



Companhia de Gestão
dos Recursos Hídricos

MANUAL DE OPERAÇÃO DA SALA DE SITUAÇÃO DO CEARÁ



COMPANHIA DE GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO
CEARÁ

MARÇO, 2016

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Secretário: Francisco José Coelho Teixeira

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Diretor-Presidente: João Lúcio Farias de Oliveira

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

Débora Maria Rios Bezerra

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

ORGANIZAÇÃO E EDIÇÃO DO MANUAL	<u>Wictor Edney Dajtenko Lemos</u> , Doutor em Recursos Hídricos.
APOIO NA ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO DO MANUAL E IMPLANTAÇÃO DA SALA DE SITUAÇÃO	<u>Walt Disney Paulino</u> , Gerente de Desenvolvimento Operacional da COGERH. <u>Adriana Débora Araújo</u> , Tecnóloga em Gestão de Recursos Hídricos da COGERH. <u>Maria Luciana Matos</u> , Técnica em monitoramento dos Recursos Hídricos da COGERH.
REVISÃO TÉCNICA DO MANUAL	<u>Rafael Reis Alencar Oliveira</u> , Analista em Gestão de Recursos Hídricos da COGERH. <u>João Silvio Dantas de Moraes</u> , Analista em Gestão de Recursos Hídricos da COGERH.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	3
Lista de Tabelas.....	5
Lista de Abreviaturas.....	6
Terminologia Técnica	8
Simbologia Básica	21
1 Introdução	23
2 Objetivos da Sala de Situação do Ceará	25
3 Organização do Estado para a gestão da Sala de Situação	26
4 Bacias Hidrográficas.....	28
5 Climatologia da Precipitação no Estado	35
5.1 Fenômenos atmosféricos que influenciam a precipitação sobre o Nordeste Brasileiro.....	38
5.2 Variabilidade da precipitação sobre o Estado do Ceará.....	42
6 Distribuição espacial dos eventos críticos no Estado do Ceará	44
6.1 Estiagens/secas	44
6.2 Enchentes e Inundações	50
7 Procedimentos Operacionais da Sala de Situação.....	58
7.1 Funcionamento da Sala de Situação	59
7.2 Reservatórios monitorados	60
7.3 Critérios para avaliação da situação de reservatórios.....	63
7.4 Estações do monitoramento hidrometeorológico	65
7.5 Protocolo de ação em caso de descumprimento de regra operacional	69
7.6 Protocolo de ação em caso de problemas operacionais nas estações	70
8 Produtos / Ações da Sala de Situação.....	71
8.1 Boletim Diário de Volume Armazenado nos Reservatórios.....	71
8.2 Boletim do Aporte de água aos Reservatórios	72
8.3 Monitoramento Hidrométrico do Rio Jaguaribe	73

8.4	Boletim diário do Sistema de abastecimento Jaguaribe-Metropolitano	75
8.5	Resenha diária do monitoramento quantitativo	77
8.6	Plano de Contingência para Controle de Cheias no Vale do Jaguaribe	79
9	Sistemas de Informação Básicos	83
10	Referências Consultadas	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH).....	27
Figura 2 – Subdivisão do Estado do Ceará em Regiões hidrográficas.....	30
Figura 3 – Balanço entre Precipitação e Evaporação, média anual (em mm/dia).....	37
Figura 4 – Climatologia da precipitação média sobre o Ceará no período de 1912 a 2013 a partir da base de pluviômetros da FUNCEME e SUDENE.....	37
Figura 5 – Precipitação média anual em Fortaleza-CE e a média móvel de 10 anos da precipitação para o período de 1849 a 2006.....	38
Figura 6 – Localização da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT.....	39
Figura 7 – Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do Estado da Bahia..	39
Figura 8 – Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior-VCAS.....	40
Figura 9 – Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho.....	40
Figure 10 – Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do Estado do Maranhão até o Estado do Rio Grande do Norte.....	41
Figura 11 – Imagem do Satélite METEOSAT-7 no canal infravermelho a) dia 21/01/96 às 21:00h local e b) dia 24/04/98 às 08:00h local.....	41
Figura 12 – Imagem do Satélite METEOSAT-7 mostrando nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.....	42
Figura 13 – Distribuição anual das precipitações por regiões homogêneas do estado do Ceará, entre 2000 e 2009.....	43
Figure 14 – Categorias das Regiões Hidrológicas Homogêneas para o Período de Fevereiro a Maio (Base de cálculo:1950-2009), mostrando os limites para cada categoria de classificação das chuvas, por região.....	43
Figura 15 – Localização Região Semiárida no Estado do Ceará.....	47
Figura 16 – Incidência percentual das secas no Ceará e nos demais estados do nordeste brasileiro.....	48
Figura 17 – Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	49
Figura 18 – Intensidade da seca nos estados do Nordeste.....	50
Figura 19 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.....	51
Figura 20 – Classificação de alguns trechos de rios do estado do Ceará em função da vulnerabilidade a enchentes.....	53
Figura 21 – Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	54
Figura 22 – Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	54

Figura 23 – Ocupação urbana na bacia do Rio Maranguapinho.	55
Figura 24 – Inundação na bacia do Rio Cocó, nas imediações do Aeroporto Internacional Pinto Martins – Fortaleza.	55
Figura 25 – Mapa da infraestrutura hídrica para abastecimento da RMF e as principais demandas.	62
Figura 26 – Volume armazenado no início de julho e criticidade por bacia hidrográfica entre os anos de 1995 e 2009.	64
Figura 27 – Principais estações telemétricas, postos fluviométricos e postos pluviométricos instalados no Estado do Ceará.	67
Figure 28 – Marco geodésico em uma das seções monitoradas do rio Jaguaribe.	68
Figure 29 – Localização das réguas limnimétricas em uma das seções monitoradas do rio Jaguaribe.	68
Figure 30 – Diagrama esquemático com o Procedimento Padrão a ser seguido no caso de falhas na operação dos reservatórios.	69
Figure 31 – Boletim Diário de Volume Armazenado nos Reservatórios – volumes por açude. Informações do dia 22/03/2016.	72
Figura 32 – Boletim Diário de Volume Armazenado nos Reservatórios – Sertões de Crateús. Informações do dia 22/03/2016.	72
Figura 33 – Boletim diário do aporte de água aos reservatórios monitorados.	73
Figura 34 – Mapa da infraestrutura hídrica para abastecimento da RMF e as principais demandas.	74
Figura 35 – Evolução dos níveis monitorados na seção Tomada d’água do rio Jaguaribe, entre 1 novembro de 2015 a 20 de março de 2016.	74
Figura 36 – Monitoramento das vazões na seção Tomada d’água do rio Jaguaribe, entre 26 de maio a 22 de novembro de 2015.	74
Figure 37 – Informações referentes aos principais açudes responsáveis pelo abastecimento da região metropolitana de Fortaleza – açudes da região Jaguaribana.	76
Figure 38 – Informações referentes aos principais açudes responsáveis pelo abastecimento da região metropolitana de Fortaleza – açudes da região Metropolitana.	76
Figure 39 – Evolução semanal dos volumes armazenados pelo açude Castanhão, entre 08/03/2016 e 16/03/2016.	77
Figura 40 – Fundamentos do Plano de Contingência para Controle de Cheias no Semiárido. .	79
Figura 41 – Hidrografia e sedes municipais no Vale do Rio Jaguaribe.	80
Figura 42 – Resolução da CONERH para integração das instituições no controle de cheia.	81
Figura 43 – Delimitação das Zonas de Risco da Cidade de Limoeiro do Norte.	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais áreas vulneráveis a inundações – Defesa Civil estadual.	56
Tabela 2 – Quantidade de açudes por responsabilidade.	61
Tabela 3 – Volume de armazenamento total dos açudes do sistema integrado de abastecimento da RMF e CIPP.	63
Tabela 4 – Estações telemétricas da rede de alerta do estado do Ceará.	65
Tabela 5 – Estações hidrométricas do rio Jaguaribe.	66

LISTA DE ABREVIATURAS

AAN: Sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte

AAS: Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul

AGIR: Agente de Guarda e Inspeção de Reservatórios

ANA: Agência Nacional de Águas

APAC: Agência Pernambucana de Águas e Clima

CCM: Complexo Convectivo de Mesoescala

CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

COBRADE: Classificação e Codificação Brasileira de Desastres

COGERH: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

CPRM: Serviço Geológico do Brasil

CPTEC/INPE: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE

DIOPE: Diretoria de Operações

GEDOP: Gerência de Desenvolvimento Operacional

GEMET: Gerência Metropolitana

GETEC: Gerência de Tecnologia

DNOCS: Departamento de Obras Contra as Secas

FNE: Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste

FUNCEME: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

HEC: Hydrologic Engineering Center

LI: Linhas de Instabilidade

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

MCTI: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDT: Modelo Digital do Terreno

MI: Ministério da Integração Nacional

MMA: Ministério do Meio Ambiente

NTO: Núcleo Técnico Operacional

PCD: Plataforma de Coleta de Dados

RAMS: Regional Atmospheric Modeling System

RGB: Composição de cores formado por Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue)

RMF: Região Metropolitana de Fortaleza

RSM: Regional Spectral Model

SIGERH: Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

SMAP: Soil Moisture Accounting Procedure

SOHIDRA: Superintendência de Obras Hidráulicas

SRH: Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará

SRTM: Shuttle Radar Topography Mission

TSM: Temperatura da Superfície do Mar

USACE: U.S. Army Corps of Engineers

VCAN: Vórtice Ciclônico de Altos Níveis

VCAS: Vórtice Ciclônico de Ar Superior

ZCIT: Zona de Convergência Intertropical

TERMINOLOGIA TÉCNICA

Alarme¹: Sinal, dispositivo ou sistema que tem por finalidade avisar sobre um perigo ou risco iminente. Nessas circunstâncias, o dispositivo operacional passa da situação de prontidão “em condições de emprego imediato” para a de início ordenado das operações de socorro.

Alerta¹: Dispositivo de vigilância. Situação em que o perigo ou risco é previsível a curto prazo. Nessas circunstâncias, o dispositivo operacional evolui da situação de sobreaviso para a de prontidão.

Ameaça¹: 1. Risco imediato de desastre. Prenúncio ou indício de um evento desastroso. Evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial. 2. Estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos da probabilidade de ocorrência do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação.

Análise de riscos¹: Identificação e avaliação tanto dos tipos de ameaça como dos elementos em risco, dentro de um determinado sistema ou região geográfica definida.

Ano hidrológico²: Período contínuo de 12 meses escolhido de tal modo que as precipitações totais são escoadas neste mesmo período.

Área crítica¹: Área onde estão ocorrendo eventos desastrosos ou onde há certeza ou grande probabilidade de sua reincidência. Essas áreas devem ser isoladas em razão das ameaças que representam à vida ou à saúde das pessoas.

Área de risco¹: Área onde existe a possibilidade de ocorrência de eventos adversos.

Aridez: Característica climática permanente de baixa umidade.

Avaliação de risco¹: Metodologia que permite identificar uma ameaça, caracterizar e estimar sua importância, com a finalidade de definir alternativas de gestão do processo. Compreende: 1. Identificação da ameaça. 2. Caracterização do risco. 3. Avaliação da exposição. 4. Estimativa de risco. 5. Definição de alternativas de gestão.

¹ SEDEC/MI. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. 5ª Edição. Secretaria Nacional de Defesa Civil/ Ministério da Integração Nacional. Disponível em <<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/glossario.asp>>.

² Glossário de Termos Hidrológicos. Agência Nacional de Águas. 2001. Versão 1.1.

Aviso: Dispositivo de acompanhamento da situação que caracteriza determinado sistema frente à possibilidade de ocorrência de desastre natural, sem recomendações explícitas de ações para defesa civil. Em relação aos eventos críticos associados aos recursos hídricos, são emitidos por entidades responsáveis pelo monitoramento das condições hidrometeorológicas. As instituições vinculadas à Defesa Civil o utilizam como subsídio para emissão do *alerta*, no caso de perigo ou risco previsível a curto prazo, ou *alarme*, quando ocorre a comunicação do perigo ou risco iminente.

Bacia hidrográfica: 1. Unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (inciso V do art. 1º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997). 2. Unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água (inciso IV do art. 4º da Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012). 3. Do ponto de vista fisiográfico, a bacia hidrográfica corresponde à área de captação natural de água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório³.

Barragem: Barreira construída transversalmente a um vale para represar a água ou criar um reservatório². Utilizam-se comumente os termos *açude* e *represa* como sinônimos. (V. reservatório)

Catástrofe¹: Grande desgraça, acontecimento funesto e lastimoso. Desastre de grandes proporções, envolvendo alto número de vítimas e/ou danos severos.

Cota de Emergência: nível de água de referência em uma determinada seção do rio obtida por meio de informação levantada em campo (não-estatística), a partir da qual parte da cidade já se encontra inundada, representando riscos à população, de danos à infraestrutura ou interrupção de serviços essenciais.

Cota de Transbordamento: nível de água de referência em uma determinada seção do rio obtida por meio de informação levantada em campo (não-estatística), a partir da qual se desencadeia o processo de inundação.

Cotograma: representação gráfica da variação do nível de água no corpo hídrico ao longo do tempo. Para vazões, utiliza-se o termo hidrograma. (V. hidrograma)

³ TUCCI, C.E.M (org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2ª edição. Editora da UFRGS/ABRH. 2000.

Cheia anual²: (1) Descarga máxima instantânea observada num ano hidrológico. (2) Cheia que foi igualada ou excedida, em média, uma vez por ano.

Ciclo hidrológico²: Sucessão de fases percorridas pela água ao passar da atmosfera à terra e vice-versa: evaporação do solo, do mar e das águas continentais; condensação para formar as nuvens; precipitação; acumulação no solo ou nas massas de água, escoamento direto ou retardado para o mar e reevaporação.

Chuva efetiva²: (1) Parte da chuva que produz escoamento. (2) Em agricultura, parte da chuva que permanece no solo e contribui ao desenvolvimento das culturas.

Curva cota-área-volume: Gráfico que mostra a relação entre a cota do nível d'água em um reservatório, sua área inundada e seu volume acumulado.

Curva de descarga²: Curva representativa da relação entre a descarga e o nível d'água correspondente, num dado ponto de um curso d'água. Sinônimos - curva-chave, relação cota-descarga.

Curva de permanência: Curva representativa da relação entre uma determinada grandeza (p.e. vazão ou nível) e a frequência na qual esta é igualada ou superada. Do ponto de vista estatístico, a curva de permanência representa um histograma de frequências acumuladas. Do ponto de vista prático, pode-se entender permanência como a probabilidade do nível d'água numa estação fluviométrica ser igualado ou superado, sendo os níveis de cheias associados a valores de permanência baixos e os níveis de secas associados a valores de permanência altos.

Curvas de Aversão ao Risco - CAR: conjunto de curvas utilizadas para definir a vazão limite de retirada de um reservatório a partir do seu volume atual, de forma a manter uma reserva estratégica ou volume mínimo ao final do período hidrológico seco.

Curvas intensidade-duração-frequência: as *curvas idf* constituem uma família de gráficos de intensidade e duração de chuva associados a frequências características de recorrência, deduzidas a partir da análise de séries temporais de dados e ajustes a equações matemáticas genéricas.

Curva Guia: curva de referência para operação de um reservatório, que indica níveis de armazenamento variáveis ao longo do ano associados a estratégias de gerenciamento voltadas ao controle de cheias, à geração de energia, ao abastecimento, entre outras.

Dado climatológico¹: Dado pertinente ao estudo do clima, inclusive relações estatísticas, valores médios, valores normais, frequências, variações e distribuição dos elementos meteorológicos.

Dado hidrológico¹: Dado sobre precipitações, níveis e vazão dos rios, transporte de sedimentos, vazão e armazenamento de água subterrânea, evapotranspiração, armazenamento em vales, níveis máximos de cheias e descargas e qualidade da água, bem como outros dados meteorológicos correlatos, como a temperatura.

Dano¹: 1. Medida que define a severidade ou intensidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso. 2. Perda humana, material ou ambiental, física ou funcional, resultante da falta de controle sobre o risco. 3. Intensidade de perda humana, material ou ambiental, induzida às pessoas, comunidade, instituições, instalações e/ou ao ecossistema, como consequência de um desastre. Os danos causados por desastres classificam-se em: danos humanos, materiais e ambientais.

Defesa Civil¹: Conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social. Finalidade e Objetivos. Finalidade: o direito natural à vida e à incolumidade foi formalmente reconhecido pela Constituição da República Federativa do Brasil. Compete à Defesa Civil a garantia desse direito, em circunstâncias de desastre. Objetivo Geral: reduzir os desastres, através da diminuição de sua ocorrência e da sua intensidade. As ações de redução de desastres abrangem os seguintes aspectos globais: 1 - Prevenção de Desastres; 2 - Preparação para Emergências e Desastres; 3 - Resposta aos Desastres; 4 - Reconstrução. Objetivos Específicos: 1 - promover a defesa permanente contra desastres naturais ou provocados pelo homem; 2 - prevenir ou minimizar danos, socorrer e assistir populações atingidas, reabilitar e recuperar áreas deterioradas por desastres; 3 - atuar na iminência ou em situações de desastres; 4 - promover a articulação e a coordenação do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, em todo o território nacional.

Déficit hídrico: Situação momentânea de baixa disponibilidade de água. Caso a situação se agrave, podendo causar interrupção de serviços essenciais ou desabastecimento, ou permaneça deficitária por um período de tempo prolongado, pode se caracterizar uma situação de escassez hídrica.

Desastre¹: Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e

consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Enchente¹: Elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. Termo normalmente utilizado como sinônimo de inundação. (V. inundação).

Enxurrada¹: Volume de água que escoar na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas.

Escassez hídrica: Considera-se escassez hídrica a situação de baixa disponibilidade de água. Diferencia-se basicamente do termo seca pela abrangência espacial: enquanto este deve ser usado preferencialmente quando se trata de grandes áreas ou mesmo uma bacia hidrográfica em sua totalidade, o termo escassez permite uma abordagem local do problema, mais adequada, portanto, à análise de trechos de rios e reservatórios.

Escoamento²: Parte da precipitação que escoar para um curso d'água pela superfície do solo (escoamento superficial) ou pelo interior do mesmo (escoamento subterrâneo).

Escoamento fluvial²: Água corrente na calha de um curso d'água. Escoamento pode ser classificado em uniforme, quando o vetor velocidade é constante ao longo de cada linha de corrente; variado, quando a velocidade, a declividade superficial e a área da seção transversal variam de um ponto a outro no curso d'água; e como permanente, quando a velocidade não varia em grandeza e direção, relativamente ao tempo.

Estação¹: Divisão do ano, de acordo com algum fenômeno regularmente recorrente, normalmente astronômico (equinócios e solstícios) ou climático. Nas latitudes médias e subtropicais, quatro estações são identificadas: verão, outono, inverno e primavera, de distribuídas tal forma que, enquanto é verão no hemisfério Sul, é inverno no hemisfério Norte. No hemisfério Sul, o verão ocorre de dezembro a fevereiro; o outono, de março a maio; o inverno, de junho a agosto, e a primavera, de setembro a dezembro. Nas regiões tropicais, essas quatro estações não são tão bem definidas, devido à uniformidade na distribuição da temperatura do ar à superfície. Portanto, identificam-se apenas duas estações: chuvosa e

seca. Em regiões subtropicais continentais, a divisão sazonal é feita em estações quentes ou frias, chuvosas ou de estiagem ou por ambos os critérios.

Estação automática: estação de monitoramento que dispõe de equipamentos e sensores para registrar uma determinada variável (p.e. pluviômetro digital ou sensor de nível d'água dos tipos "transdutor de pressão", "radar" ou "ultrassom").

Estação convencional: estação de monitoramento cuja leitura é feita por um observador (p.e. leitura e registro em caderneta dos dados de nível d'água).

