

GESTÃO DE DESASTRES NATURAIS: SISTEMA DE ALERTA DE CHEIAS

Luiz Paulo de Souza Viana¹; Priscila da Cunha Luz Barcellos²; Fabricio Polifke da Silva³

RESUMO - Este trabalho apresenta uma forma de gestão de desastres naturais a partir da operação de um Sistema de Alerta de Cheias, exemplificado através do sistema implantado no Estado do Rio de Janeiro, pelo Instituto Estadual do Ambiente – INEA. A partir do monitoramento ininterrupto das chuvas e das crescidas dos rios, o sistema emite alertas de cheias em apoio aos órgãos de Defesa Civil Estadual e Municipais, visando a proteção da população ribeirinha. O sistema iniciou sua operação em janeiro de 2008, apresentando taxas de acerto médio maiores que 87%. Para exemplificar a importância dos alertas de cheias como uma ferramenta de gestão de desastres naturais, este artigo descreve a atuação do INEA durante a segunda maior cheia registrada na região Norte-Noroeste Fluminense ocorrida no verão de 2011/2012, alertando a população com 12 horas de antecedência, reduzindo assim as perdas de vidas humanas.

ABSTRACT - This paper presents a form of natural disaster management from the operation of a Flood Warning System, exemplified through the system deployed in the State of Rio de Janeiro, for the Environment State Institute - INEA. From the continuous monitoring of rainfall and river grown, the system issues warnings of floods in support to the organs of State and Municipal Civil Defense in order to protect the local population. The system started operation in January 2008, with average hit rates greater than 87%. To illustrate the importance of flood warnings as a tool for disaster management, this article describes the activities of the INEA during the full second largest recorded in the North-Northwestern Fluminense occurred in the summer of 2011/2012, warning the population of 12 hours advance, thus reducing loss of life.

Palavras-Chave: sistema de alerta – alerta de cheias

1) INEA: Avenida Venezuela, 110 - Centro. Rio de Janeiro-RJ. Fone: (21) 2332.5737. E-mail: luizpaulo.inea@gmail.com

2) INEA: Avenida Venezuela, 110 - Centro. Rio de Janeiro-RJ. Fone: (21) 2580.7406. E-mail: luz.priscila@gmail.com

3) INEA: Avenida Venezuela, 110 - Centro. Rio de Janeiro-RJ. Fone: (21) 2580.7406. E-mail: briciopolifke@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Rio de Janeiro sofre frequentemente com o problema das enchentes, fenômeno natural que ocorre principalmente nos meses de verão, em decorrência das chuvas intensas que atingem o estado. Os efeitos dessas enchentes são agravados pelas características do relevo do estado, como rios e córregos com forte declividade drenando bruscamente das serras para as baixadas, quase ao nível do mar, assim como pela ocupação irregular das duas margens.

Observou-se um crescimento nos prejuízos associados às épocas de cheias, resultado da ocupação desordenada das áreas naturais de inundação, e pela falta de conscientização e preparo da população para enfrentar esses eventos extremos. Assim, o Instituto Estadual do Ambiente - INEA, órgão da Secretaria de Estado do Ambiente – SEA, criou o Sistema de Alerta de Cheias com o objetivo de informar às autoridades e à população quanto à possibilidade de ocorrerem chuvas intensas e inundações graduais (cheias) que possam ocasionar perdas materiais e humanas. O Sistema emite alertas em tempo real através do monitoramento ininterrupto do tempo e dos rios da região.

Dentre os resultados obtidos desde o início da operação do sistema (janeiro de 2008) inclui-se a constante troca de informações com as defesas civis vislumbrando uma filosofia de ação preventiva das mesmas. As ações das defesas civis estavam, em sua grande maioria, limitadas às ações emergenciais após os eventos chuvosos da região. Agora com as informações do Sistema de Alerta, eles têm a possibilidade de agir preventivamente, minimizando as conseqüências associadas aos eventos de cheias, alertando a população de risco através de carros de som com sirenes móveis instaladas, doados pelo INEA e pela Secretaria de Defesa Civil Estadual, aos municípios.

Os investimentos iniciais e os esforços realizados pelo INEA na reativação e revitalização da rede telemétrica no Estado do Rio de Janeiro, na implantação do Centro de Controle Operacional e em todo o planejamento do Sistema de Alerta de Cheias foram primordiais para a minimização dos desastres decorrentes das cheias do verão de 2012.

Atualmente, o Sistema de Alerta de Cheias do INEA engloba as regiões da Baixada Fluminense, Serrana, Norte-Noroeste e a bacia do rio Macaé. De acordo com um levantamento realizado pelo INEA, a taxa média de acerto dos estágios de atenção de chuvas intensas, entre os verões de 2008 a 2012, atingem índices maiores que 87% na região da Baixada Fluminense.

Neste artigo, será apresentado um estudo de caso comparando a cheia que atingiu a região Norte-Noroeste em 2008, antes do Sistema de Alerta ser implementado, e após a implementação, na cheia de 2011/2012. Este estudo destaca a importância do Sistema de Alerta de Cheias do INEA como principal fonte de informação e alerta, trabalhando em conjunto com as Defesas Cíveis na realização da tomada de decisões, e posterior ação de proteção junto às comunidades atingidas pelas cheias.

2. A REDE TELEMÉTRICA

A rede telemétrica do Sistema de Alerta é composta atualmente por 79 estações telemétricas distribuídas pelo Estado do Rio de Janeiro, sendo 57 hidrológicas, equipadas com sensores de chuva e nível dos rios, 2 fluviométricas (apenas sensor de nível) e 20 pluviométricas (apenas sensor de chuva), que enviam os dados via celular através da tecnologia GSM (a cada 15 minutos) ou via satélite GOES (dados coletados a cada 15 minutos e enviados a cada hora) para a Estação Central. Estas estações foram instaladas de modo a monitorar os principais rios e as cabeceiras das bacias mais importantes, conforme mostrado na Figura 2.1.

