais.

A principal atribuição da COMPDEC é conhecer e identificar os riscos de desastres no município. A partir deste conhecimento, é possível preparar-se para enfrentá-los, com a elaboração de planos específicos onde é estabelecido o que será feito, por quem será feito, como e quando deve ser feito. A COMPDEC tem, em sua área de atuação, as seguintes competências, conforme o artigo 8º da Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012:

- ix. executar a PNPDEC em âmbito local;
- x. coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;
- xi. incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;
- xii. identificar e mapear as áreas de risco de desastres;

- xiii. promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;
- xiv. declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;
- xv. vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;
- xvi. organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;
- xvii. manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;
- xviii. mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;
- xix. realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;
- xx. promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;
- xi. proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;
- xxii. manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;
- xxiii. estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e
- xxiv. prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres.

A Coordenadoria deve estar diretamente ligada ao Prefeito Municipal e o seu coordenador possuir a função de Secretário. Os meios materiais e humanos devem ser suficientes para manter uma articulação interna (dentro da Prefeitura) e externa (com as demais entidades da comunidade), capazes de enfrentar com desenvoltura os desastres locais. **Deve estar organizada com profissionais capacitados** para desenvolver um relacionamento ótimo com as demais entidades envolvidas nas suas atividades.

A estrutura da COMPDEC deve ser formatada a partir de:

- um **arcabouço ou estrutura legal**, o qual é representado pelo conjunto de leis, decretos e portarias. Ele confere competência e legitimidade, sendo o que lhe dará sustentação jurídica;
- um **arcabouço político**, o qual revela o propósito da organização. Ele é composto pela capacidade de articulação do Coordenador, identifica-se pela posição que o órgão de Defesa Civil ocupa no organograma municipal e lhe dá espaço para a construção de apoios e sustentações para o conjunto de ações a serem realizadas.
- um **arcabouço de recursos humanos** que permita a COMPDEC a realização das suas missões com uma capacidade mínima na resposta, bem como dar uma resposta adequada no quesito qualidade. **A quantidade de pessoas deve estar dosada ao conjunto de responsabilidades, podendo ser estabelecida a partir da extensão territorial e da magnitude dos riscos.** A qualidade e a competência das pessoas revelam-se pela capacitação e perfil (competências, habilidades e aptidões). Assim, necessariamente, deverá se **destinar recursos para investimentos**

na capacitação. Aqui, é importante frisar a necessidade de que se tenham, de preferência, recursos humanos (servidores públicos efetivos) no órgão municipal de Proteção e Defesa Civil, para que não se percam os investimentos e se mantenha a memória.

- um **arcabouço material e financeiro** que permita apoiar o conjunto de ações e, também, realizar de forma eficiente e eficaz a sua função, complementando os requisitos que se exige dos recursos humanos. Para tal, se faz necessária a articulação permanente do gestor com os demais órgãos municipais com a finalidade de influenciar na destinação de recursos a partir da inserção de planos, metas, finalidades e ações no Plano Plurianual (PPA), Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e Lei Orçamentária Anual (LOA).
- um **arcabouço estratégico**, tático operacional, o qual representa o conjunto de diretrizes, metas, planos e resultados que devem ser perseguidos pelo órgão municipal de Proteção e Defesa Civil. Seu portal de ingresso é a Política Municipal de Defesa Civil, **construída a partir da realidade local**. Uma estrutura municipal de resposta às exigências de defesa e proteção civil precisa consolidar-se a partir de: a) estrutura organizacional; b) estrutura orçamentária e financeira; c) estrutura de pessoal; d) estrutura de equipamentos; e) estrutura social e comunitária.

8.2.2. Estrutura de Pessoal na COMPDEC

A gestão de risco de desastres (prevenção, mitigação e preparação), bem como o seu gerenciamento (resposta e recuperação), exige a atuação contínua, integrada e coordenada da COMPDEC. Para tal, é necessária a existência de um grupo de pessoas coordenado, com objetivos comuns, bem como da institucionalização dos recursos necessários. A estrutura de pessoal de uma COMPDEC **varia de acordo com os riscos de cada comunidade, bem como a dimensão do município**.