Estação climatológica¹: estação onde os dados climatológicos são obtidos. Incluem medidas de vento, nebulosidade, temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, insolação e evaporação.

Estação hidrométrica: Estação onde são obtidos os seguintes dados relativos às águas de rios, lagos ou reservatórios: nível d'água, vazão, transporte e depósito de sedimentos, temperatura e outras propriedades físicas e químicas da água, além de características da cobertura de gelo². Podem ser usados como sinônimos os termos estação hidrológica e estação hidrometeorológica. As estações ainda podem ser subdivididas em pluviométricas (precipitação), evaporimétricas (evaporação), fluviométricas (nível e vazão de rios), limnimétricas (níveis de lagos e reservatórios), sedimentométricas (sedimentos) e de qualidade da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, etc).

Estação telemétrica: estação de monitoramento que dispõe de equipamentos para transmissão da informação registrada de uma determinada variável (p.e. transmissão por satélite ou celular dos dados de precipitação e nível).

Estiagem: Período prolongado de baixa ou ausência de pluviosidade. Caso ocorra por um período de tempo muito longo e afete de forma generalizada os usuários da água da região, constitui-se uma seca.

Evento crítico¹: evento que dá início à cadeia de incidentes, resultando no desastre, a menos que o sistema de segurança interfira para evitá-lo ou minimizá-lo.

Hidrologia: ciência que estuda o ciclo hidrológico.

Hidrografia²: ciência que trata da descrição e da medida de todas as extensões de água: oceanos, mares, rios, lagos, reservatórios, etc.

Hidrograma: representação gráfica da variação da vazão ou nível no curso d'água ao longo do tempo. Para níveis, utiliza-se preferencialmente o termo cotagrama. (V. cotagrama)

Hidrometeorologia²: Estudo das fases atmosféricas e terrestres do ciclo hidrológico, com ênfase em suas inter-relações.

Hidrometria²: Ciência da medida e da análise das características físicas e químicas da água, inclusive dos métodos, técnicas e instrumentação utilizados em hidrologia.

Hietograma²: Diagrama representativo da distribuição temporal das intensidades de uma chuva. O mesmo que *Pluviograma*.

Inundação¹: Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Em função da magnitude, as inundações são classificadas como: excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude. Em função do padrão evolutivo, são classificadas como: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas. Na maioria das vezes, o incremento dos caudais de superfície é provocado por precipitações pluviométricas intensas e concentradas, pela intensificação do regime de chuvas sazonais, por saturação do lençol freático ou por degelo. As inundações podem ter outras causas como: assoreamento do leito dos rios; compactação e impermeabilização do solo; erupções vulcânicas em áreas de nevados; invasão de terrenos deprimidos por maremotos, ondas intensificadas e macaréus; precipitações intensas com marés elevadas; rompimento de barragens; drenagem deficiente de áreas a montante de aterros; estrangulamento de rios provocado por desmoronamento.

Isoieta²: linha que liga os pontos de igual precipitação, para um dado período.

Isótopos²: linha que liga os pontos de igual velocidade na seção transversal de um curso d'água.

Jusante²: na direção da corrente, rio abaixo.

Mapa de risco¹: Mapa topográfico, de escala variável, no qual se grava sinalização sobre riscos específicos, definindo níveis de probabilidade de ocorrência e de intensidade de danos previstos.

Mapa de vulnerabilidade¹: Mapa onde se analisam as populações, os ecossistemas e o mobiliamento do território, vulneráveis a um dado risco.

Marcas de cheia²: Marcas naturais deixadas numa estrutura ou objetos indicando o estágio máximo de uma cheia.

Montante¹: direção de onde correm as águas de uma corrente fluvial, no sentido da nascente. Direção oposta a jusante.

Nível de alarme¹: Nível de água no qual começam os danos ou as inconveniências locais ou próximas de um dado pluviógrafo. Pode ser acima ou abaixo do nível de transbordamento ou armazenamento de cheias.

Nuvem¹: Conjunto visível de partículas minúsculas de água líquida ou de cristais de gelo, ou de ambas ao mesmo tempo, em suspensão na atmosfera. Esse conjunto pode também conter partículas de água líquida ou de gelo, em maiores dimensões, e partículas procedentes, por exemplo, de vapores industriais, de fumaça ou de poeira. Assim como os nevoeiros, nuvens são uma consequência da condensação e sublimação do vapor de água na atmosfera. Quando a condensação (ou sublimação) ocorre em contato direto com a superfície, a nuvem que se forma colada à superfície constitui o que se chama de "nevoeiro". A ocorrência acima de 20m (60 pés) passa a ser nuvem propriamente dita e se apresenta sob dois aspectos básicos, independentemente dos níveis em que se formam, que são: 1. Nuvens Estratificadas - quando se formam camadas contínuas, de grande expansão horizontal e pouca expansão vertical. 2. Nuvens Cumuliformes - quando se formam em camadas descontínuas e quebradas, ou então, quando surgem isoladas, apresentando expansões verticais bem maiores em relação à expansão horizontal. Quanto à estrutura física, as nuvens podem ser ainda classificadas em: 1. Líquidas - quando são compostas exclusivamente de gotículas e gotas de água no estado líquido; 2. Sólidas - quando são compostas de cristais secos de gelo; 3. Mistas - quando são compostas de água e de cristais de gelo. As nuvens são classificadas, por fim, segundo a forma, aparência e a altura em que se formam. Os estágios são definidos em função das alturas médias em que se formam as nuvens: 1. Nuvens Baixas - até 2.000 metros de altura, são normalmente de estrutura líquida; 2. Nuvens Médias - todas as nuvens que se formam entre 2 e 7 km, nas latitudes temperadas, e 2 e 8 km, nas latitudes tropicais e equatoriais; são normalmente líquidas e mistas; 3. Nuvens Altas - compreendem todas as nuvens que se formam acima do estágio de nuvens médias; são sempre sólidas, o que lhes dá a coloração típica do branco brilhante; 4. Nuvens de Desenvolvimento Vertical - compreendem as nuvens que apresentam desenvolvimento vertical excepcional, cruzando, às vezes, todos os estágios; podem ter as três estruturas físicas: a) líquida ou mista, na parte inferior; b) mista, na parte

média; c) sólida, na parte superior. As nuvens são, ainda, distribuídas em 10 (dez) gêneros fundamentais: Nuvens Altas - 1. Cirrus - Ci 2. Cirrocumulus - Cc 3. Cirrostratus - Cs; Nuvens Médias - 4. Altocumulus - Ac 5. Altostratus - As; Nuvens Baixas - 6. Nimbostratus - Ns 7. Stratocumulus - Sc 8. Stratus - St; Nuvens de Desenvolvimento Vertical - 9. Cumulus - Cu 10. Cumulonimbus - Cb.

Onda²: Perturbação em uma massa de água, propagada à velocidade constante ou variável (celeridade) frequentemente de natureza oscilatória, acompanhada por subidas e descidas alternadas das partículas da superfície do fluido.

Onda de cheia²: Elevação do nível das águas de um rio até um pico e subsequente recessão, causada por um período de precipitação, fusão de neves, ruptura de barragem ou liberação de águas por central elétrica.

Permanência: conceito utilizado na hidrologia estatística para se referir à probabilidade do valor de uma determinada variável hidrológica (precipitação, nível ou vazão) ser igualado ou superado. Indica a percentagem do tempo em que o valor da variável é igualado ou superado.

Plano de contingência ou emergência¹: Planejamento realizado para controlar e minimizar os efeitos previsíveis de um desastre específico. O planejamento se inicia com um "Estudo de Situação", que deve considerar as seguintes variáveis: 1 - avaliação da ameaça de desastre; 2 - avaliação da vulnerabilidade do desastre; 3 - avaliação de risco; 4 - previsão de danos; 5 - avaliação dos meios disponíveis; 6 - estudo da variável tempo; 7 - estabelecimento de uma "hipótese de planejamento", após conclusão do estudo de situação; 8 - estabelecimento da necessidade de recursos externos, após comparação das necessidades com as possibilidades (recursos disponíveis); 9 - levantamento, comparação e definição da melhor linha de ação para a solução do problema; aperfeiçoamento e, em seguida, a implantação do programa de preparação para o enfrentamento do desastre; 10 - definição das missões das instituições e equipes de atuação e programação de "exercícios simulados", que servirão para testar o desempenho das equipes e aperfeiçoar o planejamento.

Plataforma de coleta de dados: a plataforma de coleta de dados - PCD é constituída por um conjunto de equipamentos instalados em estações de monitoramento capazes de realizar o registro de uma determinada variável (p.e. precipitação e nível), armazená-los (p.e. armazenagem em registrador eletrônico ou Datalogger) e transmiti-los (p.e. transmissão por satélite ou celular).

Precipitação³: a precipitação é entendida em hidrologia como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitações. O que diferencia essas formas de precipitações é o estado em que a água se encontra. (...) Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia. As características principais da precipitação são o seu total, duração e distribuições temporal e espacial.

Prevenção de desastre¹: Conjunto de ações destinadas a reduzir a ocorrência e a intensidade de desastres naturais ou humanos, através da avaliação e redução das ameaças e/ou vulnerabilidades, minimizando os prejuízos socioeconômicos e os danos humanos, materiais e ambientais. Implica a formulação e implantação de políticas e de programas, com a finalidade de prevenir ou minimizar os efeitos de desastres. A prevenção compreende: a Avaliação e a Redução de Riscos de Desastres, através de medidas estruturais e não-estruturais. Baseia-se em análises de riscos e de vulnerabilidades e inclui também legislação e regulamentação, zoneamento urbano, código de obras, obras públicas e planos diretores municipais.

Previsão de cheias²: Previsão de cotas, descargas, tempo de ocorrência, duração de uma cheia e, especialmente, da descarga de ponta num local especificado de um rio, como resultado das precipitações e/ou da fusão das neves na bacia.

Rede de drenagem²: Disposição dos canais naturais de drenagem de uma certa área.

Rede hidrográfica²: Conjunto de rios e outros cursos d'água permanente ou temporários, assim como dos lagos e dos reservatórios de uma dada região.

Rede hidrológica²: Conjunto de estações hidrológicas e de postos de observação situados numa dada área (bacia de um rio, região administrativa) de modo a permitir o estudo do regime hidrológico.

Rede hidrométrica²: Rede de estações dotadas de instalações para a determinação de variáveis hidrológicas, tais como: (1) descargas dos rios; (2) níveis dos rios, lagos e reservatórios; (3) transporte de sedimentos e sedimentação; (4) qualidade da água; (5) temperatura da água; (6) característica da cobertura de gelo nos rios e nos lagos, etc.

Referência de nível²: Marca relativamente permanente, natural ou artificial, situada numa cota conhecida em relação a um nível de referência fixo.

Regime hidrológico²: (1) Comportamento do leito de um rio durante um certo período, levando em conta os seguintes fatores: descarga sólida e líquida, largura, profundidade, declividade, formas dos meandros e progressão do movimento da barra, etc.; (2) Condições variáveis do escoamento num aquífero; (3) Modelo padrão de distribuição sazonal de um evento hidrológico, por exemplo, vazão.

Regularização natural²: Amortecimento das variações do escoamento de um curso d'água resultante de um armazenamento natural num trecho de seu curso.

Remanso²: Água represada ou retardada no seu curso em comparação ao escoamento normal ou natural.

Reservatório²: Massa de água, natural ou artificial, usada para armazenar, regular e controlar os recursos hídricos. (V. barragem)

Resiliência¹: É a capacidade do indivíduo de lidar com problemas, superar obstáculos ou resistir à pressão de situações adversas sem entrar em surto psicológico. A resiliência também se trata de uma tomada de decisão quando alguém se depara com um contexto de crise entre a tensão do ambiente e a vontade de vencer.

Risco¹: 1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das conseqüências previsíveis. 2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos. 3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais. 4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre. 5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.

Salvamento¹: 1. Assistência imediata prestada a pessoas feridas em circunstâncias de desastre. 2. Conjunto de operações com a finalidade de colocar vidas humanas e animais a salvo e em lugar seguro.

Seca¹: 1. Ausência prolongada, deficiência acentuada ou fraca distribuição de precipitação. 2. Período de tempo seco, suficientemente prolongado, para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico. 3. Do ponto de vista meteorológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas

hídricas existentes. 4. Numa visão socioeconômica, a seca depende muito mais das vulnerabilidades dos grupos sociais afetados que das condições climáticas.

Sistema¹: 1. Conjunto de subsistemas (substâncias, mecanismos, aparelhagem, equipamentos e pessoal) dispostos de forma a interagir para o desempenho de uma determinada tarefa. 2. Arranjo ordenado de componentes que se inter-relacionam, atuam e interagem com outros sistemas, para cumprir uma tarefa ou função (objetivos), em determinado ambiente.

Sistema de alarme¹: Dispositivo de vigilância permanente e automática de uma área ou planta industrial, que detecta variações de constantes ambientais e informa os sistemas de segurança a respeito.

Sistema de alerta¹: Conjunto de equipamentos ou recursos tecnológicos para informar a população sobre a ocorrência iminente de eventos adversos.

Tempo de retardo²: Tempo compreendido entre o centro da massa da precipitação e o do escoamento ou entre o centro de massa da precipitação e a descarga máxima de ponta.

Tempo de base²: Intervalo de tempo entre início e o fim do escoamento direto produzido por uma tempestade.

Tempo de concentração²: Período de tempo necessário para que o escoamento superficial proveniente de uma precipitação se movimente do ponto mais remoto de uma bacia até o exutório.

Tempo de percurso²: Tempo decorrido entre as passagens de uma partícula de água ou de uma onda, de um ponto dado a um outro, à jusante, num canal aberto.

Usina hidrelétrica²: Conjunto de todas as obras e equipamentos destinados à produção de energia elétrica utilizando-se de um potencial hidráulico. Pode ser classificada em *usina a fio d'água*, quando utiliza reservatório com acumulação suficiente apenas para prover regularização diária ou semanal, ou utilizada diretamente a vazão afluyente do aproveitamento; ou *usina com acumulação*, quando dispõe de reservatório para acumulação de água, com volume suficiente para assegurar o funcionamento normal das usinas durante um tempo especificado.

Vazão defluente²: Vazão total que sai de uma estrutura hidráulica. Corresponde à soma das vazões turbinadas e vertida em uma usina hidrelétrica. Sinônimo - vazão liberada.

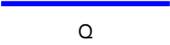
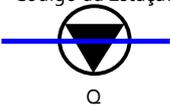
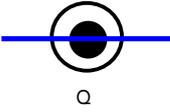
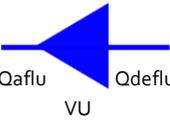
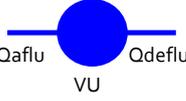
Vazão específica²: Relação entre a vazão natural e a área de drenagem (da bacia hidrográfica) relativa a uma seção de um curso d'água. E expressa em $1/s/km^2$. Sinônimo - vazão unitária.

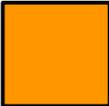
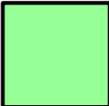
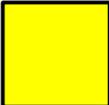
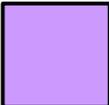
Vazão incremental²: Vazão proveniente da diferença das vazões naturais entre duas seções determinadas de um curso d'água.

Volume de espera: corresponde à parcela do volume útil do reservatório, abaixo dos níveis máximos operativos normais, a ser mantido no reservatório durante o período de controle de cheias visando reter parte do volume da cheia.

Vulnerabilidade¹: 1. Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. 2. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano conseqüente. 3. Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos. 4. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança.

SIMBOLOGIA BÁSICA

	<p>Direção de fluxo; linha “em traço” com seta aberta na direção do fluxo da água; espessura 1pt. Deve-se utilizar apenas quando a direção do fluxo não estiver clara.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p>
	<p>Trecho de rio; linha cheia; espessura 2pt.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p> <p>Obs.: A vazão (Q) deve ser indicada na parte inferior.</p>
<p>Código da Estação</p> 	<p>Estação Hidrológica; circunferência com triângulo inscrito.</p> <p>Cor RGB = (0,0,0).</p> <p>Obs.: A vazão (Q) deve ser indicada na parte inferior. Caso não exista a informação de vazão, pode ser considerado o Nível (NA).</p>
<p>Nome da Cidade</p> 	<p>Cidade; círculos concêntricos.</p> <p>Cor RGB = (0,0,0).</p> <p>Obs.: A vazão (Q) deve ser indicada na parte inferior. Caso não exista a informação de vazão, pode ser considerado o Nível (NA).</p>
<p>Nome do Reservatório</p> 	<p>Barragem com reservatório de acumulação; triângulo equilátero com vértice na direção oposta ao fluxo da água; sem contorno.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p> <p>Obs.: As vazões afluente (Qaflu) e defluente (Qdeflu) e o Volume Útil (VU) ou o Nível (NA) devem ser indicados conforme figura.</p>
<p>Nome da Barragem</p> 	<p>Barragem a fio d'água; círculo; sem contorno.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p> <p>Obs.: As vazões afluente (Qaflu) e defluente (Qdeflu) e o Volume Útil (VU) ou o Nível (NA) devem ser indicados conforme figura. Se não houver a informação, o espaço da mesma deve ser deixado vazio.</p>
	<p>Sem informação atualizada.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (166,166,166).</p>

	<p>Sem dado de referência.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,255,255).</p>
	<p>Estado de escassez hídrica.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,150,0).</p>
	<p>Estado de déficit hídrico.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (150,255,150).</p>
	<p>Estado normal.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (0,0,255).</p>
	<p>Estado de atenção para inundação.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,255,0).</p>
	<p>Estado de alerta para inundação.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (204,153,255).</p>
	<p>Estado de emergência para inundação.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,0,0).</p>

1 INTRODUÇÃO

A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará — COGERH, é a instituição de gerenciamento de recursos hídricos de domínio do Estado do Ceará ou da União, por delegação. Criada pela Lei Nº 12.217, de 18 de novembro de 1993, vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SRH, tem por finalidade gerenciar a oferta dos recursos hídricos presentes nos corpos d'água superficiais e subterrâneos de domínio do Estado, visando equacionar as questões referentes ao seu aproveitamento e controle.

A COGERH, através de um convênio com a Agência Nacional de Águas, vem implantando sua Sala de Situação, com o objetivo de realizar o acompanhamento, em tempo real, de eventos hidrológicos críticos no Estado do Ceará. O espaço funcionará como um centro de gestão de situações críticas, identificando e viabilizando a adoção de medidas preventivas e mitigadoras dos efeitos de secas e inundações.

A COGERH atua, desde novembro de 2009, na formulação de um sistema de alerta — procedimentos operacionais para as fases de pré-estação e estação chuvosa — para as áreas à jusante dos reservatórios de controle, os Açudes Castanhão e Banabuiú. A estrutura organizacional responsável pelos estudos nomeada NTO (Núcleo Técnico Operacional) era composta por técnicos especializados em diversas áreas, das várias entidades governamentais diretamente envolvidas no planejamento e nas ações de controle de eventos hidrológicos críticos, entre elas a COGERH (DIOPE, GEPRO), o DNOCS, a FUNCEME, a Defesa Civil e a CPRM, conforme Art.6º da RESOLUÇÃO CONERH Nº04/2009.

Desta forma, a preocupação desta Companhia com os eventos naturais desastrosos antecede as ações hoje subsidiadas pela ANA, que passou a acompanhar as condições hidrometeorológicas de bacias hidrográficas federais prioritárias por meio de sua Sala de Situação e apoiar os estados na estruturação de Salas de Situação próprias.

De uma forma geral, as ações desenvolvidas pelas Salas de Situação se traduzem na geração e disseminação de informações sobre os eventos hidrológicos críticos. Ou seja, a Sala de Situação funciona como uma vitrine, produzindo e reunindo informações de diferentes fontes e disponibilizando para a população e para os órgãos envolvidos na prevenção de desastres naturais.