As estações são equipadas com sensores de chuva e nível acoplados a um coletor de dados (datalogger) que, por sua vez, conecta-se a um modem e uma antena, responsáveis pela transmissão das informações à Estação Central (tópico apresentado a seguir). Os coletores de dados das estações foram programados para efetuar a varredura dos sensores a cada 15 minutos. Os dados são armazenados em memória circular com capacidade para três meses, sendo os dados mais antigos descartados quando a capacidade da memória é excedida. Os dados recebidos são valores do contador de pulsos (relativo à chuva acumulada) e do sensor de pressão no fundo dos rios a cada 15 minutos, que são armazenados no banco de dados.

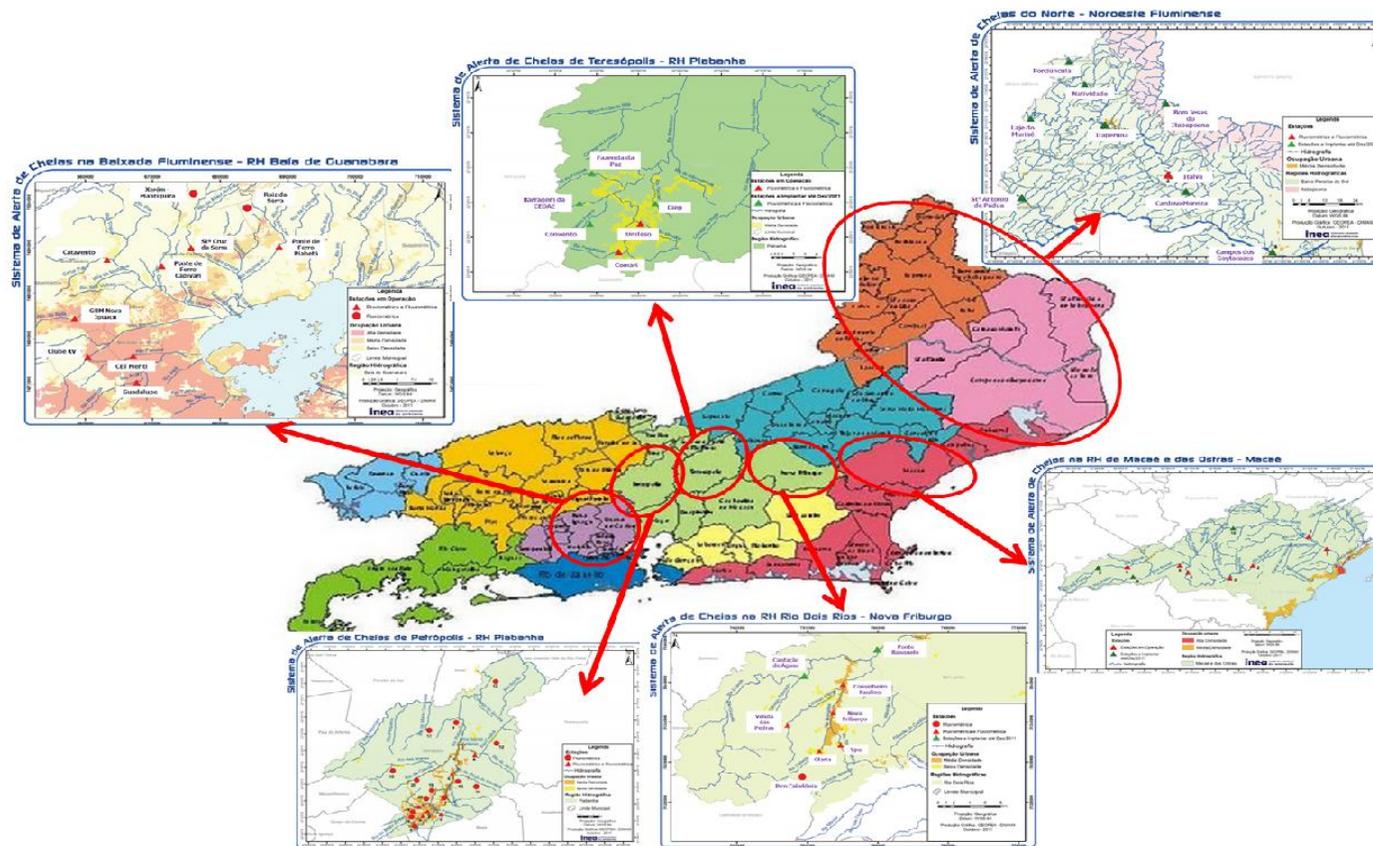


Figura 2.1: Mapa com as regiões contempladas pelo Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

3. CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL

O Centro de Controle Operacional (CCO) do Sistema de Alerta de Cheias é composto por toda a infra-estrutura de hardware e software necessária ao recebimento, processamento e disseminação dos dados do sistema (Figura 3.1).

Nele, são realizados em tempo real os trabalhos de consistência dos dados, de monitoramento da rede telemétrica, das condições do tempo, dos rios, bem como a emissão dos alertas de chuvas e de cheias e os boletins hidrometeorológicos diários.

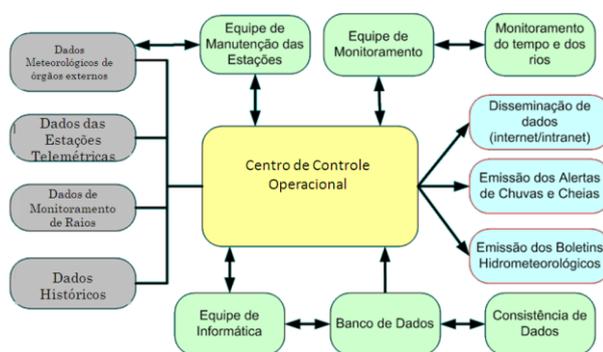


Figura 3.1: Estrutura do Centro de Controle Operacional.