Para os municípios de médio e grande porte, a equipe da COMPDEC poderá ser composta por um Coordenador ou um Secretário-Executivo; um Conselho Municipal e por Áreas e Setores que desenvolvam principalmente as seguintes atribuições:

- Área Administrativa: secretaria, cadastramento e revisão de recursos materiais, humanos e financeiros.
- Área de Minimização de Desastres: deverá ser composta por dois setores: (1) Setor de Prevenção de Desastres – responsável pela Avaliação de Riscos aos quais o município está sujeito e Redução de Riscos de Desastres; e (2) Setor de Preparação para Emergências e Desastres – responsável pelo desenvolvimento institucional, de recursos humanos (cursos de treinamento) e científico-tecnológicos, mobilização, monitorização, alerta, alarme, aparelhamento, apoio logístico, entre outros.
- Área Operacional composta por dois setores: (1) Setor de Resposta e Reabilitação aos Desastres – responsável pelas atividades de socorro às populações em risco, assistência aos habitantes afetados e reabilitação dos cenários dos desastres; e (2)

Setor de Reconstrução – responsável pelo restabelecimento dos serviços públicos essenciais, reconstrução e/ou recuperação das edificações e infraestrutura, serviços básicos necessários a restabelecer a normalidade.

- Centro de Operações: com plantão 24 horas em municípios de grande porte.

Nos municípios de pequeno porte, a estrutura organizacional da COMPDEC pode ser mais simplificada, composta pelo seguinte:

- coordenador ou secretário-executivo;
- técnico que terá atribuições de cadastramento e de revisão de recursos;
- responsável pelo setor técnico-operativo que desenvolverá as atividades de minimização de desastres e emergenciais.

O Coordenador, ou Secretário-Executivo, da COMPDEC deve ser um profissional experiente e com reconhecida capacidade técnica em gerenciamento de desastres; ele precisa ter acesso ao Prefeito; competência e autoridade para tomar decisões em situações de crise.

Os demais integrantes da COMPDEC deverão ser servidores efetivos da Administração Pública Municipal com dedicação exclusiva nas atividades de proteção e de defesa civil. Os funcionários da COMPDEC devem fazer parte do quadro efetivo da Prefeitura Municipal. É importante frisar que a seleção de recursos humanos para compor o quadro de servidores da COMPDEC deverá observar as características dos desastres que ocorrem no município, dando preferência aos profissionais que possam atuar nessas circunstâncias de desastres.

Independente do tamanho e da quantidade dos recursos humanos e logísticos, a COMPDEC só será eficiente se estiver preparada para coordenar os atores sociais disponíveis na comunidade para as ações de prevenção e resposta a eventos adversos. Assim, e considerando que as ações de proteção e de defesa civil são particularmente específicas, é fundamental a capacitação de todos os servidores e voluntários para o pleno exercício de suas atividades.

8.2.3. Perfil Profissional para Atuação na Proteção e Defesa Civil

As competências representam um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para o desenvolvimento de determinadas atividades profissionais. A seguir, serão expostos alguns exemplos de conhecimentos, habilidades e aptidões gerais para a atuação nas atividades de Proteção e Defesa Civil nos municípios:

a. CONHECIMENTOS

- I. Conhecimentos básicos de técnicas de salvamento;
- II. Conhecimento da estrutura do SINPDEC;
- III. Conhecimento e preenchimento da documentação;
- IV. Conhecimento dos princípios e práticas da administração pública;
- V. Domínio em computação – editor de textos, planilhas, banco de dados e outros softwares;

- VI. Capacitação primeiros socorros;
- VII. Noções de trabalho comunitário;
- VIII. Noções de meteorologia; hidrologia; ventos; clima;
- IX. Noções de Geografia do estado e do município;
- X. Noções de Topografia e dinâmica de solo;
- XI. Noções de Sociologia e Psicologia Social Aplicada;
- XII. Noções de Sociologia e Psicologia dos Desastres;
- XIII. Noções de Cartografia;
- XIV. Noções de Direito e Gestão Ambiental;
- XV. Noções de Direito Financeiro e Orçamento;
- XVI. Noções de Direito Penal;
- XVII. Noções de Direito Urbanístico;
- XVIII. Economia Municipal;
- XIX. Noções de Processo Legislativo;
- XX. Técnicas de Planejamento;
- XXI. Noções de Gestão de Desastres;
- XXII. Noções sobre Meio Ambiente.

b. HABILIDADES

- I. Operar computador e os softwares utilizados em Defesa Civil;
- II. Conduzir veículo automotor médio e leve;
- III. Preencher formulários específicos;
- IV. Gerenciar riscos;
- V. Administrar emergências;
- VI. Planejamento de defesa e emergência;
- VII. Identificar áreas risco.

c. APTIDÕES

- I. Relacionamento humano;
- II. Sentido de justiça;
- III. Resistência física;
- IV. Equilíbrio emocional;
- V. Caráter conciliador;
- VI. Assessorar gestores municipais.