A Sala de Situação da COGERH está diretamente ligada a Diretoria de Operações (DIOPE), contando com o apoio das Gerências de Desenvolvimento Operacional (GEDOP) e da

Gerência de Tecnologia (GETEC). Possui atualmente em seu quadro dois Analistas em Gestão de Recursos Hídricos, um Geógrafo, um tecnólogo em Recursos Hídricos e um técnico em monitoramento quantitativo, além do apoio de engenheiros das GEDOP e GETEC.

A atuação da Sala de Situação deverá se pautar em regras e procedimentos para acompanhamento e aviso de situações de eventos hidrológicos críticos contidos em seu manual de operação. Desta forma, este manual operativo tem o objetivo de orientar a atuação da Sala de Situação da COGERH, na identificação e acompanhamento de situações hidrológicas críticas locais, bem como na divulgação dos resultados, através de sua página na internet: <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

2 OBJETIVOS DA SALA DE SITUAÇÃO DO CEARÁ

Os objetivos principais da Sala de Situação são:

- Monitorar e informar a ocorrência de eventos hidrológicos críticos;
- Apoiar as ações de prevenção de eventos críticos.

Especificamente, a Sala de Situação deve:

- Elaborar relatórios descrevendo a situação das bacias hidrográficas, das estações de monitoramento e dos reservatórios, bem como o levantamento das informações sobre os eventos hidrológicos críticos;
- Acompanhar a operação e propor adequações na rede hidrometeorológica para o monitoramento de eventos hidrológicos críticos e
- Identificar, sistematizar e atualizar as informações de cotas de alerta dos reservatórios estratégicos e cotas de atenção dos demais reservatórios monitorados.

3 ORGANIZAÇÃO DO ESTADO PARA A GESTÃO DA SALA DE SITUAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará vem estruturando, desde 1987, um sistema de integração estadual de seus recursos hídricos, visando a garantia da oferta de água para o abastecimento humano, o desenvolvimento agrícola e industrial. Este ano marcou a implantação, pelo Governo do Estado, da sua estrutura institucional na área de recursos hídricos, criando a Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH), a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) e foi vinculada à SRH a Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais, passando posteriormente a se chamar Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Em seguida, no ano de 1993, foi criada a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH. Com esta estrutura, o Estado do Ceará passou a conceber um sistema institucional de recursos hídricos englobando as fases aérea, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico. Posteriormente, a Lei Nº 11.996, de 24 de julho de 1992, criou a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH). O SIGERH congrega instituições estaduais, federais e municipais intervenientes no Planejamento, Administração e Regulamentação dos Recursos Hídricos, responsáveis pelas obras e serviços de Oferta, Utilização e Preservação dos Recursos Hídricos e serviços de Planejamento e Coordenação Geral, Incentivos Econômicos e Fiscais, Ciência e Tecnologia, Defesa Civil e Meio Ambiente, bem como aqueles representativos dos usuários de águas e da sociedade civil.

São diversas instituições que podem integrar os colegiados dos Comitês de Bacias Hidrográficas e/ou do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará, ou serem parceiras na execução das ações da política estadual de recursos hídricos, conforme apresentado na Figura 1. Embora instalada fisicamente na COGERH, a Sala de Situação do Estado do Ceará possui interação com vários outros órgãos Estaduais e Federais na definição de suas ações e atividades. São parceiros Federais a Agência Nacional de Águas – ANA, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, o Departamento de Obras Contra as Secas – DNOCS, a Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais – CPRM, e os órgãos Estaduais que compõe o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará.

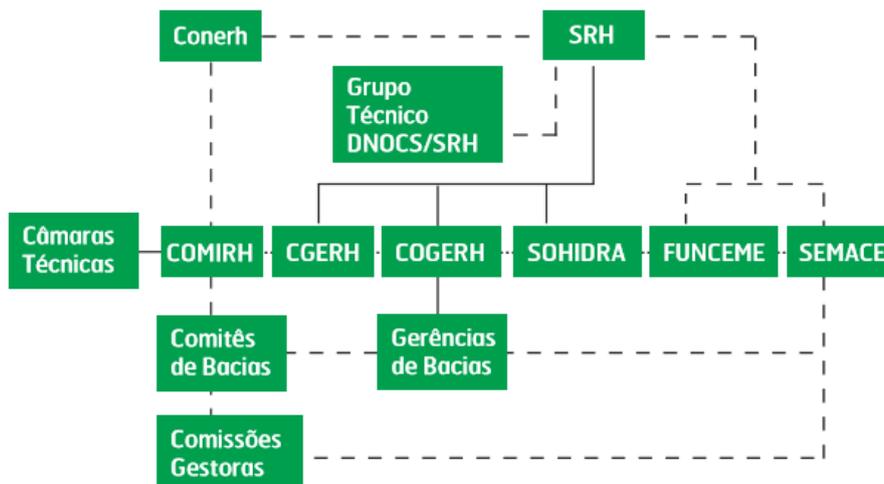


Figura 1 – Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH).

A FUNCEME é o principal órgão estadual de importância à Sala de Situação e trabalha em conjunto com a COGERH, compartilhando informações e ações fundamentais. A FUNCEME elabora previsões de tempo e clima para o Nordeste brasileiro, com ênfase para o estado do Ceará e monitora os principais sistemas meteorológicos atuantes sobre a região nordeste.

Outro importante parceiro na atuação da Sala de Situação é o Departamento de Obras Contra as Secas - DNOCS. A principal atribuição da instituição tem sido o monitoramento dos reservatórios sob sua responsabilidade, informação repassada diariamente para as ações da Sala de Situação.

4 BACIAS HIDROGRÁFICAS

No planejamento das ações de seu sistema de recursos hídricos, o Estado do Ceará foi subdividido em doze bacias ou regiões hidrográficas - sub-bacias⁴, de acordo com a presença das unidades regionais de gerenciamento da água. Ao término de cada estação chuvosa, de acordo com a disponibilidade hídrica dos açudes, são realizadas reuniões com os comitês da bacia hidrográfica que o açude pertence e posteriormente com a comissão gestora das águas do açude para definir as regras de operação durante a estação seca.

Uma dessas bacias, a bacia Poti-Longá, pertencente à Bacia do Parnaíba, é a única do Estado do Ceará que drena suas águas para outro Estado da Federação. Suas características de serra e sertão apresenta inúmeras diferenças sociais, econômicas e ambientais, conforme comenta Bouty *et al.* (2012), tendo sido oficializada a sua divisão em duas regiões: Sertões de Crateús e Serra da Ibiapaba.

A seguir descreve-se brevemente cada uma das regiões hidrográficas do estado, de acordo com a coleção de documentos do Pacto das Águas (CEARÁ, 2009).

⁴ Os conceitos bacias e sub-bacias hidrográficas se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica, referindo-se à compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água, onde cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia (SOUZA; FERNANDES, 2000). No texto, os usos dos dois termos podem aparecer na forma de sinônimos.

Bacias da Serra da Ibiapaba e Sertões de Crateús

Antigamente chamada de bacia do Parnaíba ou bacias Poti-Longá, situam-se na porção ocidental do Ceará. Limitam-se a leste com as bacias do Acaraú, Banabuiú e Coreaú e ao sul com o Alto Jaguaribe. Esta bacia é parte integrante da bacia do Parnaíba, localizada no estado do Piauí. O rio Poti, principal rio desta bacia no Estado do Ceará, abrange a parte sul da Bacia. Nasce no Ceará e escoar para o Piauí, possuindo aproximadamente 192,5 km de extensão e tendo como principal afluente o rio Macambira. Já o rio Longá, localiza-se na porção norte da bacia e escoar no sentido Leste-Oeste. A Bacia drenada pelos dois rios, em conjunto, cobre uma área de 16.761,78 Km², o equivalente a 12% do território cearense.

A porção cearense da Bacia do Parnaíba contribui com drenagem de água para duas sub-bacias: a do rio Poti, onde predominam áreas semiáridas do Estado, e a do rio Longá, que drena áreas da região da **Serra da Ibiapaba**. Essa região é mais úmida, caracterizando diferenças não apenas hidrológicas, mas também em suas estruturas sociais, culturais, climáticas, agrícolas, pecuárias e vocacionais (BOUTY *et al.*, 2012). Apresenta índices pluviométricos médios anuais de aproximadamente 1.260mm, a vegetação predominante do tipo Mata Úmida e Carrasco, com presença de sistema aquífero (água subterrânea) de embasamento sedimentar (rochas sedimentares).

Já a região dos **Sertões de Crateús** apresenta precipitação pluviométrica média anual de aproximadamente 757mm, a vegetação é tipo Caatinga arbórea e Caatinga arbustiva, com sistema aquífero de embasamento cristalino.

Bacia do Coreaú

Está localizada na porção Norte-Occidental do Estado. Limita-se ao sul, pelas regiões hidrográficas do Poti-Longá e Acaraú, a oeste, com o Estado do Piauí, a leste, pela bacia do rio Acaraú e ao norte, com o Oceano Atlântico. A linha de costa possui uma extensão de aproximadamente 130 km. Essa região hidrográfica é composta pela área drenada pelo rio Coreaú e seus tributários, além de microbacias que se abrem diretamente para o Oceano Atlântico, tais como os que são formados pelos rios Timonha, Tapuio, Jaguarapi, Pesqueiro e da Prata, perfazendo um total de 10.633,66 km² de área e correspondendo a 7% do território cearense.

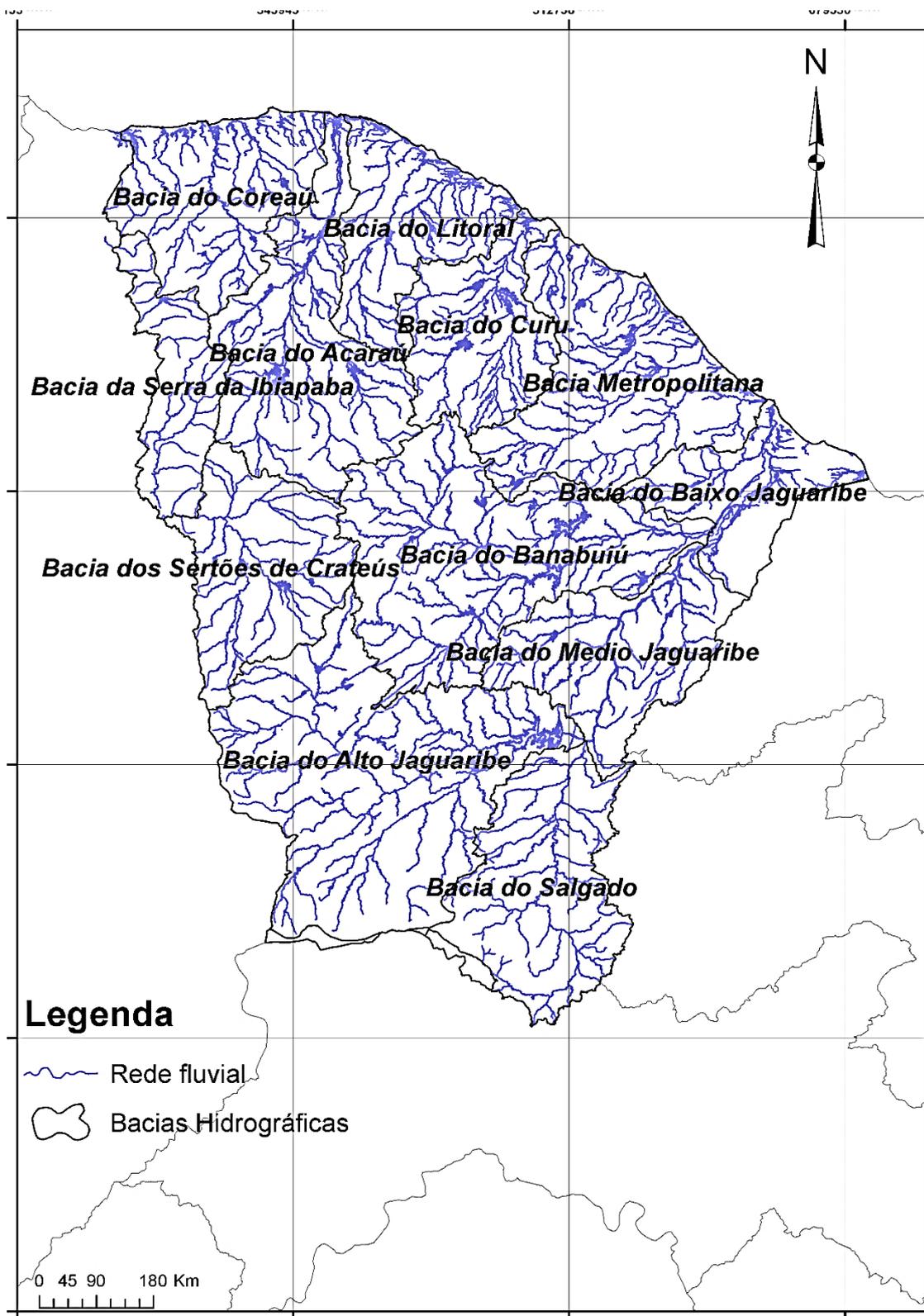


Figura 2 – Subdivisão do Estado do Ceará em Regiões hidrográficas.

Apresenta as menores amplitudes pluviométricas do Estado com precipitação média mínima anual de pouco menos de 1.000 mm (ao norte) e precipitação média máxima anual de pouco menos de 1.350 mm (ao sul). O clima é do tipo Tropical Quente Semiárido e os índices pluviométricos apresentam pequena variação, com precipitações médias anuais em torno de 889 mm e temperaturas médias anuais de 24,75°C.

Bacia do Acaraú

Região norte-ocidental do estado do Ceará, limitando-se a oeste e a sudoeste, respectivamente, com as regiões hidrográficas do Coreaú e do Poti-Longá, a leste e sudeste, com as regiões hidrográficas do Litoral e do Curu. Tem como rio principal o rio Acaraú, possuindo uma extensão de 315 Km, predominantemente no sentido sul-norte. Possui como principais afluentes os rios Groaíras, Jacurutu, Macacos e Jaibaras. Ocupa uma área da ordem de 14.423,00 Km², que corresponde a 10% do território cearense.

O sul da região caracteriza-se por possuir uma superfície constituída por relevos residuais subúmidos, com níveis entre 650 a 1000m, submetidos a um regime de precipitações elevadas e mais regularmente distribuídas, chegando a atingir a 1000 mm entre janeiro a maio. O clima é do tipo Semiárido Quente com precipitações médias anuais entre 600 a 800 mm, entre janeiro e maio e as temperaturas são mais elevadas, onde a média fica em torno de 27°C. A rede fluvial é densa, com fluxo hídrico intermitente sazonal e baixo potencial de águas subterrâneas. O regime de chuvas é caracterizado por irregularidades interanuais e espaciais, com altos índices pluviométricos no litoral, serra da Meruoca e Ibiapaba. A pluviosidade é menor nas áreas localizadas mais ao sul e ao leste.

Bacia do Litoral

Situa-se na porção noroeste do Estado, limitada ao sul e a oeste pela Bacia do rio Acaraú, a leste pela Bacia do rio Curu, e ao norte, pelo Oceano Atlântico. Tem como principal coletor de drenagem o rio Aracatiaçu, com 181 km de extensão. Outros cursos d'água de menores dimensões se dispõem paralelamente ao Aracatiaçu, sendo eles os rios Aracatimirim, a oeste e do Cruxati, Mundaú e Trairi, a leste. Abrange área aproximada de 8.472,77Km², o equivalente a 6% do território cearense.

O clima é do tipo Tropical Quente Semiárido, apresentando média térmica em torno dos 26°C. Quanto à pluviometria, verifica-se significativa diferença entre os índices observados entre o alto, médio e baixo curso, tendendo a ser mais elevado no baixo curso em razão da

proximidade com o litoral e ao aumento da umidade relativa do ar. Apresenta extensa faixa litorânea e boa pluviosidade, com média anual em torno dos 1099,6 mm.

Bacia do Curu

A região hidrográfica do Curu localiza-se no centro-norte do Estado. Limita-se, a leste, com as bacias Metropolitanas, a oeste com as regiões hidrográficas do Acaraú e do Litoral e ao sul com a bacia do rio Banabuiú, integrante do Sistema do Jaguaribe. Seu principal afluente é o rio Canindé, que se encontra na margem direita, e drena praticamente todo o quadrante sudeste da região. O rio Curu é o coletor principal, com nascente na região montanhosa formada pelas Serras do Céu, da Imburana e do Lucas. O rio Curu possui uma extensão de 195 km e corre preferencialmente no sentido sudoeste nordeste. Drena uma área de 8.750,75 Km², o equivalente a 6% do território cearense.

Quanto à pluviometria, os índices são mais acentuados no baixo curso. A média pluviométrica é de 919 mm ao ano, e o clima é Tropical Quente Semiárido com média térmica anual em torno dos 27°C.

Bacia do Banabuiú

A região hidrográfica do rio Banabuiú compreende os sertões centrais do Ceará mais fortemente submetidos aos rigores da semiaridez. Por sua localização central, limita-se com quase todas as regiões hidrográficas do Estado, com exceção das regiões hidrográficas do Coreaú, do Litoral e do Salgado. O rio Banabuiú é o mais importante rio desta região. É uma das cinco regiões hidrográficas que compõem a Bacia do Jaguaribe, drenando uma área de 19.810 km². Desenvolve-se no sentido oeste-leste, percorrendo um curso total de 314 km, até desaguar no rio Jaguaribe nas proximidades da cidade de Limoeiro do Norte. Sua área equivale a 13% do território cearense. O alto curso do rio Banabuiú é encachoeirado, onde são frequentes as corredeiras. O clima é do tipo Tropical Quente Semiárido com temperaturas médias anuais em torno dos 27°C. A média pluviométrica anual é de 725,4 mm.

Possui déficit hídrico considerável para todos os municípios nela inseridos, devido às elevadas temperaturas e altas taxas de evaporação, que aliadas às fracas pluviosidades, mantém o escoamento na rede de drenagem restrito aos períodos chuvosos.

Bacia do Salgado

A sub-bacia do rio Salgado posiciona-se na porção meridional do Estado, limita-se a oeste com a sub-bacia do Alto Jaguaribe, ao sul com o Estado de Pernambuco, ao leste com o

Estado da Paraíba e a nordeste com a sub-bacia do Médio Jaguaribe. O principal rio desta sub-bacia é o rio Salgado. Seu trajeto dá-se no sentido sul-norte, até o encontro com o rio Jaguaribe, próximo à cidade de Icó, logo à jusante da barragem do açude Orós. Possui uma extensão de 308 km e drena uma área de 12.623,89 Km², o equivalente a 9% do território cearense.

Aa média anual pluviométrica é de 967,6 mm. O clima é do tipo Semiárido Quente, que condiciona médias térmicas anuais que variam entre 24°C e 26°C.

Bacia do Alto Jaguaribe

A região hidrográfica do Alto Jaguaribe localiza-se à sudoeste do Estado do Ceará, limitando-se a oeste com o Estado do Piauí e ao sul com o Estado de Pernambuco. É a maior das cinco regiões hidrográficas que compõem a bacia do rio Jaguaribe (Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, Banabuiú e Salgado), e também a maior do Estado. Inicia-se nas nascentes do rio Jaguaribe e percorre uma extensão de aproximadamente 325 km até alcançar o açude Orós, principal reservatório dessa região. Drena uma área de 24.538 km², o equivalente a 16% do território cearense.

As altitudes variam entre 250m e 400m em média e o clima é Tropical Quente Semiárido, com precipitações médias anuais entre 500mm e 700mm, de janeiro a maio, e com acentuada irregularidade no tempo e no espaço. A temperatura média anual é de 28°C. Apresenta representativa heterogeneidade tanto no que diz respeito à distribuição espaço-temporal da precipitação quanto ao escoamento de suas águas, para os diversos municípios que a compõem.