Equipe de Monitoramento

As tarefas da equipe de monitoramento englobam o acompanhamento das condições meteorológicas, a vigilância contínua para detectar possíveis situações de alerta e informar às autoridades competentes, a realização da consistência de dados e o monitoramento dos dados enviados pelas estações telemétricas, disparando avisos para equipe de manutenção no caso de quaisquer problemas com a rede telemétrica.

O monitoramento meteorológico é realizado por meteorologistas e técnicos em meteorologia que acompanham as informações da rede telemétrica do sistema, e utilizam atualmente imagens de satélite, imagens do Radar do Pico do Couto (Comando da Aeronáutica), descargas atmosférica, sondagem atmosférica do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro Galeão – Antonio Carlos Jobim, além de informações de redes de observação

de outros centros de meteorologia disponibilizadas na internet, com a finalidade de detectar algum evento chuvoso que possa atingir as regiões monitoradas.

Em 2012, está em processo de licitação no INEA a compra de dois Radares Meteorológicos para o Estado do Rio de Janeiro, buscando aperfeiçoar o acompanhamento das chuvas sobre o Estado. Os radares serão instalados de forma que o todo o Estado do Rio de Janeiro seja contemplado nas análises, com varredura sobreposta na região Serrana Fluminense (Figura 3.2).

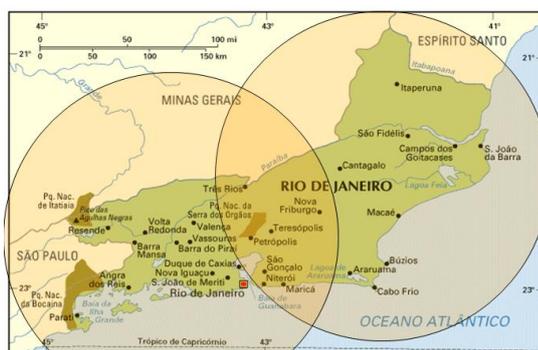


Figura 3.2: Posicionamento aproximado das imagens que serão geradas pelos radares meteorológicos que serão colocados em operação para o verão de 2013 pelo INEA.

Os Boletins Hidrometeorológicos são emitidos diariamente na página do Sistema de Alerta, via e-mail e nas redes sociais. O processo de preparação do boletim inclui a análise realizada pelos meteorologistas dos parâmetros meteorológicos relevantes sobre a região, informando as condições atuais do tempo, a previsão para as próximas 24 horas e os prognósticos para as próximas 48 e 72 horas, visando antecipar o planejamento dos órgãos de Defesa Civil em casos de previsão de entrada de sistemas frontais ou melhora de tempo após vários dias com altos acumulados de chuva.

Outras informações, como o registro de eventos de tempo severo e conseqüentes inundações, desabamentos e outras ocorrências extremas na região, fazem parte da coleta de dados da rotina de trabalho da equipe de monitoramento. Após a ocorrência de eventos significativos, a equipe recebe dos órgãos de Defesa Civil os relatórios informativos sobre eventuais danos, assim como das áreas atingidas, que são registrados para formação do histórico e da delimitação das áreas inundáveis.

Além disso, a equipe de monitoramento é responsável por toda a gestão de informações que chegam no CCO, desde o acompanhamento do funcionamento da rede telemétrica, até o bom andamento das páginas do Sistema de Alerta e da constante atualização e divulgação das informações. É de responsabilidade desta equipe, informar às equipes de manutenção e de informática quando ocorrerem problemas na rede telemétrica e relativos à informática, respectivamente.

Equipe de Manutenção das Estações

A equipe de manutenção das estações é formada por técnicos em eletrônica e suas atividades englobam ações preventivas e corretivas na rede de estações do sistema. As ações preventivas são realizadas com a finalidade de aumentar a vida útil dos equipamentos e incluem a revisão dos equipamentos como limpeza, ajuste, aferição e teste nas estações associados com a verificação das funcionalidades de coleta, armazenamento e transmissão de dados. As ações corretivas são realizadas para restabelecer o funcionamento das estações que porventura apresentem quaisquer problemas.

Equipe de Informática

Um sistema com alto grau de automação e requisitos de monitoramento em tempo-real não cumpre suas atribuições sem o suporte de profissionais de informática. A equipe de informática do Sistema de Alerta conta com engenheiro de computação, administrador de banco de dados, programadores e técnicos de suporte à informática que trabalham no desenvolvimento, implantação e manutenção dos programas computacionais necessários ao funcionamento do Sistema. Os serviços incluem a modelagem e o gerenciamento do banco de dados, a concepção e implantação dos programas de consistência de dados e da página de visualização dos dados e informações do Sistema de Alerta disponibilizados através da internet. A equipe responde ainda pelo contínuo funcionamento dos servidores e ferramentas computacionais instaladas no CCO do Sistema de Alerta.

A modelagem e implantação do banco de dados, para que ele se tornasse eficiente e robusto e também contemplasse futuras expansões, foi realizada a partir de um projeto

específico que envolveu não somente a equipe de informática, mas também os profissionais do monitoramento, que tiveram oportunidade de colocar suas demandas em pauta.

Consistência de Dados

Para permitir o repasse da informação em tempo hábil, a consistência de dados do Sistema de Alerta de Cheias do INEA tem a necessidade de ser realizada o mais rapidamente possível após o recebimento do dado no CCO.

Com o intuito de automatizar esta consistência e facilitar os trabalhos da equipe de monitoramento, a equipe de informática desenvolveu dois programas específicos: Avaliação da Qualidade de Dados (AVQ) e o HidroPanel. Através destes aplicativos, os dados passam por uma triagem automática inicial e seguem para a análise do operador, que pode avaliar os dados recebidos pelas estações, corrigindo ou inserindo-os quando necessário.

A consistência de dados realizada pelo operador segue critérios diferentes para os sensores de chuva e nível. Para os dados de precipitação, o técnico em meteorologia e o meteorologista verificam as condições meteorológicas predominantes na região e preenchem as falhas através do comportamento espacial e temporal da variável. Para os dados de nível, o técnico analisa as tendências e verifica a ocorrência de precipitação na estação e à montante desta. O histórico da estação, disponível no banco de dados, é um recurso frequentemente utilizado pelo técnico.