8.2.4. Estrutura Orçamentária e Financeira na COMPDEC

Não haverá política pública onde não houver orçamento e **não haverá recurso onde não houver planejamento orçamentário**, representado basicamente pela Lei do **Plano Plurianual (PPA)**, Lei das Diretrizes Orçamentárias (**LDO**) e Lei Orçamentária Anual (**LOA**). A instituição de um Fundo Municipal de Proteção e Defesa Civil pode começar a partir da destinação de recursos do IPTU e do IPVA, em percentuais modestos, mas que permitirá aos gestores da Defesa Civil encaminhar ações decorrentes da Política Municipal de Proteção e Defesa Civil.

8.2.5. Estrutura de Equipamentos na COMPDEC

No que se refere à estrutura, é preciso um espaço físico específico e adequado, dotado de infraestrutura necessária: carro, GPS, equipamentos, telefone, internet, etc. A Tabela 1 apresenta uma sugestão em relação à estrutura de equipamentos de uma COMPDEC, que poderá variar de acordo com a demanda existente em cada município.

Tabela 1. Estrutura de Equipamentos para a COMPDEC

Material/Equipamento	Discriminação
Aparelho GPS	
Bonés	
Botas de borracha	
Câmera Fotográfica Digital	
Capas de chuva	
Coletes ostensivos	
Computadores	
Cones de sinalização	
Projetores	
Gerador de energia	
Holofores	
Impressora	
Imóvel pra instalação da Defesa Civil	Dotado de garagem, área para depósito, Sala de Cenário, espaço para recebimento do público.
Instalações	
Jogos de canetas	Diversas cores.
Lanternas	Baterias de longa duração.
Luvas	
Mapas diversos	Adequados para rascunhos e planos imediatos.
Mapas temáticos	
Máscara de proteção	Respirador semifacial, filtro químico/mecânico.
Notebook c/ acesso portátil Internet	
Quadros brancos	
Quadros magnéticos	
Rádios	Receptores/transceptores estação fixas.
Rádios	Receptores/transceptores portáteis.
Sinalizadores noturnos	
Softwares	Editor de textos, Planilhas, Banco de dados, Apresentações, Cartografia e Geoprocessamento.
Telefone celular	
Televisão 42'	
Veículo automotor	Camioneta 4x4, banco de couro ou courvin, identificada, dotada de sirene e luzes de emergência, rádio transmissor/receptor na frequência do Corpo de Bombeiros.

8.2.6. Estrutura dos Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC)

A legislação estabelece como instrumento de participação social das comunidades os **NUPDEC**, conforme apresentado anteriormente no capítulo 7. As associações de vilas e bairros, os clubes de serviços, as organizações religiosas, a escola, o círculo de pais e mestres são importantes instrumentos para a **mudança na cultura da percepção do risco** e na eficácia e eficiência da realização das políticas de proteção das pessoas contra os efeitos dos eventos extremos. O caráter comunitário das ações de enfrentamento dos desastres, em qualquer das fases da gestão de risco e gestão de desastres, tem como princípio a **participação de todos**, uma vez que o cidadão é ao mesmo tempo o principal protagonista e o mais importante destinatário das ações realizadas diante do evento extremo.

As ações preventivas de Proteção e Defesa Civil podem estar, intimamente, ligadas às questões ambientais. Para isto, incorpora-se o princípio da participação, diante dos interesses difusos e coletivos que envolvem as atividades de Proteção e Defesa Civil,

exigindo que cada um dê a sua participação no processo. Neste contexto, é fundamental a participação da população nas **audiências públicas** promovidas, sendo esta a principal ferramenta de participação social prevista na Lei nº 12.608.

O bom desempenho dos NUPDEC depende do apoio das equipes técnicas da COMPDEC, que devem buscar o máximo de interação com as comunidades locais. Recomendam-se como tópicos para capacitação dos membros dos NUPDEC: noções básicas de Proteção e Defesa Civil, análise de riscos, primeiros socorros, educação ambiental, atendimento aos acidentes domésticos etc., acompanhados de simulados periódicos. É importante que se valorize a definição de metas a serem atingidas, dentro dos prazos estipulados, a avaliação dos resultados e o desempenho dos NUPDEC.