Bacia do Médio Jaguaribe

A região hidrográfica do Médio Jaguaribe é uma das cinco regiões que compõem a Bacia do Jaguaribe, fazendo fronteira com todas as demais. Localiza-se na porção leste do Estado do Ceará e limita-se, em sua porção oriental, com o Estado do Rio Grande do Norte. Drena uma área de 10.335 km² e seu principal rio é o Jaguaribe, situando-se entre o açude Orós e a localidade Peixe Gordo, onde o rio cruza a rodovia BR 116, percorrendo um curso total de 171 km. Sua área equivale a 13% do território cearense. Os índices pluviométricos anuais para essa região ficam em torno dos 742,6mm. O clima é Tropical Quente Semiárido com temperatura média anual 27°C.

Bacia do Baixo Jaguaribe

A região hidrográfica do Baixo Jaguaribe é localizada na porção oriental do Estado do Ceará, limitando-se com o Estado do Rio Grande do Norte a leste, o Oceano Atlântico ao norte, as Bacias Metropolitanas à oeste e ao sul e sudoeste com as regiões hidrográficas do Médio Jaguaribe e Banabuiú, respectivamente. É a menor das regiões hidrográficas que compõem a Bacia do Jaguaribe. Sua área equivale a 4% do território cearense. O clima é Semiárido Quente e Subúmido, com temperaturas anuais médias em torno dos 27°C. A média pluviométrica anual é de 838,0 mm.

Bacias Metropolitanas

Esta região é constituída por uma série de bacias independentes onde se destacam os rios Choró, Pacoti, São Gonçalo, Pirangi, Ceará e Cocó, como coletores principais de drenagem e os sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu. Esta Bacia corresponde a uma área de 15.085 km², 10% do estado do Ceará. São dezesseis as sub-bacias hidrográficas dessa região, dentre elas aquelas que possuem rio principal com maior extensão são o Choró, com 200 km; o Pirangi, com 177,5 km; e o Pacoti, com 112,5 km, todos em sentido sudoeste-nordeste.

A média anual pluviométrica aproxima-se dos 800 mm no médio curso do rio São Gonçalo; 1000 mm no restante das bacias e 1400 mm litoral. Apresenta clima Tropical Quente Subúmido, com temperaturas anuais médias variando entre 26°C e 28°C e período chuvoso ocorrendo principalmente entre os meses de janeiro a maio. Apresentam representativa heterogeneidade na distribuição espaço-temporal da precipitação e no escoamento de suas águas. Os dados de Precipitação Média Anual para cada município demonstram que os índices pluviométricos são mais elevados no curso médio e inferior da bacia e nas áreas dos maciços residuais.

5 CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO

No que diz respeito às ações da Sala de Situação, a precipitação é a variável mais importante a ser monitorada, devido a formação de enchentes, no caso de chuvas acima da capacidade de escoamento dos canais; e de secas, em situações de estiagens prolongadas. A combinação das elevadas taxas de evapotranspiração, solos rasos (com pouca infiltração) e o caráter irregular espaço-temporal das precipitações afeta o balanço hídrico da região e aumenta as probabilidades de ocorrência de eventos extremos, tanto no sentido da baixa disponibilidade de água (secas) como pelo excesso (inundações).

Os fatores climáticos que estabelecem as características hidrológicas nas regiões semiáridas incluem a quantidade e distribuição da precipitação e os efeitos do vento, temperatura e umidade sobre a evaporação e evapotranspiração. As características hidrológicas de uma região árida ou semiárida, conforme comenta Soliman (2013), são determinadas em grande parte pelo seu clima, geologia e geografia. O nordeste semiárido brasileiro, quando comparado com outras regiões semiáridas no mundo, apresenta precipitação média anual acima dos limites teóricos que classificam essas regiões quanto à semiaridez. A parte subterrânea do ciclo hidrológico, que mantém o escoamento de base e mantém vazões em rios nos períodos secos do ano, é fortemente afetada pelas características geológicas da região. Essas características são responsáveis pela intermitência dos rios e, nas épocas chuvosas, problemas com enchentes.

A precipitação é representada em termos de altura que a água da chuva alcançaria em uma determinada área. As principais formas de medição das precipitações pluviais são (SOLIMAN, 2013):

- Pluviômetros: consiste basicamente em uma área de coleta circular conectada a um funil coletor.
- Pluviógrafos: produzem gráficos contínuos da precipitação em relação ao tempo.
- Radar: instrumento que mede a área de alcance, localização e movimento das precipitações pluviais. Consiste na transmissão de ondas eletromagnéticas a partir de um sistema de antena direcional para a atmosfera.
- Satélites meteorológicos: podem ser satélites em órbita polar ou geoestacionários. Os satélites em órbita polar estão situados a aproximadamente 250km da superfície da terra e giram em órbita polar que passa através dos polos norte e sul e cruza o equador a cada 12h. Possuem resolução espacial ruim não sendo recomendados para

aplicações que requerem dados de precipitação com alta resolução espacial. Já os satélites geoestacionários localizam-se a aproximadamente 36.000km acima do equador. Devido sua característica estacionária em relação a um ponto na terra, permite o monitoramento contínuo da mesma face da terra, o que proporciona uma alta resolução temporal (30 minutos, para o caso do satélite METEOSAT).

Em função da combinação das condições dos oceanos Atlântico e Pacífico, ocorre grande variabilidade interanual dos totais pluviométricos sobre o Nordeste, dos quais resulta a alternância de anos de seca e de cheias. Dos totais pluviométricos sobre a região, parte é evapotranspirada ou infiltra nas camadas subsuperficiais do solo, sendo o excedente escoado através de cursos d'água de vazão natural intermitente ao longo do ano.

Conforme apresentado pelo balanço anual entre precipitação e evaporação na Figura 3, os totais pluviométricos anuais superam a evaporação sobre uma estreita faixa ao longo do litoral da Bahia ao Rio Grande do Norte, o litoral do Ceará e o Oeste da Bahia e Piauí e todo o estado do Maranhão.

O estado do Ceará, historicamente, é marcado por grandes prejuízos associados a eventos climáticos extremos. Pequenas flutuações climáticas já são capazes de provocar significativos impactos sociais e econômicos sobre a região (SOUZA FILHO; MOURA, 2006). A precipitação no Estado possui grande variabilidade sazonal, onde 75% dos totais das chuvas ocorrem em quatro meses (fevereiro, março, abril e maio) e uma quase total ausência de precipitação no segundo semestre, conforme mostra a Figura 4. Esta característica é governada em grande parte pela migração norte/sul da zona de convergência intertropical (ZCIT) ao longo do ano.

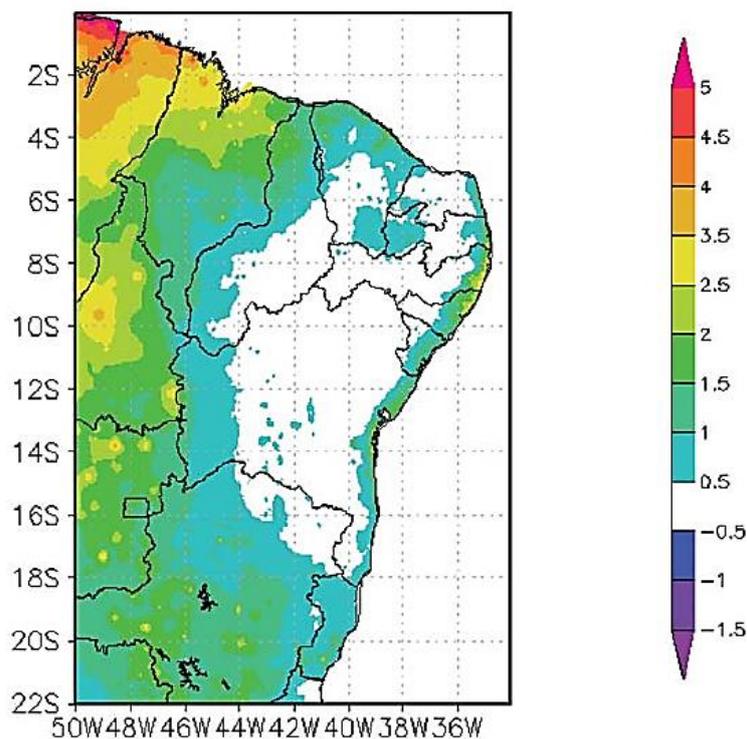


Figura 3 – Balanço entre Precipitação e Evaporação, média anual (em mm/dia). Fonte: BRASIL, 2012.

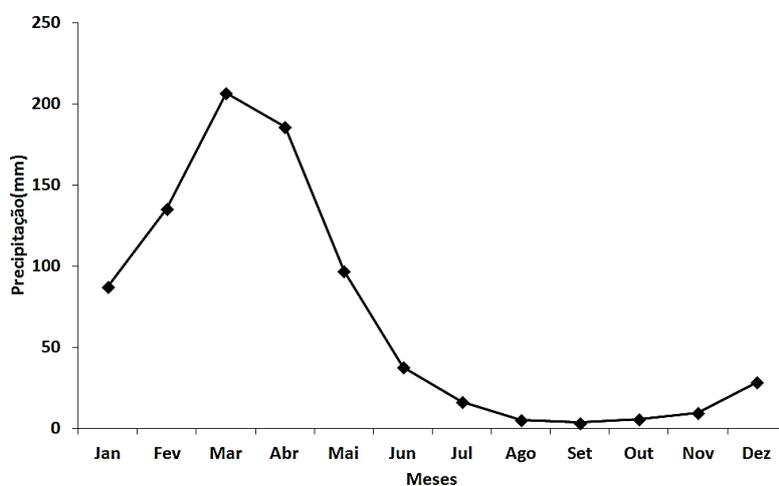


Figura 4 – Climatologia da precipitação média sobre o Ceará no período de 1912 a 2013 a partir da base de pluviômetros da FUNCEME e SUDENE. Fonte: Silveira, 2014.

A série histórica de precipitações na cidade de Fortaleza – Figura 5 sinaliza uma significativa variabilidade hidrológica decadal, com períodos decenais de média superior a 1800 mm. Por outro lado, observa-se intervalos com média atingindo valores em torno de 1000 mm. Essa característica aponta para um possível modo de variação de baixa frequência, já que esse comportamento é recorrente ao longo da série histórica. Além disso, há uma variabilidade de

alta frequência identificada pela sequência de anos muito secos seguido por anos muito chuvosos.

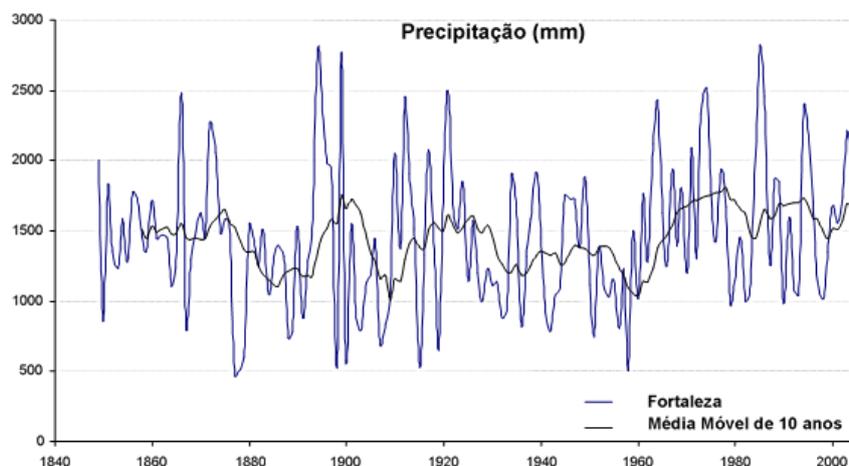


Figura 5 – Precipitação média anual em Fortaleza-CE e a média móvel de 10 anos da precipitação para o período de 1849 a 2006. Fonte: Silveira, 2015.

5.1 FENÔMENOS ATMOSFÉRICOS QUE INFLUENCIAM A PRECIPITAÇÃO SOBRE O NORDESTE BRASILEIRO

A seguir descrevem-se, resumidamente, os principais fenômenos atmosféricos causadores de chuvas sobre o nordeste brasileiro e, especificamente, sobre o estado do Ceará, de acordo com FUNCEME (2016).

Zona de Convergência Intertropical – ZCIT

O principal sistema atuante na região nordeste do Brasil é a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT. A ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 12°N , entre agosto e setembro, para posições mais ao sul, aproximadamente a 4°S , entre março e abril. Trata-se de uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. A ZCIT é mais significativa sobre os Oceanos e tem como fatores determinantes de sua posição e intensidade a Temperatura da Superfície do Mar – TSM.

Dependendo da intensidade do período do ano em que ocorre, o fenômeno El Niño (aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico) é um dos responsáveis por anos considerados abaixo da média ou muito abaixo da média, principalmente quando ocorre

conjuntamente como dipolo⁵ positivo do Atlântico (desfavorável às chuvas). O fenômeno La Niña (resfriamento anômalo das águas do oceano Pacífico associado ao dipolo negativo do Atlântico - favorável às chuvas), é normalmente responsável por anos considerados em torno da média, acima da média ou muito acima da média na região.

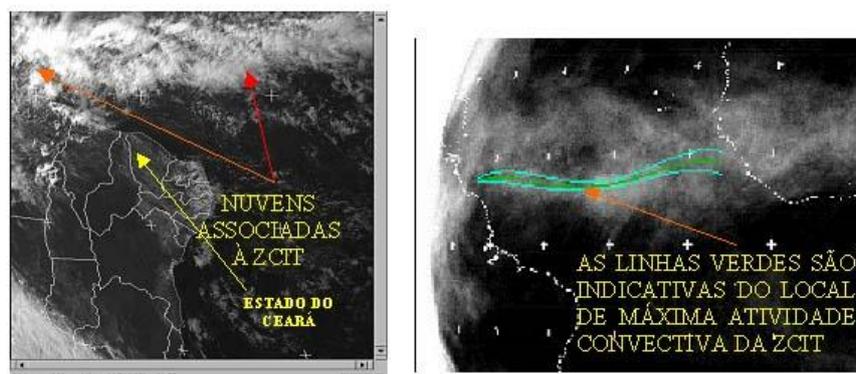


Figura 6 – Localização da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT. Fonte: FUNCEME.

Frentes Frias

Importante mecanismo causador de chuvas no Nordeste do Brasil, está ligado à penetração de Frentes Frias até as latitudes tropicais entre os meses de novembro e janeiro. As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa) (Figura 7).



Figura 7 – Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do Estado da Bahia. Fonte: FUNCEME.

⁵ Dipolo do Atlântico: diferença entre a anomalia de Temperatura da Superfície do Mar - TSM na Bacia do Oceano Atlântico Norte e Oceano Atlântico Sul.

Vórtice Ciclônico de ar superior

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior – VCAS, atingem a região Nordeste do Brasil e se formam no Oceano Atlântico, entre os meses de outubro e março; e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. Os VCAS são um conjunto de nuvens que têm a forma de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidiência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (Figuras 8 e 9).

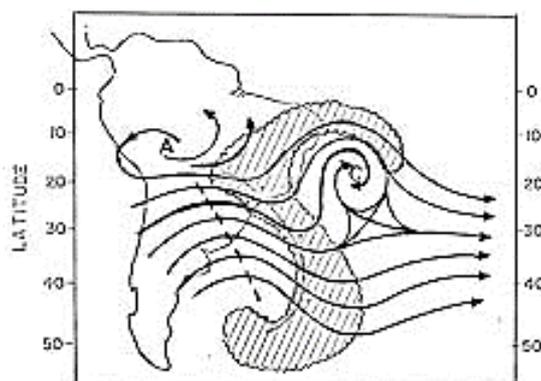


Figura 8 – Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior-VCAS.

Fonte: FUNCEME.

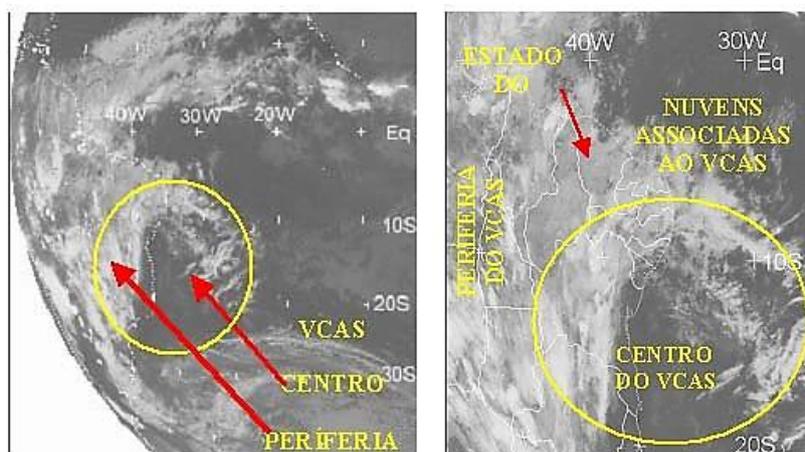


Figura 9 – Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho. Fonte: FUNCEME.

Linhas de Instabilidade

As Linhas de Instabilidade são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cúmulos, organizadas em forma de linha. Sua formação se dá mediante a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, favorecendo o desenvolvimento das nuvens cúmulos, que atingem um número maior à tarde, momento em que a convecção é

máxima. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.



Figure 10 – Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do Estado do Maranhão até o Estado do Rio Grande do Norte. Fonte: FUNCEME.

Complexos Convectivos de Mesoescala

Os Complexos Convectivos de Mesoescala – CCMs são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis (temperatura, relevo, pressão etc.), provocando chuvas fortes e de curta duração. Normalmente as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada (Figura 11).

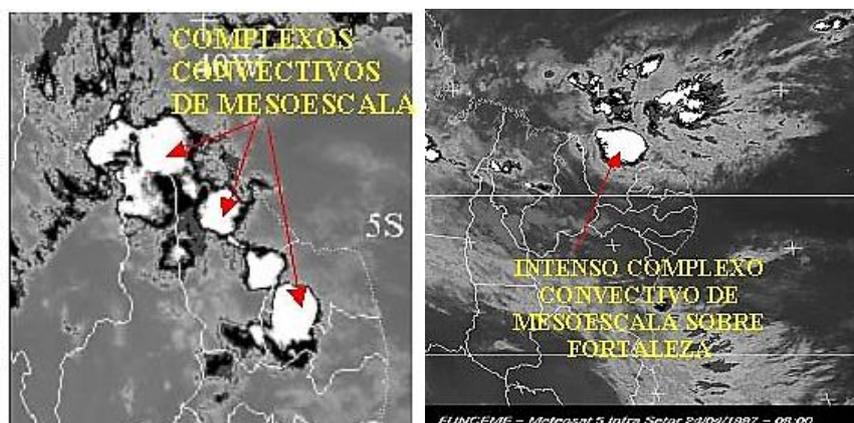


Figura 11 – Imagem do Satélite METEOSAT-7 no canal infravermelho a) dia 21/01/96 às 21:00h local e b) dia 24/04/98 às 08:00h local. Fonte: FUNCEME.

Ondas de leste

As ondas de leste são ondas que se formam na faixa tropical do globo terrestre, área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. O Estado do Ceará (região centro-norte do Estado) recebe chuvas nos meses de junho, julho e agosto, influenciadas por esse sistema atmosférico, que provoca

chuvas principalmente na Zona da Mata e se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte.



Figura 12 – Imagem do Satélite METEOSAT-7 mostrando nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. Fonte: FUNCEME.

Oscilação 30 - 60 dias

Sistema Atmosférico (onda de pressão) que se desloca de oeste para leste contornando o globo terrestre num período entre 30 a 60 dias. Pode favorecer ou inibir as chuvas sobre a região nordeste, dependendo de sua fase.

5.2 VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO SOBRE O ESTADO DO CEARÁ

O total precipitado numa dada região do Estado, durante a quadra chuvosa, entre fevereiro e maio, é geralmente classificado em três categorias: abaixo da média (tons vermelhos), em torno da média (tons amarelos) e acima da média (tons azuis) (Figura 13).