4. EMISSÃO DO ALERTA DE CHEIAS

O Sistema de Alerta de Cheias do INEA monitora as chuvas e cheias da região, emitindo um aviso de mudança de estágio quando há previsão de ocorrerem eventos severos. O monitoramento de chuvas consiste em acompanhar a formação e o desenvolvimento de núcleos de precipitação intensa que possam atingir as áreas monitoradas, enquanto que o de cheias consiste em acompanhar as elevações dos níveis dos rios decorrentes das chuvas fortes sobre as bacias. Os tipos de estágio de monitoramento utilizados pelo Sistema de Alerta são apresentados na Figura 4.1. A mudança de estágio consiste na comunicação pela equipe de monitoramento com os órgãos de Defesa Civil e a população cadastrada via SMS e e-mail, e

através da página do Sistema de Alerta na internet, e das redes sociais facebook e twitter, informando e antecipando a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas e cheias na região.

Tipos de Monitoramento

| Estágio | Situação |
|---------------|---|
| Vigilância | Sem chuvas ou chuvas fracas e esparsas. Nível d'água normal. |
| Atenção | Previsão de ocorrência de chuvas moderadas e fortes. |
| Alerta | Registro de chuvas intensas. Subida do nível do rio acima do normal. |
| Alerta Máximo | Continuação da chuva. Rio atingindo 80% do nível de transbordamento. |

Figura 4.1: Tipos de estágio de monitoramento adotados pelo Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

Durante o estágio de VIGILÂNCIA, a equipe de monitoramento acompanha as condições do tempo e dos cursos d'água, podendo até ocorrer chuvas fracas ou esparsas que não influenciam para elevação significativa dos níveis.

Quando um evento chuvoso é monitorado/previsto pela equipe de monitoramento, a mudança de estágio para ATENÇÃO é emitida imediatamente para os órgãos de Defesa Civil e as comunidades, agindo preventivamente e minimizando as conseqüências destes eventos.

Se há registro de chuvas intensas juntamente com elevação do nível do rio, o Sistema de Alerta de Cheias emite um aviso de mudança para estágio de ALERTA. Durante este estágio, os agentes de Defesa Civil e a população preparam-se para uma eventual evacuação das áreas marginais ao rio em risco de inundação.

Com a continuação das chuvas intensas e o rio atingindo 80% do nível de transbordamento é emitido um aviso de ALERTA DE TRANSBORDAMENTO, onde a orientação é que sejam retiradas as pessoas das proximidades dos rios e sejam levadas para áreas protegidas das cheias, de acordo com o plano de contingência vigente da Defesa Civil na região.

5. LEVANTAMENTO DO ÍNDICE DE ACERTO DOS ESTÁGIOS DE ATENÇÃO PARA A BAIXADA FLUMINENSE

Para avaliar e calcular o indicador de acerto dos avisos de chuva emitidos pelo Sistema de Alerta de Cheias do INEA, foi proposto o levantamento dos eventos de chuva e avisos de mudança de estágio para ATENÇÃO, ocorridos desde o verão de 2008/2009 até o presente verão (2011/2012), considerando os meses de dezembro a fevereiro, para a região da Baixada Fluminense, que foi o primeiro sistema de alerta implementado pelo INEA.

Através do levantamento dessas informações, foram calculados os índices referentes à Taxa de Acerto, Probabilidade de Detecção e Razão de Alarme Falso propostos pela literatura da matemática estatística, através da elaboração de tabelas de contingência para cada resultado da metodologia utilizada (Tabela 5.1).

| | | Observação | | |
|----------|------------|------------|-----------|---------|
| | | Chuva | Não Chuva | |
| Previsão | ATENÇÃO | a | b | a+b |
| | VIGILÂNCIA | c | d | c+d |
| | | a+c | b+d | a+b+c+d |

Tabela 5.1: Tabela de contingência proposta.

A taxa de acerto (H) (Equação 1) calcula a proporção de previsões corretas (a + d) sobre o total de previsões feitas; assim, é a forma mais direta e intuitiva de medir a acurácia de uma determinada previsão. A taxa de acerto penaliza igualmente ambos os tipos de erros e dá um peso igual para o acerto na ocorrência ou na não ocorrência.

$$H = (a+d) / (a+b+c+d) \quad (1)$$

Onde: valor de referência (valor ótimo) – H= 1.

A probabilidade de detecção (POD) (Equação 2) é a fração do total de eventos em que ocorreu precipitação e foi corretamente previsto pelo modelo. A diferença para o índice H está

em considerar os casos em que acerta a ocorrência de chuva não levando em conta o acerto da não ocorrência do evento.

$$\text{POD} = a / (a+c) \quad (2)$$

Onde: valor de referência (valor ótimo) – POD = 1.

A razão de alarme falso (RAF) (Equação 3) é a proporção de previsões de ocorrência de chuva feitas pelo modelo, que não se verificaram.

$$\text{RAF} = b / (a+b) \quad (3)$$

Onde: valor de referência (valor ótimo) – RAF = 0.

Conforme a metodologia prevista, seguem os resultados na Figura 5.1.

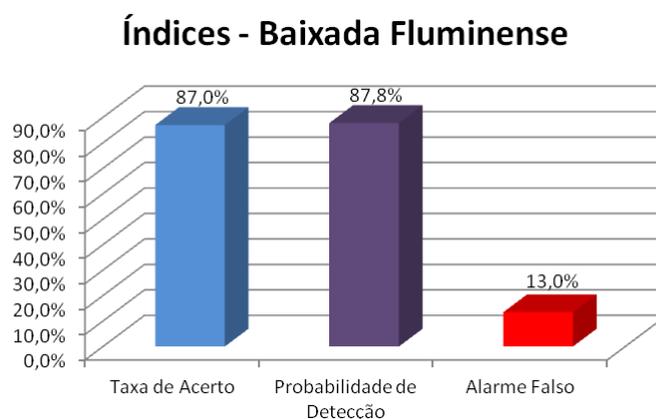


Figura 5.1: Gráfico dos resultados das médias da taxa de acerto, probabilidade de detecção e alarme falso para o Sistema de Alerta de Cheias do INEA entre os verões de 2008 e 2012.