Referências

ALECIAN, Serge; FOUCHER, Dominique. **Guia de gerenciamento no setor público.** (Trad. Márcia Cavalcanti). Rio de Janeiro: REVAN; Brasília, DF: ENAP, 2001. 392 p.

ANA 2015. Sala de situação. Disponível em :
<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/saladesituacao.aspx>

BLACK, T. L., **1994: The new NMC mesoscale Eta model:** Description and forecast examples. Wea. and Forecasting, 9, 265-278.

BRASIL Lei nº 9.984/ 2000.

Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System (BRAMS v 4.2), acesso em: 15 de outubro de 2013. Endereço eletrônico: <http://brams.cptec.inpe.br/>

CARVALHO FILHO, José dos Santos. **Políticas públicas e pretensões judiciais determinativas.** In: FORTINI, Cristiana; ESTEVES, Júlio César dos Santos; DIAS, Maria Tereza Fonseca (org.). Políticas públicas: Possibilidades e limites. Belo Horizonte: Fórum, 2008. 377 p.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), acesso em 05 de setembro de 2013. Endereço eletrônico: <http://www.cptec.inpe.br/>

Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD). Acesso em: 06 de outubro de 2013. Endereço eletrônico: <http://www.mi.gov.br/defesa-civil/cenad/apresentacao>

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Acesso em: 08 de outubro de 2013. Endereço eletrônico: <http://www.cemaden.gov.br/>

CPTEC 2015 <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>

Climanálise 1995- Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Cachoeira Paulista, SP, Brasil, INPE/CPTEC. vol.10, No 6.

Defesa Civil Nacional, 2013

http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/emergencia_ambiental/P2R2/seminarios/1-getulio-costa-cenad.pdf

DIAS, Reinaldo; Matos, Fernanda. **Políticas Públicas: Princípios, propósitos e processos.** São Paulo: Atlas, 2012. 252 p.

GAETANI, Francisco. **As políticas de gestão pública e os desafios da coordenação.** In: OLIVEIRA, Fátima Bayma De. Política de Gestão Pública Integrada. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008. P. 39.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), acesso em: 10 de setembro de 2013. Endereço eletrônico: <http://www.inmet.gov.br/>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Acesso em: 05 de outubro de 2013. Endereço eletrônico: <http://www.inpe.br/>

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORF, F.M.: **Prevenção de Desastres Naturais-Conceitos Básicos.** Curitiba, Ed. Organic Trading, 1ª Edição, 2006, p.109

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE PANAMA – MEDUCA; UNESCO; COMISIÓN EUROPEA; SICA; CEPREDENAC: **MANUAL SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA** 10 Preguntas - 10 Respuestas. Panamá, 2001, p.60

MESINGER, F., Z. I. JANJIC, S. NICKOVIC, D. GAVRILOV, e D. G. DEAVEN, **1988: The step-mountain coordinate: Model description and performance for cases of Alpine lee cyclogenesis and for a case of Appalachian redevelopment.** Mon. Wea. Rev., 116, 1493-1518.

Modelo Brasileiro de Alta Resolução – MBAR, acesso em: 13 de outubro de 2013. Endereço eletrônico: http://www.inmet.gov.br/html/prev_clima_tempo/modelo/mbar/

OSBORNE, David; GAEBLER, Ted. **Reinventando o Governo: Como o espírito empreendedor está transformando o setor público.** (Trad. Sérgio Fernando Guarisch Bath e Ewandro Magalhães Júnior). 5. ed., Brasília: MH Comunicação, 1995. 436 p.

SILVA et al. http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131118_PAP013535.pdf

http://www.repositorio.fjp.mg.gov.br/consad/bitstream/123456789/785/1/C6_TP_A%20ATUA%C3%87%C3%83O%20DA%20SECRETARIA%20NACIONAL%20DE.pdf

TerraMA² - Monitoramento, Análise e Alerta, acesso em: 18 de outubro de 2013. Endereço eletrônico: <http://www.dpi.inpe.br/terraMA2/>

UNISDR, **Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres.**

<http://www.unisdr.org/eng/terminology/UNISDR-Terminology-Spanish.pdf>, 2009.

VON BERTALANFFY, Ludwig. **Teoria General de los Sistemas.** México: Fundo de Cultura Económica, 1995.

Word Meteorological Organization (WMO- OMM). Acesso em: 30 de maio de 2015.
Endereço eletrônico: http://www.wmo.int/pages/index_en.html.