Esta classificação toma como base os valores históricos de precipitação de cada região. Nestes gráficos, a classificação foi feita tomando como base a climatologia média da precipitação na região homogênea (Figura 14). Ao todo, o Estado do Ceará foi dividido em oito regiões homogêneas: Maçico de Baturité, Cariri, Litoral de Fortaleza, Ibiapaba, Jaguaribana, Litoral Norte, Litoral do Pecém e Sertão Central e Inhamuns. Cada região apresenta um valor climatológico médio de chuvas diferenciado em relação aos demais; portanto, as definições de chuvas abaixo, na média ou acima da média histórica serão diferentes entre as regiões.

O limite superior da categoria Abaixo da Média e o limite inferior da categoria Acima da Média estão devidamente identificados, assim como a média para cada região, e os respectivos mínimos e máximos observados ao longo do período. Por exemplo, para a região do Cariri,

uma quadra chuvosa com total precipitado inferior a 541,8mm é classificada como Abaixo da Média, enquanto que uma com total precipitado acima de 709,5mm é classificada como Acima da Média.

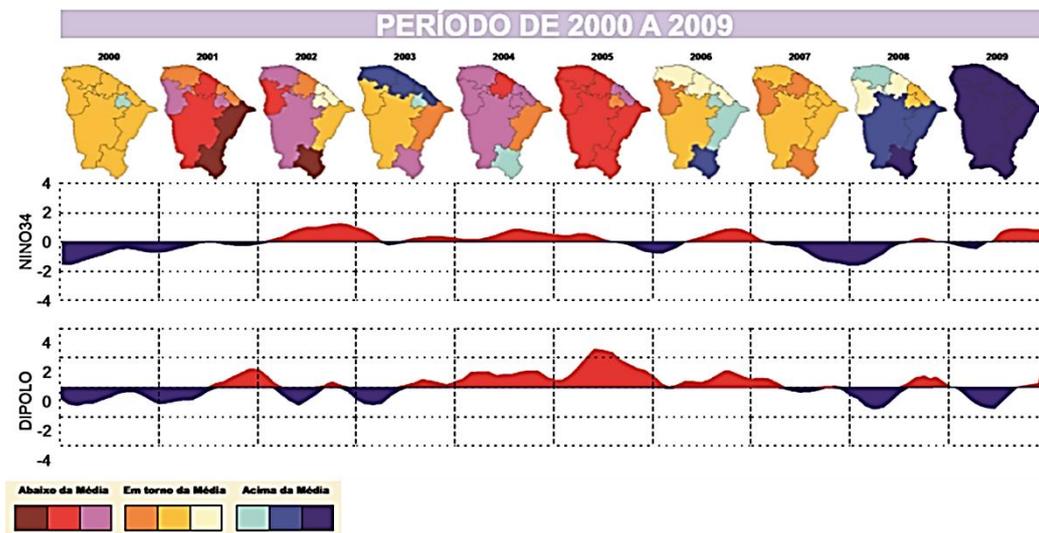


Figura 13 – Distribuição anual das precipitações por regiões homogêneas do estado do Ceará, entre 2000 e 2009. Fonte: FUNCEME.

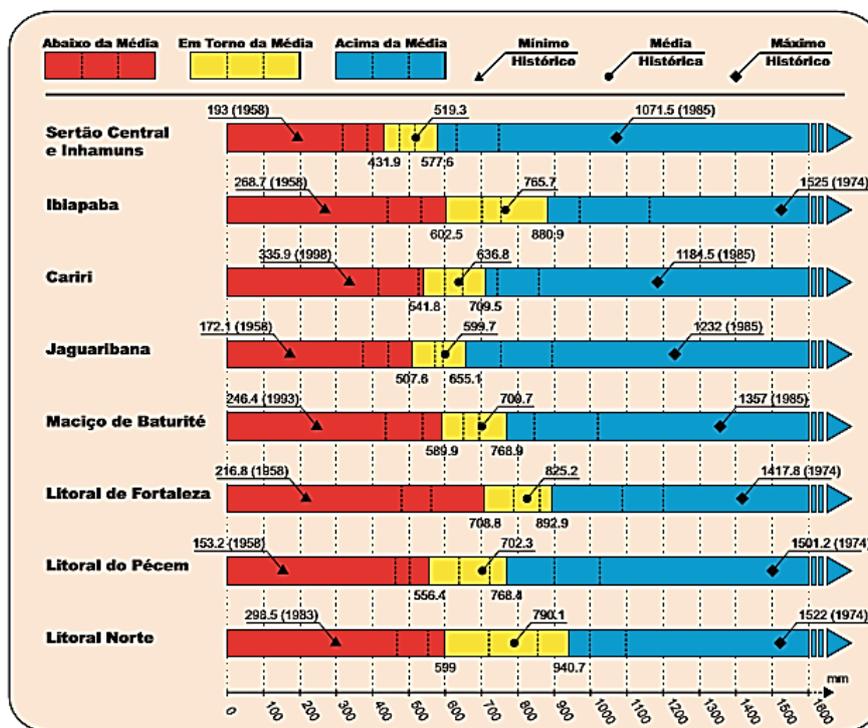


Figure 14 – Categorias das Regiões Hidrológicas Homogêneas para o Período de Fevereiro a Maio (Base de cálculo:1950-2009), mostrando os limites para cada categoria de classificação das chuvas, por região.

Fonte: FUNCEME.

6 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS EVENTOS CRÍTICOS NO ESTADO DO CEARÁ

O monitoramento das variáveis meteorológicas no Estado do Ceará é realizado pela FUNCEME desde a sua criação, em 1972. Atualmente, a rede de coleta de dados operada pela instituição inclui Pluviômetros Convencionais, Plataformas Automáticas de Coleta de Dados, Radar Meteorológico e Satélites Meteorológicos e sua operação e controle é realizada pela Sala de Monitoramento Hidrometeorológico e Ambiental de forma contínua e em tempo real.

A FUNCEME realiza, duas vezes ao dia, a previsão de tempo para as diversas regiões do Estado do Ceará. Para isto, é feita a análise de dados meteorológicos, imagens de satélite e previsões de modelos atmosféricos de diferentes centros. Essas informações são imprescindíveis ao funcionamento da Sala de Situação, que terá a função de acompanhar os resultados do monitoramento realizado pela FUNCEME, bem como gerenciar sua própria infraestrutura (ANA/COGERH).

O estado do Ceará é submetido à ocorrência de dois eventos críticos, as secas e as cheias. Descrevem-se, a seguir, as estiagens/secas e enchentes/inundações e as sub-bacias afetadas, em maior grau, segundo o Atlas de Desastres — Volume Ceará, o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações e os Planos de Gerenciamento das Águas do Estado do Ceará.

6.1 ESTIAGENS/SECAS

Os fenômenos de estiagens e secas compõem o grupo dos desastres naturais climatológicos, conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres — COBRADE (BRASIL, 2013a). Segundo definição da Defesa Civil, os eventos de seca e estiagem caracterizam-se por períodos prolongados de baixa ou ausência de chuvas durante um período de tempo suficiente, em determinada região, para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico.

O Estado do Ceará, além de apresentar baixos índices pluviométricos, caracteriza-se pelas elevadas temperaturas anuais, com baixas amplitudes térmicas, forte insolação e altas taxas de evapotranspiração. Apesar de as precipitações no estado do Ceará estarem abaixo da média nacional, estão bem acima dos montantes precipitados em outras regiões semiáridas pelo mundo. No entanto, devido às irregularidades espaço-temporais das chuvas e as características geológicas, as secas são frequentes e têm sido um grande obstáculo ao desenvolvimento da região. Os aspectos climáticos, em união à formação geológica cristalina,

configuram saldo negativo no balanço hídrico da região. Trata-se, portanto, de um território vulnerável, em que a irregularidade interanual das chuvas pode chegar a condições extremas, representadas por frequentes e longos períodos de estiagem. As secas tendem a ser menos graves em algumas regiões meteorologicamente semelhantes, conforme comenta Soliman (2013).

Seca, do ponto de vista meteorológico, é uma forma crônica de estiagem, caracterizada pela manutenção prolongada de precipitações abaixo da média histórica (CASTRO, 2003; BRASIL, 2012). Outros tipos de secas podem ainda ser identificadas, quando da deficiência nos estoques de água por rios e reservatórios – seca hidrológica, e pelos processos de déficit de umidade dos solos – seca edáfica.

Inerente ao clima semiárido, as secas frequentes registradas no Estado do Ceará representam o principal evento crítico de importância à Sala de Situação. Para que se configure o desastre natural, é necessário a interrupção do sistema hidrológico de forma que o fenômeno atue sobre as dimensões econômicas, sociais, culturais e ecológicas (BRASIL, 2013b).

Delimitação do Nordeste Semiárido

O Semiárido Nordestino passou recentemente por uma nova delimitação de sua área, com base em estudos conduzidos pelo Grupo de Trabalho Interministerial integrado por profissionais do Ministério da Integração Nacional (MI), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e de algumas de suas entidades vinculadas, assim como por instituições estaduais de referência na área, como a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Criado pela Portaria Interministerial nº 06, de 29 de março de 2004, dos Ministérios da Integração Nacional e do Meio Ambiente, o Grupo de Trabalho mencionado estudou e redefiniu os limites da Nova Região Semiárida do Nordeste, no contexto da Região Semiárida do FNE (Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste), sob os seguintes critérios:

- i) Limites da isoietea de 800 mm (municípios com precipitação média anual igual ou inferior a 800 mm);
- ii) Índice de aridez (municípios com índice situado entre os limites de 0,21 a 0,50); e
- iii) Déficit hídrico (municípios com déficits hídricos diários iguais ou superiores a 60%).

Desta forma, segundo a nova delimitação da região semiárida, o Estado do Ceará possui mais de 85% de seu espaço territorial dentro dessa área. Como pode ser observado pela Figura 15, apenas um pequeno trecho da região hidrográfica da Serra da Ibiapaba, bem como alguns espaços territoriais próximos ao oceano, estão fora da zona semiárida.

Particularidade do semiárido, sob ponto de vista espacial e pluviométrico, pode ser visualizada na Figura 16, a qual constam as principais áreas de incidência de seca (BRASIL, 2012). Neste sentido, diferencia-se aridez de secas: *aridez* é uma característica climática permanente; *seca* é um processo extremo que ocorre em uma determinada área e lugar. A seca meteorológica e a aridez são frequentemente associadas, porque as regiões mais secas são usualmente aquelas onde é maior a variabilidade da precipitação (BRASIL, 2012). O Ceará está totalmente contido na área de incidência superior das secas, que vai de 81 a 100%.

Esta característica natural do Estado o torna vulnerável ao fenômeno da seca, causando diversos transtornos à população. Neste sentido, o monitoramento realizado na Sala de Situação permite que algumas ações de mitigação dos efeitos da seca sejam antecipadas, pois este é um fenômeno que leva um tempo relativamente longo para se estabelecer e que passa por estágios anteriores (estiagem e/ou escassez hídrica) que sinalizam a sua iminente ocorrência.

Registros de desastres

Entre os anos de 1991 e 2012 ocorreram 1.726 registros oficiais de estiagem e seca no Estado do Ceará – Figura 17 (BRASIL, 2013b). Dos 184 municípios do Estado, apenas no município do Euzébio, região metropolitana de Fortaleza, não houve registros de estiagens/secas.

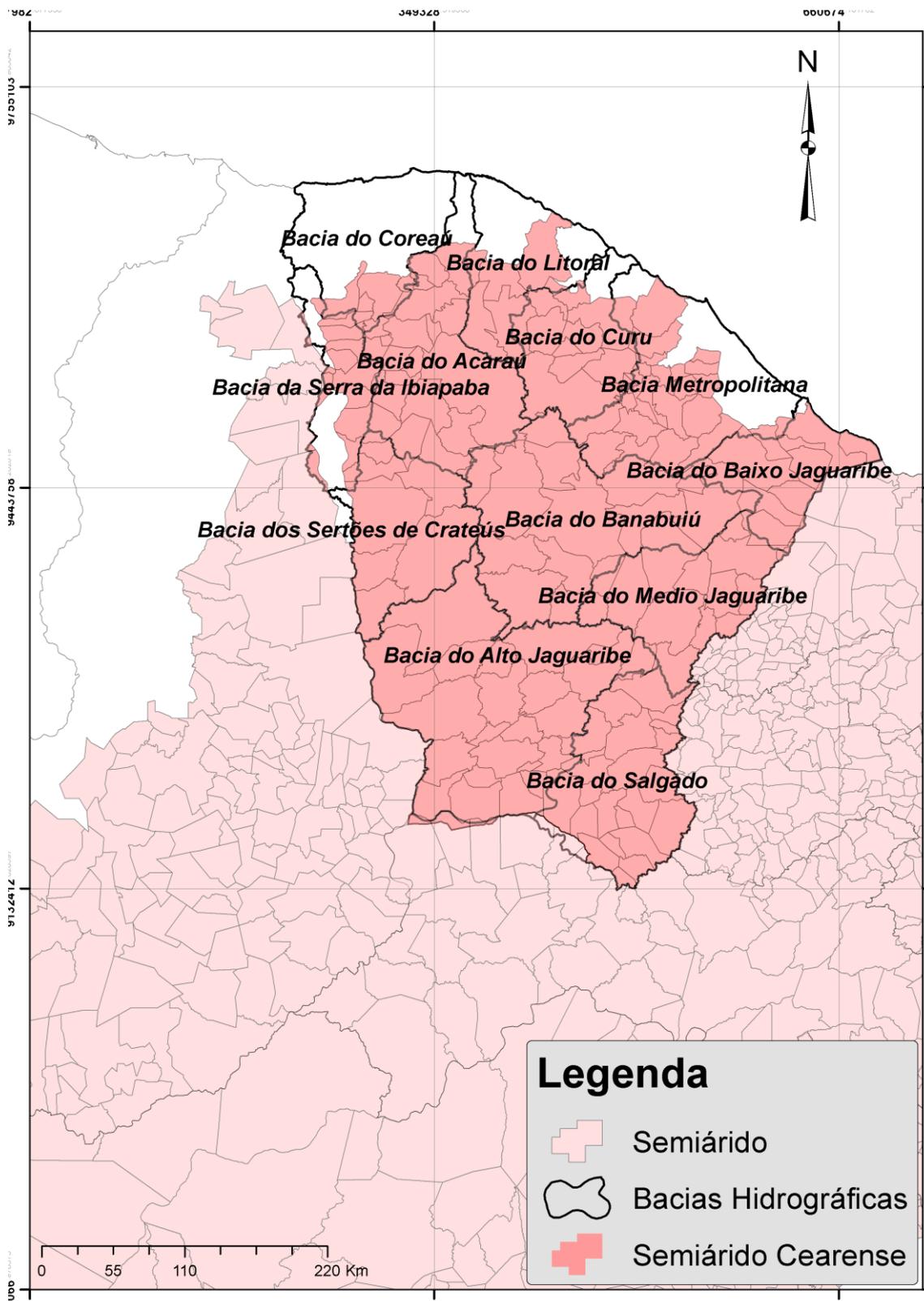


Figura 15 – Localização Região Semiárida no Estado do Ceará.

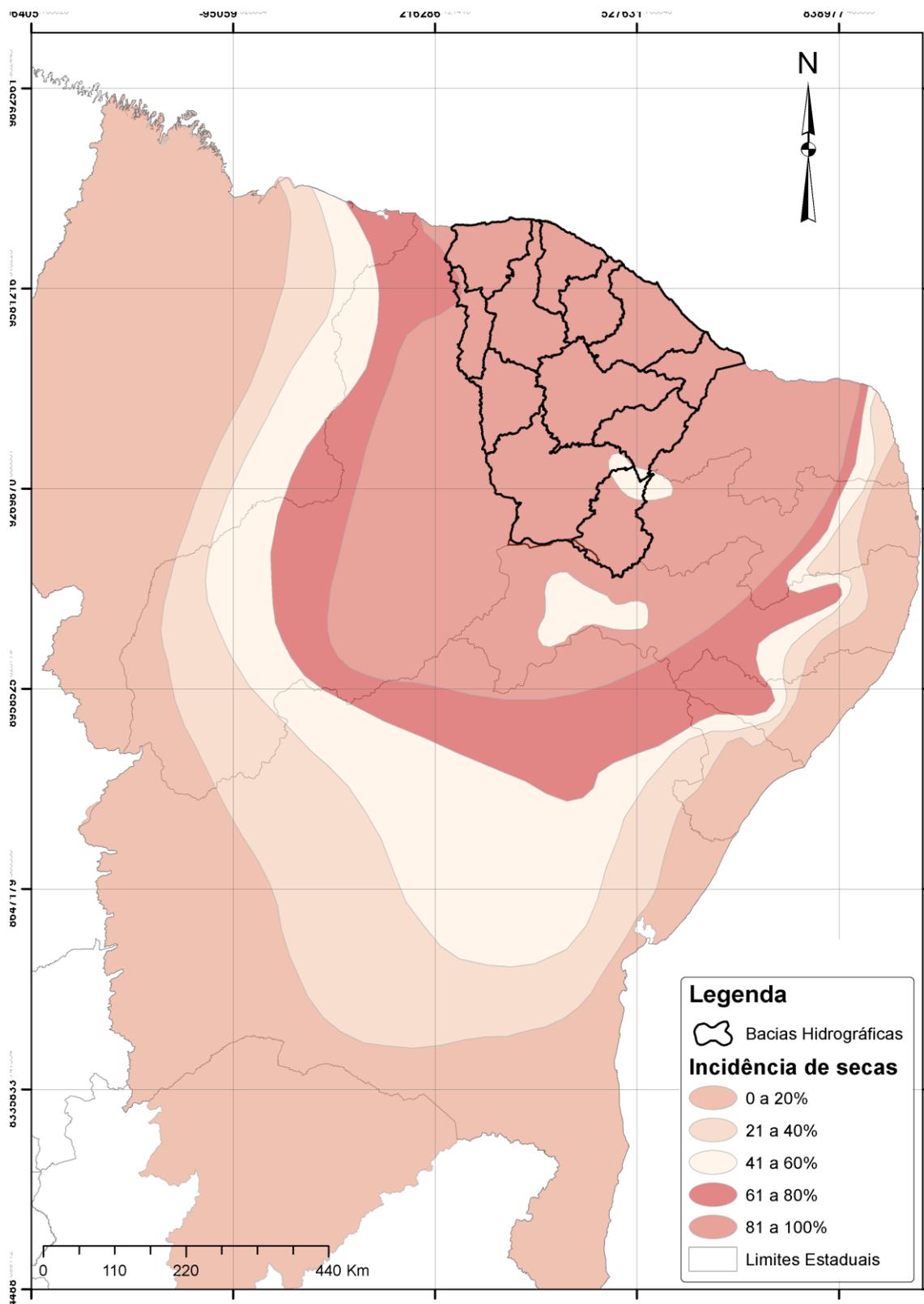


Figura 16 – Incidência percentual das secas no Ceará e nos demais estados do nordeste brasileiro.

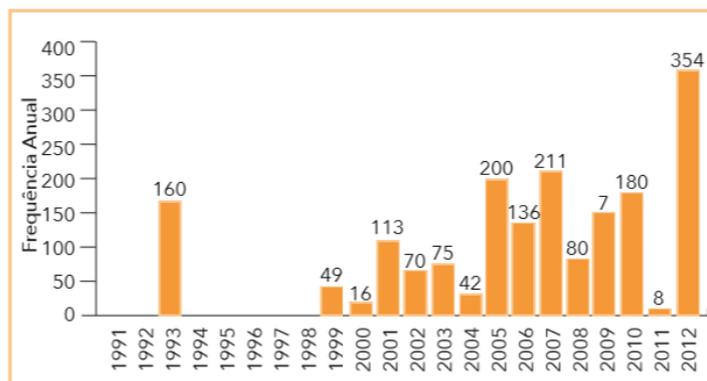


Figura 17 – Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no estado do Ceará, no período de 1991 a 2012. Fonte: BRASIL, 2013b.