Analisando a média dos resultados, observa-se que o Sistema de Alerta apresenta taxa de acerto e a probabilidade de detecção acima de 87%, e alarmes falsos na ordem de 13%, se tornando uma ferramenta importantíssima para a prevenção de desastres associados a chuvas intensas e cheias na região da Baixada Fluminense.

6. ESTUDO DE CASO: IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE ALERTA DE CHEIAS PARA A BACIA DO RIO MURIAÉ NA REGIÃO NORTE-NOROESTE FLUMINENSE

Conforme descrito na introdução deste artigo, a filosofia de ação preventiva incentivada pelo Sistema de Alerta de Cheias do INEA junto às Defesas Civas, possibilita a minimização das conseqüências associadas aos eventos de cheias, através dos alertas para a população de risco, com carros de som equipados com sirenes móveis, doados pelo INEA às Defesas Civas Municipais, e sirenes fixas instaladas pela Secretaria de Defesa Civil Estadual.

Caracterização da Bacia do Rio Muriaé

A bacia hidrográfica do rio Muriaé está localizada em parte dos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. No Estado do Rio de Janeiro, está localizada na Região Noroeste, entre as coordenadas 20°84' e 21°72' Sul e 41°33' e 42°25' Oeste.

O rio Muriaé afluente a margem esquerda do rio Paraíba do Sul forma-se pela confluência dos rios Samambaia e Bom Sucesso, suas nascentes estão localizadas a 900 m de altitude no município de Miraf/MG na Serra das Pedras, próximo à Serra da Mantiqueira. A denominação Muriaé surge quando o curso d'água se encontra com o rio Santo Antônio. No seu alto curso desenvolve-se em território mineiro, em uma região de relevo acidentado e de grandes várzeas caracterizadas pela presença de forte de atividade agropecuária, com declividade média da ordem de 0,26%, até a foz de seu afluente rio Glória.

Após a cidade de Muriaé, ainda em território mineiro, atravessa uma região de relevo colinoso, com extensas áreas de várzeas margeando o rio e seus afluentes, apresentando diversas corredeiras em seu leito rochoso, com uma declividade média de 0,11%. Nesse estirão banha a cidade José do Patrocínio e logo após adentra em território fluminense.

No Estado do Rio de Janeiro, já em seu médio curso, corta as cidades de Laje do Muriaé, Itaperuna e Italva. Logo a montante da cidade de Itaperuna o rio Muriaé recebe uma contribuição expressiva do rio Carangola que vindo de Minas Gerais, atravessa as cidades fluminenses de Porciúncula e Natividade inundando-as no período de grandes cheias.

De Itava até a sua foz, no rio Paraíba do Sul, o rio Muriaé se desenvolve em região plana, grande parte dela utilizada como planície de inundação do rio nas grandes cheias, com declividade média da ordem de 0,03%, onde se destaca a cultura de cana-de-açúcar. Nesse trecho atravessa a cidade de Cardoso Moreira.

A parte mineira da bacia contribui com grandes deflúvios superficiais que escoam em direção ao estado do Rio de Janeiro, durante os períodos de enchentes, provocando impactos em muitos municípios fluminenses.

Não acidentalmente, a frequência e a intensidade com que se manifestam as cheias nessa região têm aumentado. A expansão da atividade antrópica na bacia com o progressivo desmatamento e a ocupação desordenada das áreas marginais aos cursos d'água têm ocasionado maiores perdas econômicas e sociais para as cidades ribeirinhas. As atividades industriais e a geração de energia também contribuíram com significativas intervenções nos cursos d'água. Dentre elas, a atividade minerária, com seus barramentos destinados a receber rejeitos dos materiais explorados, tem respondido por alguns dos mais marcantes acidentes de poluição ambiental na bacia.

As chuvas que caem na bacia são amplificadas em seus efeitos pela degradação das condições originais, resultante de um sistemático desmatamento das encostas e vales, que reduziu a Mata Atlântica a pequenas manchas dispersas, destruiu as matas ciliares dos rios e córregos, expôs um solo de reduzida estabilidade mecânica e abriu caminho para a implantação de pastagens.

A região Norte-Noroeste é uma região que sofre com enchentes há anos, e por onde passam rios importantes que compõe a Bacias Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, destacando-se os rios Pomba e Muriaé. O histórico das maiores cheias que atingiram as bacias dos rios Muriaé e Pomba ocorreram nos anos de 1925, 1945, 1979, 1997, 2007 e 2008. Quanto a cheia de 2008, os dados relatados sobre os prejuízos causados às cidades ribeirinhas ao rio Muriaé foram os seguintes:

No dia 17 de dezembro de 2008 o Rio Muriaé atingiu níveis elevados inundando áreas além dos limites de sua calha, ocasionando a pior enchente da história da cidade de Muriaé.

Essa enchente foi comparada às enchentes de 1925 e 1945, as piores já registradas, até então. O motivo da cheia do Rio Muriaé foi um altíssimo volume pluviométrico causado pela persistência de chuvas por uma semana sem parar em sua cabeceira e nas cabeceiras de seus afluentes. Este descomunal volume de águas atingiu ainda a cidade de Patrocínio do Muriaé e atravessou os limites do estado de Minas Gerais, chegando ao estado do Rio de Janeiro e causando destruição em várias cidades, como Laje do Muriaé, Itaperuna, Italva e Cardoso Moreira.

Na cidade de Muriaé, de 95,5 mil habitantes, 10 mil pessoas foram atingidas pela cheia do Rio Muriaé, que subiu nove metros acima do nível, levando a cidade a decretar emergência. Cerca de 9 mil pessoas foram desalojadas e 1 mil foram para abrigos. Cerca de 1 mil casas, edifícios e lojas, além de 30 pontes, foram atingidos pelas enchentes, pelo segundo ano consecutivo. A estimativa é de que o prejuízo chegou a R\$ 11 milhões na indústria, pecuária e no setor de serviços.

Em Carangola, o rio Carangola, afluente do rio Muriaé, chegou a ficar quase quatro metros acima no nível normal. Vários bairros da área rural e urbana foram alagados. Segundo a Defesa Civil, cerca de 160 pessoas foram desalojadas.

Em Itaperuna, a maior cidade do noroeste do estado do Rio de Janeiro, mais de três mil casas foram atingidas. A principal praça, no centro do município, ficou debaixo d'água.

Em Cardoso Moreira, o rio Muriaé atingiu 3,80m acima da cota de transbordo, inundando grande parte da área urbana e rural do município. Cerca de 1850 residências foram inundadas, atingido 7500 pessoas e resultando em 2080 pessoas desalojadas e 453 desabrigadas. No setor da Agricultura, foram perdidas 260 toneladas de Grãos/cereais/leguminosas, 5 toneladas de frutas e 15.024 toneladas em produtos agrícolas de cunho comercial (cana-de-açúcar e aipim). Na aquicultura foram perdidos 4.000 peixes e na pecuária leiteira registrou-se uma perda de quarenta mil litros de leite. No setor de serviços 27 unidades comerciais informaram perdas financeiras em seu estoque e/ou movimento de caixa.

Dada a gravidade das cheias na região, por ocasião da expansão da rede telemétrica do Sistema de Alerta, neste último verão (2011/2012), a região Norte-Noroeste foi contemplada

com 9 estações hidrológicas (Figura 6.1). E já em 2012, logo após a instalação da rede telemétrica, a região sofreu com a segunda maior cheia da história, e o Sistema de Alerta pode antecipar a ocorrência e ajudar a evacuar a região antes da enchente.

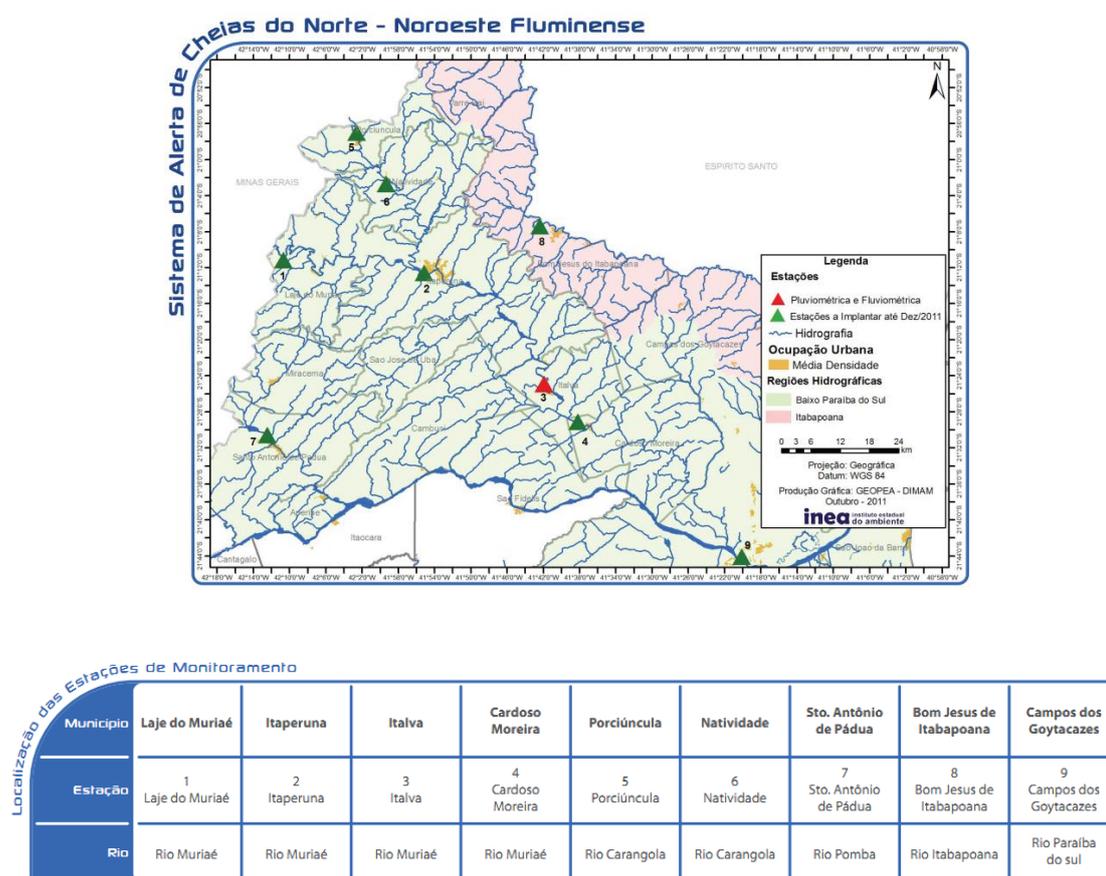


Figura 6.1: Estações instaladas na região Norte-Noroeste Fluminense pelo Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