Acompanhamento das Secas do Nordeste do Brasil – O Monitor de Secas (ANA, 2016)

O Monitor de Secas é um processo de acompanhamento regular e periódico da situação da seca no Nordeste, cujos resultados consolidados são divulgados por meio do **Mapa do Monitor de Secas**. Mensalmente, informações sobre a situação de secas são disponibilizadas até o mês anterior, com indicadores que refletem o curto prazo (últimos 3, 4 e 6 meses) e o longo prazo (últimos 12, 18 e 24 meses), indicando a evolução da seca na região.

O Monitor facilita a tradução das informações em ferramentas e produtos utilizáveis por instituições tomadoras de decisão e indivíduos, de modo a fortalecer os mecanismos de Monitoramento, Previsão e Alerta Precoce. O Monitor de Secas possui uma legenda que identifica as áreas de secas classificadas pela intensidade, variando de S₁ (seca menos intensa) até S₄ (a mais intensa). So indica áreas com condições de umidade anormalmente baixas e que estão secando e podem, possivelmente, virar áreas de secas.

Em dezembro de 2015, observou-se no Estado do Ceará uma expansão nas áreas de seca moderada (S₁), seca grave (S₂) e seca extrema (S₃) em direção a parte norte (litoral) – Figura 18. Além disso, ao comparar com o mês de novembro, observa-se um aumento na área de seca com severidade excepcional (S₄), na região de transição entre as macrorregiões Jaguaribana e o extremo oeste do estado de Rio Grande do Norte. Essa forma de acompanhamento das secas servirá para ações da Sala de Situação, que poderá incluir em seus relatórios os resultados mensais publicados pelo Monitor de Secas e propor medidas de prevenção.

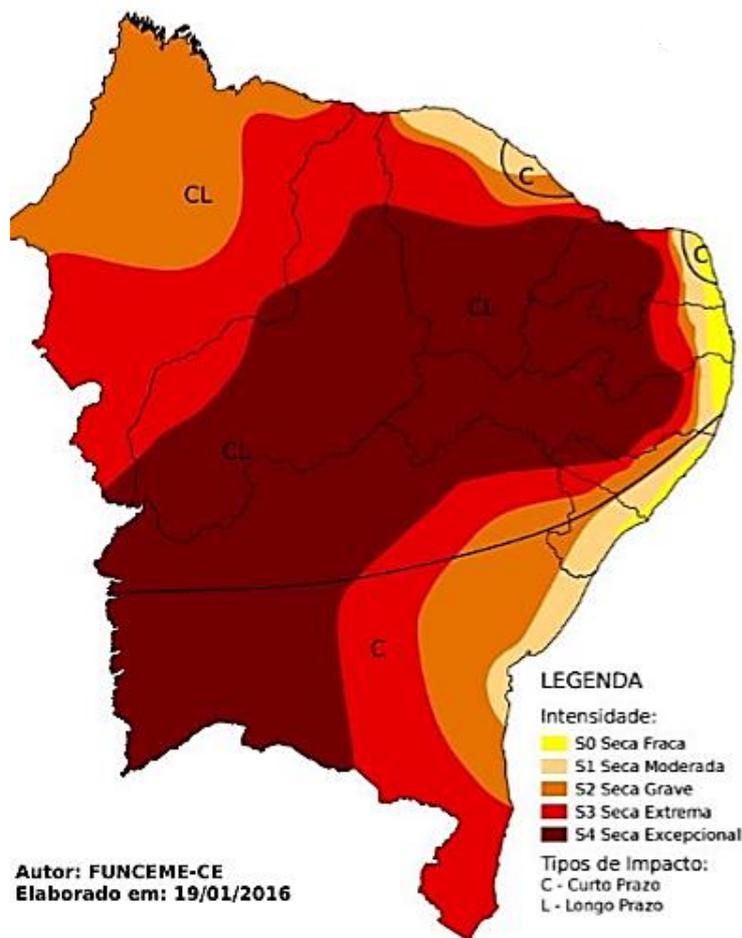


Figura 18 – Intensidade da seca nos estados do Nordeste. Fonte: Monitor de Secas – ANA.

6.2 ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes e inundações representam um dos principais tipos de desastres naturais que afetam constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam em áreas rurais ou urbanas. Todos os rios apresentam sua área natural de inundação, conforme representado de forma esquemática na Figura 19. Portanto, esse fenômeno não é, necessariamente, sinônimo de catástrofe. No entanto, quando o homem ultrapassa os limites das condições naturais do meio em que vive, e a área inundável não apresenta uma ocupação adequada, como a construção de residências em áreas ribeirinhas, então as inundações passam a ser um problema social, econômico e ambiental, tornando-se um evento catastrófico (BRASIL, 2016).



Figura 19 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação. Fonte: BRASIL (2007).

As inundações compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos, segundo a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). São fenômenos temporários, que podem causar inundação de áreas ribeirinhas, devido a ocorrência de vazões elevadas, superiores à capacidade de drenagem da calha natural (BARTH *et al.*, 1987). Castro (2003) descreve esses eventos como uma elevação no nível das águas de forma paulatina e previsível, que se mantem em situação de cheia durante um determinado período, para, então, escoarem gradualmente.

O combate às inundações têm sido uma luta desigual entre o homem e as forças da natureza. O insucesso de medidas estruturais de combate e controle de inundações – diques, canais e barragens – levou as organizações americanas a recomendarem preferência as medidas não estruturais, após constatação de que os prejuízos estavam aumentando e não decrescendo como se esperava (BARTH *et al.*, 1987). Dentre as medidas não estruturais, a previsão de enchentes e os sistemas de alerta possibilitam, em adição às medidas estruturais, a previsão das áreas que poderão ser inundadas, com o conseqüente acionamento de medidas de emergência e de defesa civil.

Na análise dos eventos críticos que resultam em enchentes e inundações, os termos risco e vulnerabilidade são geralmente utilizados. No Manual de Operação da Sala de Situação da ANA é feita uma breve diferenciação conceitual, associando o **risco** à probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas. Já a **vulnerabilidade** está associada a uma condição intrínseca do sistema receptor do evento adverso que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis.

A vulnerabilidade dos sistemas relaciona-se de forma inversa com a segurança, sendo medida em escala de intensidade (por exemplo: baixa, média e alta). Objetivando conhecer a distribuição geográfica das ocorrências de inundações por trecho de rio e avaliar a frequência

e magnitude dos impactos associados, a ANA concluiu, em 2013, a elaboração do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. Este documento apresenta os mapas com a vulnerabilidade dos trechos de rios Nacionais. Na Figura 20 é apresentado parte do mapa de vulnerabilidade na região do Estado do Ceará, com a localização das principais estações telemétricas instaladas.

Em vários trechos de rios localizados em zonas urbanas, existem afluentes que também contribuem para as inundações. Além disso, alguns trechos críticos que se encontram em afluentes menores não são citados. Para o Estado do Ceará, aparecem com trechos classificados em alta vulnerabilidade a inundações os rios Acaraú, Aracatiaçu, Quixeramobim, Cocó e Jaguaribe.

Registros de desastres

O Estado do Ceará apresentou 273 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012, conforme Figura 21 (BRASIL, 2013b). Já pela Figura 22 observa-se a recorrência dos desastres durante a pré-estação e a estação chuvosa, apontando para a importância do monitoramento durante esta época do ano. Desta forma, se faz necessário o acompanhamento diário das condições meteorológicas, bem como o monitoramento do nível dos rios, de forma a antecipar possíveis ocorrências desses eventos, visando a minimização dos danos associados.

Dependendo do grau de ocupação das áreas ribeirinhas pela população (áreas de risco) os impactos tendem a ser devastadores. Desprezando o risco, a população aumenta significativamente o investimento e o adensamento das áreas inundáveis. Estas situações se dão, em geral, devido às seguintes ações (CEARÁ, 2010):

- Nenhuma restrição quanto ao loteamento de áreas sujeitas à inundação (leito maior do rio). A sequência de anos sem enchentes é razão suficiente para loteamento das referidas áreas pelo setor imobiliário;
- Invasão de áreas ribeirinhas, pertencentes ao poder público, pela população de baixa renda;
- Ocupação das áreas de risco médio, atingidas com uma frequência menor, mas quando o são, sofrem prejuízos significativos.

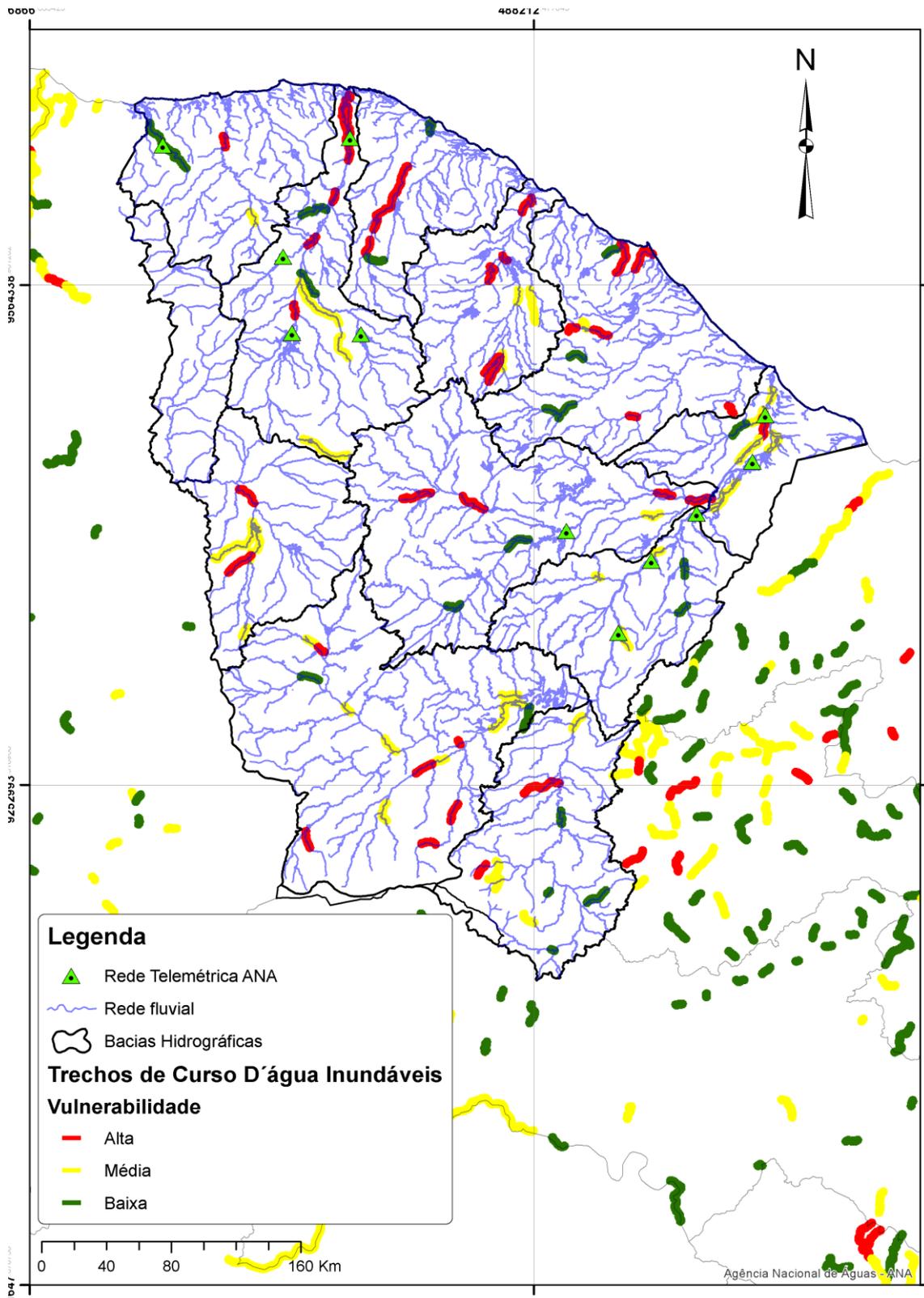


Figura 20 – Classificação de alguns trechos de rios do estado do Ceará em função da vulnerabilidade a enchentes. Adaptado do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações - ANA.

Dentre as áreas com riscos de inundações constata-se maior expressividade na Região Metropolitana de Fortaleza, onde a ocupação indiscriminada ao longo da rede de drenagem tem se tornado cada vez mais intensa, principalmente pela proliferação de favelas nas margens dos cursos d'água que banham a área urbana (CEARÁ, 2010).

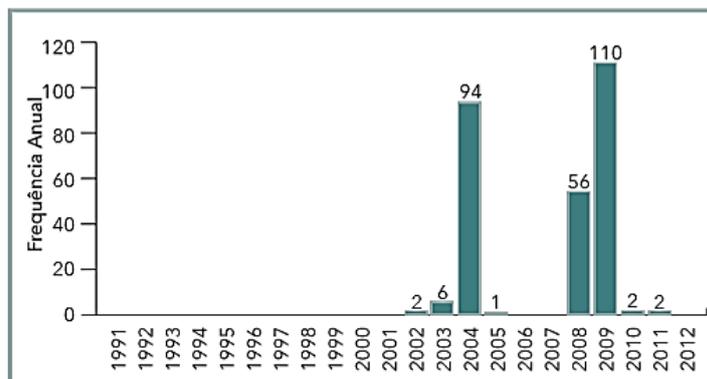


Figura 21 – Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.

Fonte: BRASIL, 2013b.

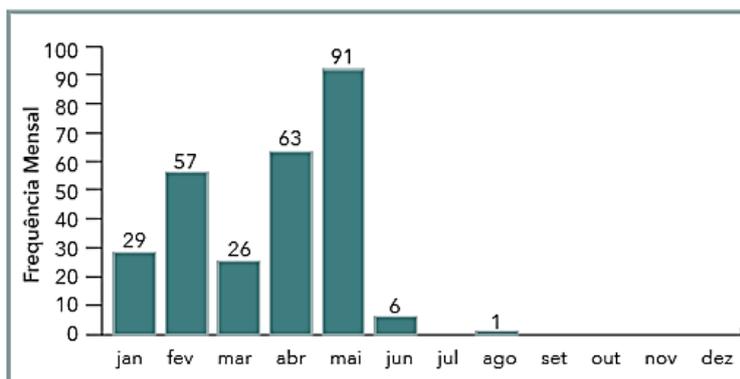


Figura 22 – Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.

Fonte: BRASIL, 2013b.

Na revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas, com exceção das bacias dos sistemas Ceará/Maranguape (Figura 23) e Cocó/Coaçu (Figura 24), que geram problemas à população ribeirinha em virtude de enchentes periódicas, não foi detectada a ocorrência de alagamentos significativos de áreas urbanizadas nas demais bacias da região.



Figura 23 – Ocupação urbana na bacia do Rio Maranguapinho. Fonte: CEARÁ (2010).



Figura 24 – Inundação na bacia do Rio Cocó, nas imediações do Aeroporto Internacional Pinto Martins – Fortaleza. Fonte: CEARÁ (2010).

Áreas de risco demarcadas pela Defesa Civil do Estado

Na Tabela 1 é apresentada as principais áreas com riscos de inundações para as quatro regiões hidrográficas documentadas nos Planos de Gerenciamento das Águas do Estado, de acordo com os dados da Defesa Civil estadual. Essas áreas demarcadas deverão fazer parte do monitoramento sistemático nos períodos de pré-estação e estação chuvosa pela Sala de Situação, de acordo com a presença das estações de observação, em adição às outras áreas anteriormente citadas; bem como locais potencialmente adequados para a instalação de novas estações telemétricas.

Tabela 1 – Principais áreas vulneráveis a inundações segundo dados da Defesa Civil estadual. Fonte: CEARÁ, 2010.

Bacia	Município	Áreas de Risco
Litoral	Amontada	Bairros Centro, Flores, São Raimundo e Distritos Aracatiara, Caetanos, Icarai, Nascente, Moitas, Mosquito e Sabiaguaba.
	Itarema	Bairros Gargoe, Lagoa Seca, Centro, Riacho e Distritos Carvoeiro e Almofala
	Miraíma	Ruas Deca Braga, Mozar Braga, Lindolfo Braga, Migueira Barroso Braga e Distritos Brotas, Poço da Onça e Riachão
	Itapipoca	Bairros Picos, Violete, Aldeota, Cacimbas, São Sebastião, Maranhão, Senharão, Mourão, Urbano Teixeira, Estação, Cruzeiro, Ladeira, Fazendinha e Distritos Betânia, Calugi, Baleia, Deserto, Ipu Mazargão, Barrento, Lagoa das Mercês, Arapari, Assunção e Sede Rural
Metropolitanas	Aracati	Bairros N. S. de Lourdes, N. S. de Fátima, Centro, Farias Brito, Campo Verde, Várzea da Matriz, Aterro, Córrego da Priscila, Beira Rio e Distritos Sede Rural, Córrego dos Fernandes, Sta. Tereza, Cabreiro, Barreira dos Vianas e Cacimba Funda.
	Aratuba	Toda Área do Distrito Pai João
	Cascavel	Bairros Jardim Primavera, Parque Juarez Queiroz e Distritos Caponga, Cristais, Jacaré, Ocara e Pitombeiras
	Choró	Zona Urbana, Ruas Sebastião Brasilino de Freitas, José Baltazar Filho e Distritos Barbada, Caiçarinha, Maravilha e Monte Castelo
	Chorozinho	Bairros Centro, Requeijão e Distritos Cedro, Triangulo, Campestre, Patos dos Liberatos e Timbaúba dos Marinheiros
	Horizonte	Bairros Planalto Horizonte, Diadema, Mal Cozinhado, Gameleira, Centro, Mangueira, Lagoinha e Distritos Aningas, Dourado e Queimadas
	Mulungu	Distrito Sede Rural
	Itapiúna	Bairros Centro e Distritos Caio Prado, Itans e Palmatória
	Ibaretama	Distritos Pedra e Cal, Oiticica, Nova Vida, Pirangi e Sede Rural
	Pacajus	Distritos Itaipaba e Pascoal
	Pindoretama	Distrito Sede Rural
	Redenção	Distritos Antonio Diogo, Barra Nova, Faisca e Guassi
	São Gonçalo do Amarante	Bairros Centro, Parque Olaria, Passagem e Distritos Umarituba, Croatá, Taba, Serrote
Coreaú	Barroquinha	Zona Urbana, Ruas Chico Bento, Independência, do Meio, Fco. Benício Vasconcelos, São Francisco, do Açude, Celso de Paula, Alfredo Veras Coelho, Vila Nova, do Hospital, Campo Oliveira, São Francisco e Distrito
	Camocim	Bairros Centro, São Pedro, Boa Esperança, Cruzeiro, Brasília, Cidade Com Deus, Coqueiros, Olinda, Genezaré e Zona Rural Localidades Cupim e Maceió
	Chaval	Bairros Porto da Missa, Salgadinho, Cruzeiro, Oliveira, Cais do Porto e Distritos Sede Rural, Carneiro e Passagem
	Coreaú	Bairros Planalto da Danúbia, Alto São José, São Miguel e Distritos Araquém, Aroeiras, Canto e Ubaúna
	Granja	Bairros Centro, Fátima, São Francisco, Oiteiro, São Pedro e Boca do Acre e Distritos Adranópolis, Ibuguaçu, Santa Terezinha, Privat, Ibugaçu, Estreito dos Martins e Timonha
	Jijoca de Jericoacoara	Bairros Centro, Cruzeiro Brandão, Vila Brandão e Distritos Jericoacoara e Sede Rural
	Martinópole	Ruas Chico Pinto, Nazaré Feijó, José Cunha, Rufino Pereira, Joaquim Pereira e Distrito Sede Rural