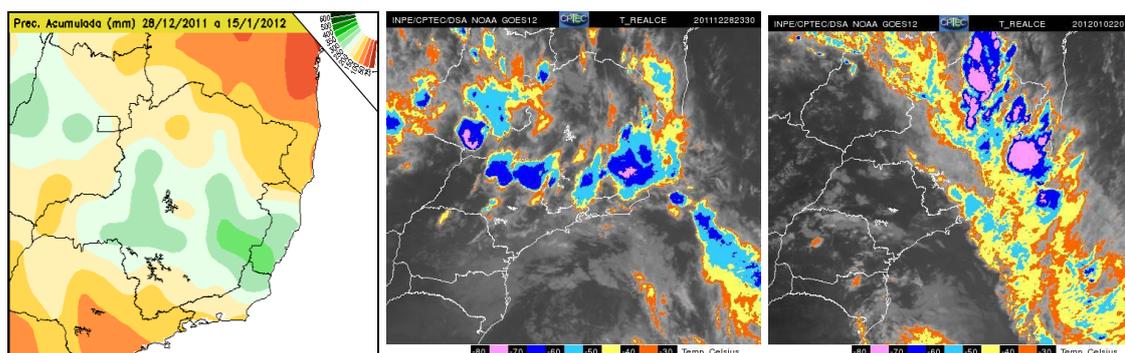
O monitoramento do Sistema de Alerta de Cheias na bacia do rio Muriaé é feito através de quatro estações no próprio rio Muriaé e duas no rio Carangola. As estações hidrológicas instaladas em um determinado ponto são importantes para a detecção da onda de cheia em cidades a jusante deste ponto. Por exemplo, para a cidade de Cardoso Moreira, as estações de Italva, Itaperuna, Porciúncula, Laje do Muriaé e Natividade, todas localizadas a montante da cidade, desempenham papel fundamental na emissão de alertas de enchentes no município.

Durante a cheia deste verão de 2012, segundo a Secretaria Estadual de Defesa Civil, os números de desalojados em cada cidade foram: Santo Antônio de Pádua (12 mil), Itaperuna (5 mil), Laje do Muriaé (2.500), Aperibé (1.800), Italva (500), Cardoso Moreira (447), Cambuci (310) e Campos (243). Já os números de desabrigados registrados foram: Santo Antônio de Pádua (1.200), Itaperuna (60), Laje do Muriaé (100), Aperibé (60), Italva (90), Cardoso Moreira (80), Cambuci (80) e Campos (113).

Análise Meteorológica do evento de cheia no verão de 2011/2012

Entre os dias 25 de dezembro de 2011 e 10 de janeiro de 2012, o fenômeno atmosférico conhecido como Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) atuou sobre a região Sudeste do Brasil dando origem a altos valores acumulados de precipitação. Em Minas Gerais, 137 cidades decretaram estado de emergência devido à ocorrência das fortes chuvas; no Rio de Janeiro a região Norte-Noroeste Fluminense também sofreu inúmeros danos em virtude das fortes chuvas decretando situação de emergência no dia 04 de janeiro de 2012.

Segundo o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) foram registrados cerca de 600 mm de chuva acumulada sobre a região Sudeste no período de atuação da ZCAS (Figura 6.2a). As Figuras 6.2b e 6.2c mostram imagens infravermelha do satélite GOES com topos mais frios realçados, delimitando as áreas de trovoadas mais intensas em rosa, que são observadas sobre a região sudeste de Minas Gerais, cabeceira do Rio Muriaé.



(a)

(b)

(c)

Figura 6.2: (a) Acumulado de precipitação registrado entre os dias 28/12/2011 e 15/01/2012. (b) e (c) Imagens infravermelha do satélite GOES realçada nos dias 28/12/2011 às 2330Z e 02/01/2012 às 2015Z, respectivamente.

Atuação do Sistema de Alerta de Cheias do INEA

O comportamento do Rio Muriaé entre os dias 28/12/2011 e 15/01/2012 nas cidades de Laje do Muriaé, Italva, Itaperuna e Cardoso Moreira, integrantes do Sistema de Alerta de Cheias do INEA, são apresentados na Figura 6.3. Nesta figura, se observa as cotas atingidas no decorrer da passagem das ondas de cheia que atingiram a região Norte-Noroeste Fluminense.

Ocorrência da 1ª onda de cheia

No dia 28/12/2011 foi emitido o aviso de mudança para estágio de ATENÇÃO às 22h30 para toda região Norte-Noroeste em virtude dos altos valores acumulados de precipitação observados sobre a região Sul de Minas Gerais com previsão de continuidade para os próximos dias.

No dia 29/11/2011 às 16h52 foi emitido o ALERTA para o Rio Muriaé devido a subida gradual dos níveis dos rios e previsão de continuidade das chuvas e às 21h37 do mesmo dia foi emitido o ALERTA DE TRANSBORDAMENTO.

Os dados das estações telemétricas do INEA mostraram que o transbordo do Rio Muriaé ocorreu em diferentes horários nas cidades da região Norte-Noroeste. No dia 30/12, em Laje do Muriaé ocorreu às 10h15, Itaperuna às 17h30, Italva às 19h30, e em Cardoso Moreira às 06h00 do dia 31/12/2011.

A atuação do INEA resultou, em média, num intervalo de tempo de 12 horas de antecedência a chegada da onda de cheia ao primeiro município fluminense atingido.

Ocorrência da 2ª onda de cheia

No dia 01/01/2012 foi emitido o aviso de retorno ao estágio de ATENÇÃO às 22h40 para toda região Norte-Noroeste em virtude da descida gradual dos níveis do Rio Muriaé, mas

devido à ocorrência de fortes chuvas no dia seguinte (02/01/2012) foi emitido novamente o ALERTA às 10h00 e ALERTA DE TRANSBORDAMENTO às 15h do mesmo dia.

As estações telemétricas do INEA registraram o transbordo no dia 02/01/2012 do Rio Muriaé em Laje do Muriaé às 16h, Itaperuna às 16h45, Italva às 15h45, e em Cardoso Moreira às 17h00. O rio Muriaé somente voltou à normalidade a partir do dia 13/01/2012.