	Moraújo	Ruas 27 de Novembro, Raimunda Gomes, Valdemar Araujo, Fco. Saturnino, Manoel Francisco, Chico da Gentina, Prefeito Ramundo Araújo, Prefeito Ramundo Benício e Distritos Sede Rural, Várzea da Volta, Boa Esperança e Goiana
Acaraú	Acaraú	Bairros Perseguidas, Camboas, Outra Banda e Distritos Sede Rural, Aranaú, Lagoa do Carneiro e Santa Fé. Bela Cruz Bairro Centro e Localidades do Distrito Sede Rural Cariré Distritos Arariús, Cacimbas, Jucá, Tapuí e Sede Rural Catunda Distritos Paraíso e Sede Rural Cruz Bairros Aningas, Malvinas, Brasília, Tucuns e Distrito De Caiçara Forquilha Distrito Sede Rural Groaíras Bairro Centro e Distrito Sede Rural Hidrolândia Bairros Andrades, Centro, Vila Freitas e Distritos Betânia e Conceição
	Marco	Bairros Barro Vermelho I, II Ilhota, Conjunto Mons. Valdir, Centro, Salinas e Distrito Sede Rural
	Massapê	Bairros N. S. de Fátima, Bandeira Branca, Alto da Boa Vista, Corte dos Ananás, Salgadinho e Distritos Aiuá, Ipaguaçu, Pe. Linhares, Tangente e Tuína Meruoca Bairro Centro e Distrito Sede Rural Morrinhos Bairros São Luis, São José e Distrito Sede Rural
	Pacujá	Bairros Barro Branco, Centro, Alto da Conceição, Santa Luzia, Pantanal e Distrito Sede Rural Pires Ferreira Bairro Centro e Distritos Otavilândia e Santo Izidro
	Reritaba	Bairros Açude do Mato, Barro Vermelho, Carão, Centro, Nova Betânia, Santa Cruz Velha, São José dos Doroteus, Rampa de Cima, Vila Nova e Distritos Amanaiara, Campo Lindo e Sede Rural
	Santana do Acaraú	Bairros Centro, Retiro, Alto da Liberdade, Ilha Amarela e Distritos Baixa Fria, Parapuí, Mutambeiras, Sapo e Baia
	Sobral	Bairros Centro, Dom Expedito, Pedrinhas, Alto da Brasília, Cidade Dr. José Euclides, Derby Clube, Sinha Sabóia, Sumaré, Pe. Palhano e Distritos Aracatiagu, Taperuaba, Patos, Bonfim, Patriarca, Caracará, Bilheira e Jaibaras Tamboril Distritos Boa Esperança, Carvalho, Curatis, Holanda, Oliveiras e Sede Rural
	Varjota	Bairros Ararinha, Acampamento, Empréstimos, Pedreiras, Balneário e Distrito Sede Rural

7 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA SALA DE SITUAÇÃO

As ações e procedimentos operacionais da Sala de Situação tem como foco a geração, reunião e disseminação de informações sobre os eventos climáticos críticos e seu acompanhamento em tempo real. Neste sentido, e dado o caráter de escassez hídrica que atravessa o quinto ano consecutivo no estado do Ceará, o maior interesse da sala de situação para o ano corrente será o acompanhamento dos volumes armazenados nos reservatórios, bem como as bacias componentes do sistema de transferência hídrica para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

Dentre os diversos usos da água, o abastecimento humano é o mais nobre, e o último a ser limitado em casos de escassez. Dados da CAGECE⁶ mostram que para o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza — correspondente a 55% da população urbana do Estado — foram produzidos no ano de 2013 um volume total de 264.253.768m³ de água potável nas estações de tratamento de água do gavião e zona oeste.

Com o objetivo de orientar e documentar as ações da Sala de Situação do Estado do Ceará, este manual apresenta, nesta seção, uma descrição dos principais produtos e procedimentos operacionais já estabelecidos pela COGERH na gestão dos recursos hídricos. Especificamente, procura-se apresentar a importância do monitoramento sistemático dos reservatórios, sistema de armazenamento de água do Ceará, e os procedimentos técnicos relacionados.

Os próximos itens abordarão os principais aspectos a serem considerados na definição do período de monitoramento, as regiões hidrográficas prioritárias a serem monitoradas e demais procedimentos operacionais realizados pela Sala de Situação:

1. Definições para o funcionamento da Sala de Situação;
2. Reservatórios monitorados;
3. Critérios para a avaliação da situação dos reservatórios;
4. Principais estações hidrometeorológicas do monitoramento;
5. Protocolos de ação a serem seguidos em casos de eventos extremos, problemas operacionais nas estações hidrometeorológicas e nos casos de descumprimento de regra operacional.

⁶ Relatório anual da CAGECE (2013). Disponível em :< <http://www.cagece.com.br/publicacoes/relatorio-anual>>. Acesso em: 25 Mar. 2016.

7.1 FUNCIONAMENTO DA SALA DE SITUAÇÃO

As regiões a serem monitoradas prioritariamente — regiões críticas — pela Sala de Situação tem relação com a ocorrência dos fenômenos climáticos de maior intensidade no Estado; e, especificamente, com as maiores demandas hídricas. Como *região prioritária* no monitoramento considerar-se-ão as bacias do sistema Jaguaribe – Região Metropolitana de Fortaleza, por ser o maior usuário de água e, conseqüentemente, o maior sistema de transferência hídrica entre sub-bacias do estado.

As definições e procedimentos a serem seguidos pela Sala de Situação possuem ligação direta com o armazenamento de água nos reservatórios, dado o caráter intermitente dos mananciais fluviais, que apresentam vazões apenas nos períodos chuvosos, com exceção dos trechos de rios perenizados pelos grandes açudes. O período chuvoso é aquele em que os açudes permanecem recebendo aporte de água, geralmente, coincidindo com o período que o açude está sangrando ou que está ocorrendo elevação no nível da água.

O término do período em que o açude permanece recebendo aporte de água é variável e, em determinados momentos, é comum o estabelecimento da condição climática de estiagem, mesmo no período chuvoso, com os açudes baixando seus níveis de reservação. Essas condições relacionam-se com a distribuição espacial e temporal das chuvas e com as características físicas da bacia hidrográfica, conforme descrito nos itens anteriores.

Quanto à frequência dos relatórios, boletins e demais documentos informativos, os acompanhamentos das estiagens/secas bem como os períodos chuvosos deverão ter caráter contínuo, com frequência diária, dado que os processos de secas e cheias se dão concomitantemente. Serão monitorados os reservatórios em todas as regiões hidrográficas cearenses — e, em especial, as bacias do sistema Jaguaribe-Metropolitano — através de seus registros hidrometeorológicos.

7.2 RESERVATÓRIOS MONITORADOS

A sobrevivência das sociedades em regiões de baixa disponibilidade hídrica natural depende diretamente da adaptação ao clima. No Estado do Ceará o mecanismo de maior potencial de aproveitamento das águas doces, devido as condições físico-climáticas do semiárido brasileiro, é o armazenamento das águas das chuvas em reservatórios artificiais. Esses reservatórios representam importante fonte de água para agricultura, indústria, municípios, controle de enchentes, navegação e recreação, além de fornecer habitats para uma grande variedade de espécies de plantas e animais (LOUCKS; VAN BEEK, 2005).

A construção de reservatórios tem sido uma estratégia utilizada para minimizar o impacto da variabilidade das afluências naturais de rios e córregos, transportando água no tempo, de períodos úmidos aos períodos de escassez pluviométrica; além de representam o principal manancial em regiões tropicais semiáridas (CAMPOS; STUDART, 2003).

A política de açudagem no Nordeste semiárido iniciada no Império e continuada na República, remonta ao ano de 1877, ano em que a região Nordeste foi assolada por uma grande seca (CAMPOS; STUDART, 2015). Marco nesta política de açudagem foi a criação, em 1909, da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), no governo de Nilo Peçanha; e, após a grande seca de 1915, a reestruturação e ampliação do órgão, hoje DNOCS (Departamento de Obras Contra as Secas) (BRASIL, 1963). Estimativas sugerem que 30 a 40% das áreas irrigadas no mundo dependam de barragens, sendo 12 a 16% da produção mundial de alimentos ligadas aos grandes reservatórios (BIRD; WALLACE, 2011).

Em todo o Estado do Ceará existem, aproximadamente, 5000 açudes, com capacidade de acumulação superior a 5.000.000 de m³. Aqueles de maior armazenamento cumprem duas funções: a função regularizadora e a função de controle de cheias. Os reservatórios construídos no semiárido são, prioritariamente, reguladores de vazão. Alguns deles, entretanto, foram construídos não só para exercer funções de regularização, mas também para amortecerem cheias em períodos de elevados eventos de precipitação, de forma controlada. São os reservatórios dotados de comportas sobre seus vertedores, como exemplo do açude Castanhão. Este reservatório foi construído tendo como uma das suas funções estratégicas proteger a região do Baixo Vale do Jaguaribe das grandes cheias.

O monitoramento quantitativo dos reservatórios no Estado do Ceará é realizado em parceria entre as instituições COGERH, FUNCEME e DNOCS. No ano de 2014 e 2015 foram monitorados 149 e 153 açudes, respectivamente (Tabela 2). Os açudes monitorados possuem

diferentes responsabilidades quanto ao seu acompanhamento, com açudes Estaduais representando 51% do total monitorado. A COGERH gerencia todas as informações, e é a responsável pela atualização da página da Sala de Situação na internet, bem como o portal hidrológico do Estado.

Tabela 2 – Quantidade de açudes por responsabilidade. Fonte: COGERH.

RESPONSÁVEL	2014	2015
Federal	64	66
Estadual	76	78
Municipal	7	7
Particular	2	2
Total	149	153

A bacia do rio Jaguaribe (sub-bacias do Alto, Médio e Baixo Jaguaribe; sub-bacia do Salgado e sub-bacia do Banabuiú) é a principal bacia hidrográfica do estado, e a que comporta os três maiores e estratégicos açudes. São eles, por ordem de volume de água armazenada, o Castanhão, o Orós e o Banabuiú, que juntos totalizam uma capacidade de armazenamento de 10.241 hm³, essenciais ao abastecimento de água da região metropolitana de Fortaleza.

Reservatórios do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza/CIPP

Para o atendimento da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF e do Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP são usadas as águas de vários açudes que se interligam através de uma infraestrutura hídrica composta de canais, adutoras, sifões, aquedutos, túneis e estações de bombeamento, de forma conjunta e integrada. A Figura 25 apresenta o mapa da infraestrutura hídrica de abastecimento da RMF e as principais demandas.

Os açudes que contribuem para o sistema integrado de abastecimento da RMF e CIPP estão apresentados na tabela 3. As águas dos açudes Pacoti e Riachão, interligadas através de um canal, são transferidas para o Açude Gavião por gravidade através de túneis e canais.

Tabela 3 – Volume de armazenamento total dos açudes do sistema integrado de abastecimento da RMF e CIPP.

AÇUDE	VOLUME (milhões de m ³)
	MÁXIMO
Castanhão	6.700
Banabuiú	1.601
Curral Velho	12,170
Aracoiaba	170,700
Pacajus	240
Barragem Ererê	Reservatório de passagem
Pacoti/Riachão	426,95
Gavião	33,300

7.3 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

Segundo procedimento padrão da COGERH, são considerados eventos extremos a ocorrência de períodos de sangria (vertimento) — cheias — ou a permanência dos açudes no volume morto — secas. O volume morto é aquele volume abaixo da tomada d'água, em que não é possível a liberação da água por gravidade para a perenização dos trechos de rios, e tem a finalidade de manter a vida aquática no açude.

No que diz respeito à permanência no volume morto, para aqueles açudes que não dispõem de tomada d'água para perenização de trechos de rio a jusante, foi adotado como o volume morto 5% da capacidade do açude. Quanto à contabilização da ocorrência dos eventos "volume morto", foi adotado que o ano hidrológico tem início na estação chuvosa e termina no início da estação chuvosa do ano seguinte. Por exemplo, se um açude permaneceu no volume morto durante o período de setembro/2014 a março/2015, é computado o período de volume morto apenas o ano de 2014.

Quanto à criticidade no armazenamento de água, os açudes são classificados com base nos percentuais volumétricos, em cinco faixas: situação muito crítica (0-10%), situação crítica (10-30%), situação de alerta (30-50%), situação confortável (50-80%) e situação muito confortável (80-100%), Figura 26.

Reservatórios do Sistema Jaguaribe-RMF

Informações sobre a operação do sistema Jaguaribe RMF — demandas hídricas, gatilhos operacionais e sistemas de transferência — devem ser consultados no documento interno "CONDIÇÕES E CENÁRIOS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA RMF", fornecido pela GEDOP, GETEC e GEMET.

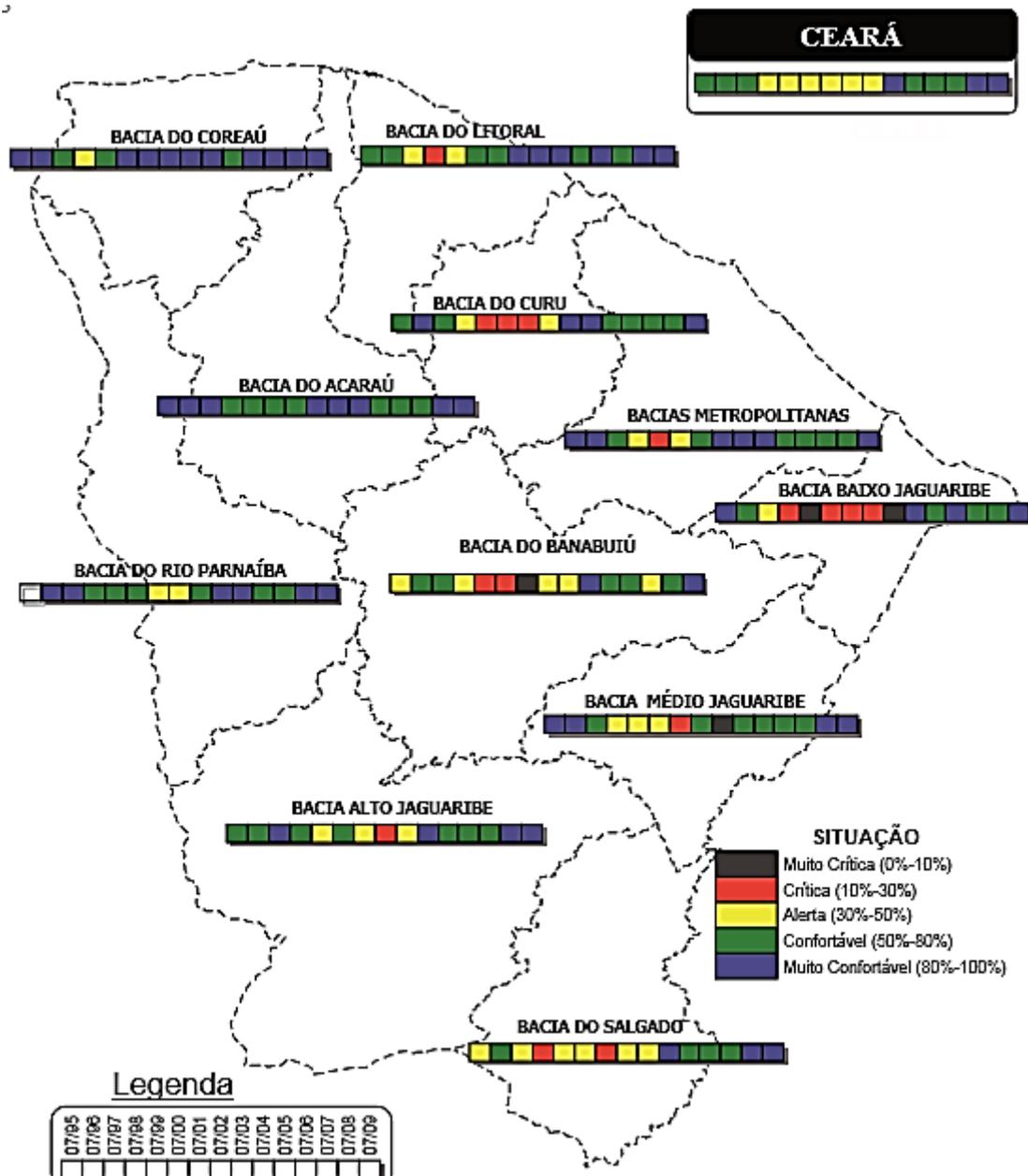


Figura 26 – Volume armazenado no início de julho e criticidade por bacia hidrográfica entre os anos de 1995 e 2009. Fonte: CEARÁ (2009).

7.4 ESTAÇÕES DO MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

Para permitir o conhecimento das características hidrometeorológicas, no sentido de identificar padrões de secas e cheias e possibilitar a aplicação dos modelos matemáticos de previsão de chuvas/vazões, torna-se primordial o acompanhamento e monitoramento das variáveis relacionadas. Neste sentido, as redes de observação são formadas pelo conjunto de estações pluviométricas, fluviométricas, e meteorológicas distribuídas sobre determinada região (BARTH *et al.*, 1987).

As estações podem ser manuais – convencionais –, automáticas, telemétricas ou mistas, dependendo da forma de operação da rede. Nas redes manuais as variáveis são observadas e documentadas em horários pré-definidos, com registros feitos em anotações em campo, e, posteriormente, repassada aos órgãos gestores. As estações automáticas realizam os registros de forma contínua, e os resultados são apresentados na forma de gráficos, tabelas e arquivos digitais. Nas estações telemétricas os dados coletados são transmitidos em tempo real para os centros de controle, e representam o tipo de rede mais indicada quando se trata de eventos extremos com riscos associados às populações; e, portanto, foco principal das Salas de Situação.

Geralmente, os sistemas de monitoramento são compostos por mais de uma rede, configurando os sistemas mistos, conforme o sistema de monitoramento cearense, que contempla estações manuais, automáticas e telemétricas (Figura 27). Quanto às estações telemétricas, as principais PCDs do sistema de alerta do estado do Ceará estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Estações telemétricas da rede de alerta do estado do Ceará.

	SEÇÃO	TIPO DO SENSOR	ANA - ALERTA	ANA - PISF	CEMADEN	FUNCEME
1	Açude Araras	Sensor de Nível tipo Radar				
2	Açude Banabuiú	Sensor de Nível tipo Radar	(X)			
3	Açude Castanhão	Sensor de Nível tipo Ultrassom	(X)	(X)		
4	Açude Edson Queiroz	Sensor de Nível tipo Radar				
5	Açude Itaúna	Sensor de Nível tipo Pressão				
6	Pass. Molhada Itaiçaba	Sensor de Nível tipo Radar	(X)			
7	Seção Estrada do Melão/Ilhota – Quixeré	Sensor de Nível tipo Radar	(X)			(X)
8	Seção Jaguaribe	Sensor de Nível tipo Ultrassom	(X)	(X)		

9	Seção Peixe Gordo	Sensor de Nível tipo Ultrassom	(X)	(X)
10	Seção Barragem Santa Rosa	Sensor de Nível tipo Radar		(X)
11	Açude Ayres de Souza	Sensor de Nível tipo Radar		(X)
12	Açude Atalho	Sensor de Nível tipo Pressão		(X)
13	Seção Icó	Sensor de Nível tipo Ultrassom		(X)
14	Seção Iguatu	Sensor de Nível tipo Pressão		(X)
15	Seção Morada Nova ii	Sensor de Nível tipo Pressão		(X)
16	Seção Quixeré	Sensor de Nível tipo Ultrassom		(X)
17	Seção Sítio Santa Cruz	Sensor de Nível tipo Pressão		(X)

Estações do monitoramento hidrométrico do rio Jaguaribe

Devido à importância do rio Jaguaribe no abastecimento de água da RMF, diariamente são acompanhados os níveis de várias seções do rio, conforme indicado na Tabela 5. O monitoramento tem início na seção à jusante da tomada d'água do açude Castanhão, passando por outras 13 seções de controle, até o ponto de captação de Itaiçaba, que através de uma estação de bombeamento bombeia a água para o Canal do Trabalhador, que faz o transporte até o açude Pacajus. As Figuras 28 e 29 apresentam detalhes das régua limnimétricas instaladas em uma das seções monitoradas, e o marco geodésico local.