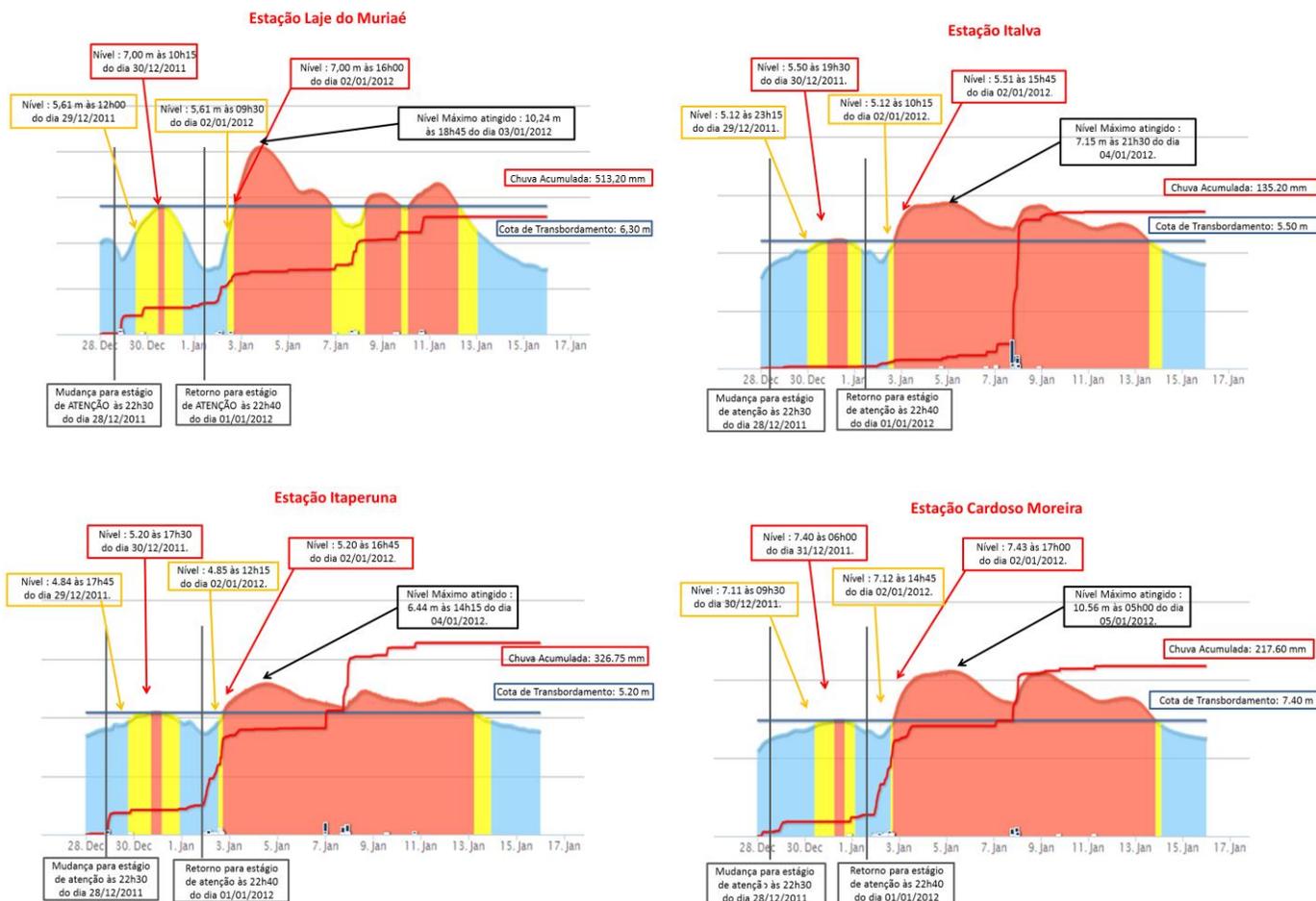


Figura 6.3: Registro do comportamento do Rio Muriaé entre os dias 28/12/2011 e 15/01/2012 nas cidades de Laje do Muriaé, Italva, Itaperuna e Cardoso Moreira, integrantes do Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

7. CONCLUSÃO

A gestão de desastres naturais, incluindo Sistemas de Alerta de Cheias, é de fundamental importância para a proteção da população. O acompanhamento dos eventos severos, com informações atualizadas destinadas a direcionar as ações dos órgãos públicos também faz parte do escopo do trabalho. A problemática das enchentes, não só na região Norte-Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, como pode ser observada, não é resultado apenas dos altos índices pluviométricos, mas de um conjunto de consequências originárias na forma de uso e ocupação do solo das bacias.

O equacionamento desta situação deve ser alcançado através da complementariedade de medidas não-estruturais de controle das inundações, como o fortalecimento do Sistema de Alerta de Cheias, o zoneamento das áreas de inundação e os planos diretores, com as medidas estruturais, que são as obras de engenharia, como os barramentos, os canais de desvio e os diques laterais. O incentivo a preservação e reflorestamento das áreas ribeirinhas e áreas de nascentes também contribuem significativamente para a diminuição dos impactos causados pelas enchentes.

É importante ressaltar que um eficiente sistema de alerta só funciona através de contínuos investimentos e melhorias, com a ampliação e manutenção permanente da rede de estações telemétricas, implantação de novas tecnologias de informática, da união entre o conhecimento científico e o operacional, e da qualificação e experiência permanente da equipe técnica empregada no centro de controle, como foco principal a mudança da filosofia de ação junto à população, auxiliando na ação preventiva dos desastres ambientais relacionados a enchentes.

BIBLIOGRAFIA

Barcellos, PCL. (2008). “*A operação do Sistema de Alerta de Cheias da Baixada Fluminense*” in Anais do II Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, Rio de Janeiro – RJ.

Barcellos, PCL; *et al.* (2008). “*Sistema de Alerta de Cheias da Baixada Fluminense*” in Anais do II Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste (apresentação oral), Rio de Janeiro – RJ.

Barcellos, PCL; Silva, F.P.; Brito, TT. (2012). “*Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiente – INEA – do Estado do Rio de Janeiro*” in Congresso Brasileiro de Desastres Naturais, Rio Claro – RJ.

Barcellos, PCL; Silva, F.P. (2012). “*Índice de Acerto do Sistema de Alerta de Cheias na Baixada Fluminense entre 2008 e 2011*” in Anais do Congresso Brasileiro de Desastres Naturais, Rio Claro – RJ.