Tabela 5 – Estações hidrométricas do rio Jaguaribe.

ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS RIO JAGUARIBE	NOME DA SEÇÃO
1	Tomada d'água (Castanhão)
2	Bom Jesus
3	Jusante do Coco
4	Peixe Gordo
5	Maria Dias
6	Montante Carrapicho
7	Ilha
8	Botica II
9	Córrego de Areia
10	Pedrinhas
11	Ponte Quixeré
12	Ponte Ilhota
13	Córrego do Machado
14	São José (Minas)
15	Itaiçaba

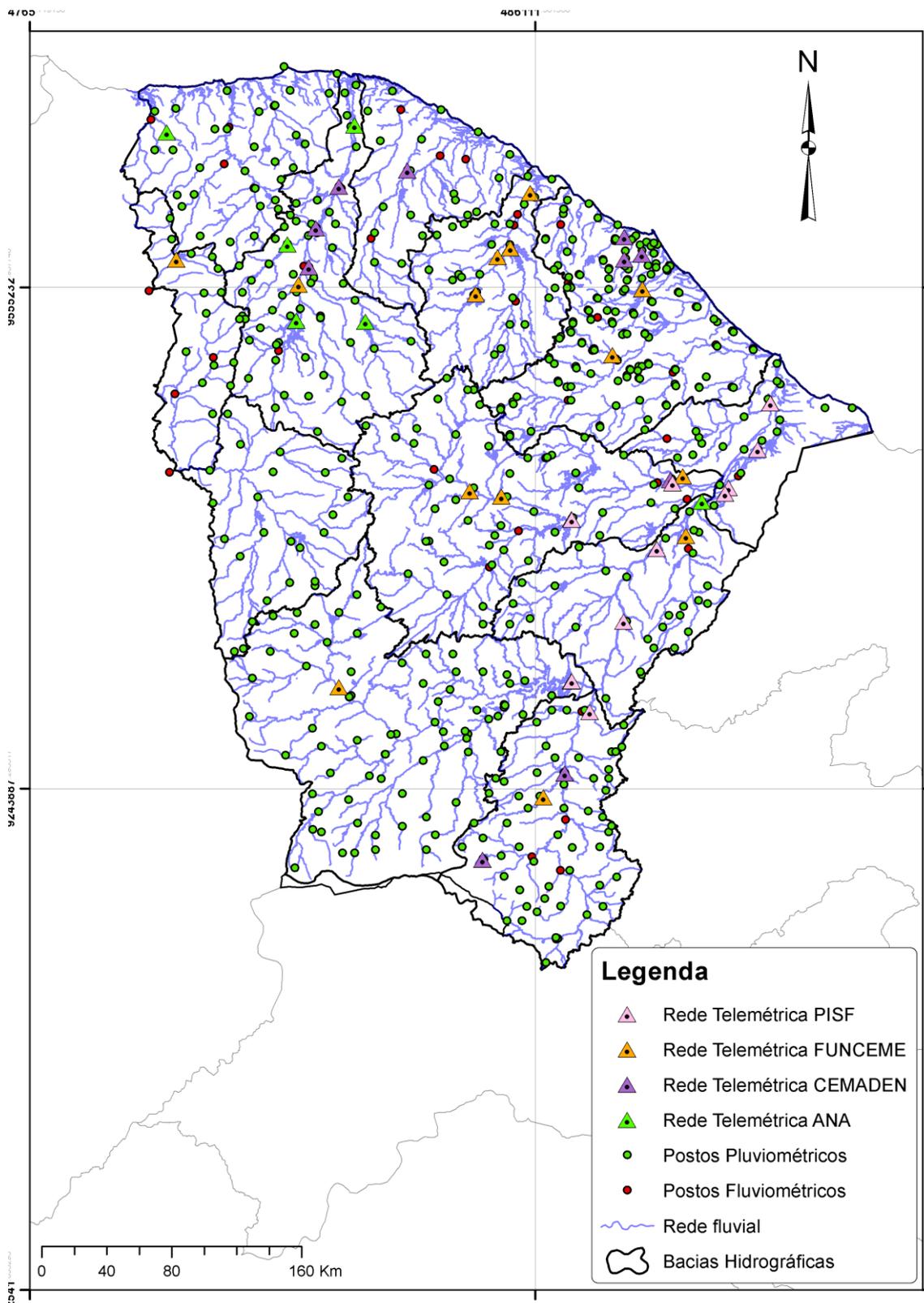


Figura 27 – Principais estações telemétricas, postos fluviométricos e postos pluviométricos instalados no Estado do Ceará.



Figure 28 – Marco geodésico em uma das seções monitoradas do rio Jaguaribe.



Figure 29 – Localização das réguas limnimétricas em uma das seções monitoradas do rio Jaguaribe.

7.5 PROTOCOLO DE AÇÃO EM CASO DE DESCUMPRIMENTO DE REGRA OPERACIONAL

Nos últimos dez anos, com a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, houve significativos avanços no processo de definição da operação dos açudes, que começaram a ser descentralizadas e com a participação da sociedade (SILVA *et al.*, 2014). As regras de operação dos reservatórios monitorados pela Sala de Situação envolvem o período da operação e a respectiva vazão média adotada.

O processo de alocação negociada de água é promovido pela COGERH anualmente, após o período da quadra chuvosa, momento onde é possível definir a disponibilidade hídrica de cada açude, em função da recarga hídrica. O processo é realizado na forma de seminários junto aos usuários de água, onde são apresentados: i) a situação atual e a simulação de esvaziamento dos açudes e ii) avaliação das demandas hídricas e definição das vazões a serem liberadas. As deliberações das reuniões de alocação são então registradas em atas assinadas pelos participantes, e constitui o documento de referência oficial para a operação dos açudes.

O acompanhamento das liberações é realizado pela Diretoria de Operações, que avaliará todos os açudes gerenciados, quanto pelas gerências regionais que avaliará os açudes sobre sua responsabilidade. Sendo observado discrepância relevante entre os valores simulado e o planejado, deverá ser disparado um e-mail da diretoria à respectiva gerência solicitando informações. Os responsáveis pelo monitoramento da operação dos reservatórios na Sala de Situação deverão seguir o Procedimento Operacional Padrão GESo1, referente à "inserção e acompanhamento das regras de operação dos açudes", conforme documentado pela GEDOP (documento em **ANEXO**).

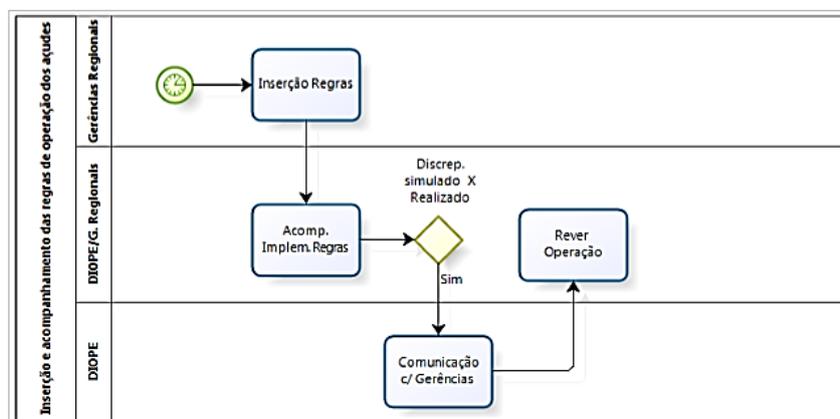


Figure 30 – Diagrama esquemático com o Procedimento Padrão a ser seguido no caso de falhas na operação dos reservatórios.

7.6 PROTOCOLO DE AÇÃO EM CASO DE PROBLEMAS OPERACIONAIS NAS ESTAÇÕES

Para que os dados telemétricos sejam disponibilizados no banco de dados da Sala de Situação, estes dependem da captação em campo pelos sensores, transmissão via telefonia celular e armazenamento pelo servidor Socket na COGERH. É de extrema importância o estabelecimento de protocolos de ação para o caso de problemas operacionais nas estações do monitoramento hidrometeorológico.

As Plataformas de Coleta de Dados da rede de alerta do estado são compostas por pluviógrafos, sensores do tipo pressão, radar ou ultrassom (dependendo do local de instalação), painel solar (sistema de alimentação) e sistema de envio de informações (satélite ou GPRS). Estes equipamentos podem apresentar inúmeros defeitos, entre eles:

1. Falta de referência para identificar o valor recebido
2. Bateria do sistema de alimentação com problemas no envio de dados no período noturno
3. Ação de vândalos – quebra e/ou roubo dos instrumentos
4. Estação sem transmissão de dados
5. Problemas no sistema de contagem de tempo real
6. Sensores com falhas de cadastro
7. Sobretensão provocada pela rede da concessionária – queima da placa de processamento
8. Problemas de calibração dos sensores
9. Problemas associados ao local de instalação das PCDs

Identificada alguma irregularidade com os dados enviados pelas estações, a equipe responsável pela manutenção das estações deverá ir em campo analisar o problema. O primeiro procedimento é a manutenção geral (limpeza) e avaliação do funcionamento dos equipamentos. Geralmente, o procedimento padrão de limpeza das estruturas ou troca de baterias já são suficientes e resolvem grande parte das ocorrências. Se não solucionado, deve ser feita a substituição da PCD defeituosa. Neste caso, a equipe responsável deverá realizar a substituição urgente da plataforma (a equipe que for designada a ir em campo deverá levar uma plataforma extra para esses casos). Todos os procedimentos com relação às manutenções das PCDs e especificações técnicas estão disponíveis em documentos de serviço da Sala de Situação.

8 PRODUTOS / AÇÕES DA SALA DE SITUAÇÃO

A publicação dos boletins, resenhas e relatórios do acompanhamento feito pela Sala de Situação é realizado com o apoio da Divisão de Informática da COGERH, e são disponibilizados no sítio <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

A seguir apresentam-se os principais produtos da Sala de Situação. Em reunião interna, os setores responsáveis pela Sala de Situação da COGERH decidiram incluir, nesta fase de implantação da Sala, seis produtos considerados de extrema importância para a gestão e acompanhamento dos eventos críticos no estado:

1. Boletim diário de volume armazenado nos reservatórios
2. Resenha diária do monitoramento quantitativo
3. Boletim do aporte de água aos reservatórios
4. Boletim diário do sistema de abastecimento Jaguaribe-RMF
5. Monitoramento hidrométrico do rio Jaguaribe
6. Plano de contingência para controle de cheias no vale do Jaguaribe/
acompanhamento das cheias nos rios Jaguaribe e Acaraú.

Alguns dos Procedimentos Operacionais Padrão, que tratam das diretrizes e metodologias para a confecção dos produtos estão em fase de conclusão pela GEDOP, a fim de ficarem disponíveis para a consulta pelos técnicos da Sala de Situação.

8.1 BOLETIM DIÁRIO DE VOLUME ARMazenado NOS RESERVATÓRIOS

O boletim diário do volume armazenado nos reservatórios apresenta, com atualização diária, os volumes armazenados pelos 153 reservatórios monitorados no estado do Ceará. São fornecidas informações na forma de tabelas, com o nome do açude, os níveis — cotas do reservatório no final da estação chuvosa do ano anterior (CESC.), no início do ano (CIA.) e atual (CA.) —, os volumes evaporados e a capacidade de armazenamento total e volume armazenado atual (valor bruto e percentual).

São ainda informados os volumes armazenados por açude (Figura 31) e os montantes por bacia hidrográfica, conforme Figura 32, que apresenta a tabela para os açudes da região hidrográfica dos Sertões de Crateús. O acesso ao Boletim Diário do Volume pode ser feito tanto via portal hidrológico, pelo sítio <<http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/quantidade/nivel-diario>>, como pela página da Sala de Situação, no sítio <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

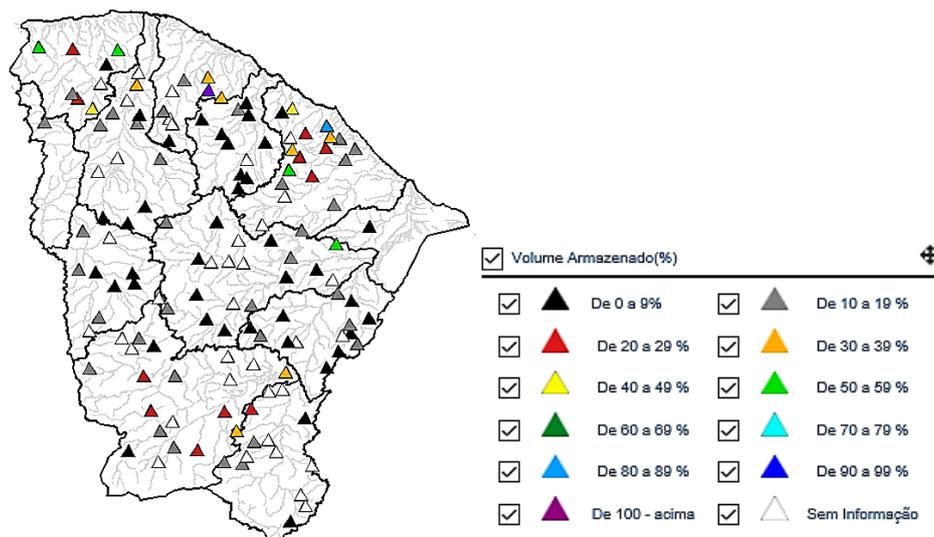


Figure 31 – Boletim Diário de Volume Armazenado nos Reservatórios – volumes por açude. Informações do dia 22/03/2016.

Sertões de Crateús												
Açude	Município	Cap.(hm ³)	Sang.	CESC.	CIA.	CA.	VEC.	VIA.	VA.	VEC(%)	V.Início(%)	V.Atual(%)
BARRAGEM DO BATALHÃO	Crateús	1,53	99,85	99,64	96,13	96,58	1,06	0,07	0,00	69,28	4,78	9,10
BARRA VELHA	Independência	99,56	333,60	323,06	321,69	321,69	0,33	0,01	0,00	0,33	0,01	0,01
CARNAUBAL	Crateús	81,00	300,00	288,96	287,04	287,91	0,24	0,01	0,00	0,30	0,01	0,07
COLINA	Quiterianópolis	3,25	98,00	91,86	89,15	0,00	0,15	0,01	0,00	4,62	0,25	0,00
CUPIM	Independência	4,55	98,00	92,67	90,00	91,71	0,20	0,00	0,00	4,33	0,00	1,53
FLOR DO CAMPO	Novo Oriente	105,00	351,00	337,38	335,84	341,48	0,22	0,01	0,00	0,21	0,01	7,90
JABURU II	Independência	106,00	102,08	96,62	95,10	95,16	12,80	3,82	101,00	12,08	3,60	3,77
REALEJO	Crateús	31,55	327,00	314,61	313,83	317,69	0,51	0,28	0,00	1,60	0,89	8,37
SÃO JOSÉ III	Ipaporanga	7,96	100,00	91,84	91,45	95,10	0,01	0,00	0,00	0,09	0,00	12,99
SUCCESSO	Tamboril	6,60	100,00	97,52	95,84	0,00	1,61	0,42	0,00	24,44	6,34	0,00
Total		447,00					17,13	4,63	101,00	117,28	15,89	43,74

Figure 32 – Boletim Diário de Volume Armazenado nos Reservatórios – Sertões de Crateús. Informações do dia 22/03/2016.

8.2 BOLETIM DO APORTE DE ÁGUA AOS RESERVATÓRIOS

Este boletim tem a função de informar o registro, nas últimas 24 horas, do aporte de água aos reservatórios monitorados pela Sala de Situação. Para tanto, devem ser considerados o balanço hídrico de cada açude, através da estimativa do volume de água evaporado e o volume liberado no período.

Os boletins de aporte devem possuir frequência diária (Figura 33), para todos os mananciais que apresentaram aporte nas últimas 24 horas; e semanais, mensais e anuais, apresentando a evolução do aporte ao longo do tempo. Esse acompanhamento é importante para analisar a recarga dos açudes, e assim poder estimar a intensidade dos cenários atuais dos eventos, dado que os volumes precipitados nas bacias hidráulicas/hidrográficas nem sempre refletem aporte significativo aos açudes.

Os acessos aos boletins de aporte podem ser feitos tanto via portal hidrológico, pelo sítio <<http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/quantidade/aporte>>, como pela página da Sala de Situação, no sítio <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

		26/03/2016						
AÇUDE	MUNICIPIO	COTA		APORTE	VARIÇÃO		VOLUME ATUAL	
		25/03/2016	HOJE	m³	VOLUME	COTA	m³	%
				1.242.480	824.626			
DESCRIÇÃO:								
Nas últimas 24 horas foi registrado aporte de água em 13 açudes, que totalizaram uma variação de volume de 824.626 m³. Considerando a estimativa do volume evaporado e o volume liberado neste período, podemos afirmar que houve um aporte de 1.242.480 m³.								
Rosário	Lavras da Mangab	280,31	280,41	355.367	340.020	0,10	10.594.012	22,44%
Orós	Orós	189,98	189,98	269.480	0	0,00	658.693.504	33,95%
Gameleira	Itapipoca	36,73	36,75	253.297	213.504	0,02	49.974.248	94,93%
Ubalzinho	Cedro	288,79	288,83	91.823	72.600	0,04	8.475.256	26,65%
Angicos	Coreaú	99,89	99,90	70.340	39.488	0,01	12.070.206	21,53%
Muquém	Cariús	258,16	258,18	69.571	57.309	0,02	13.716.039	29,47%
Cachoeira	Aurora	295,35	295,38	54.513	45.898	0,03	5.351.408	15,59%
Olho d'Água	Várzea Alegre	342,02	342,04	30.624	23.963	0,02	6.747.890	35,52%
Canoas	Assaré	380,85	380,86	25.845	19.160	0,01	9.031.172	13,04%
Itapajé	Itapajé	272,77	272,79	13.212	7.207	0,02	1.724.403	40,67%
Valério	Altaneira	47,46	47,49	4.718	4.260	0,03	509.580	27,40%
Trapiá III	Coreaú	97,23	97,23	2.300	0	0,00	2.676.303	48,57%

Figura 33 – Boletim diário do aporte de água aos reservatórios monitorados.

8.3 MONITORAMENTO HIDROMÉTRICO DO RIO JAGUARIBE

Diariamente, uma equipe composta por dois leituristas realizam o acompanhamento dos níveis limnimétricos de 15 seções do rio Jaguaribe, a partir do açude Castanhão, principal reservatório de armazenamento de água para a Região Metropolitana de Fortaleza – RMF. As águas liberadas pelo açude Castanhão perenizam o rio Jaguaribe no trecho entre sua tomada de água e a passagem molhada/barragem de Itaiçaba, ponto onde a água é bombeada para o canal do trabalhador, e conduzida até o açude Pacajus. Este trecho atende captações para abastecimento público e irrigação, e, eventualmente, são realizadas medições de vazões.

A Figura 34 apresenta um mapa com a infraestrutura hídrica para abastecimento da RMF e suas principais demandas. A Figura 35 mostra a evolução dos níveis monitorados na seção Tomada d'água do rio Jaguaribe, durante o período entre 1 novembro de 2015 e 20 de março de 2016. Na Figura 36 o gráfico com os dados do monitoramento das vazões na seção Tomada d'água do rio Jaguaribe, entre 26 de maio e 22 de março de 2015.

O acesso aos dados do monitoramento hidrométrico do rio Jaguaribe poderá ser feito via página da Sala de Situação, no sítio <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

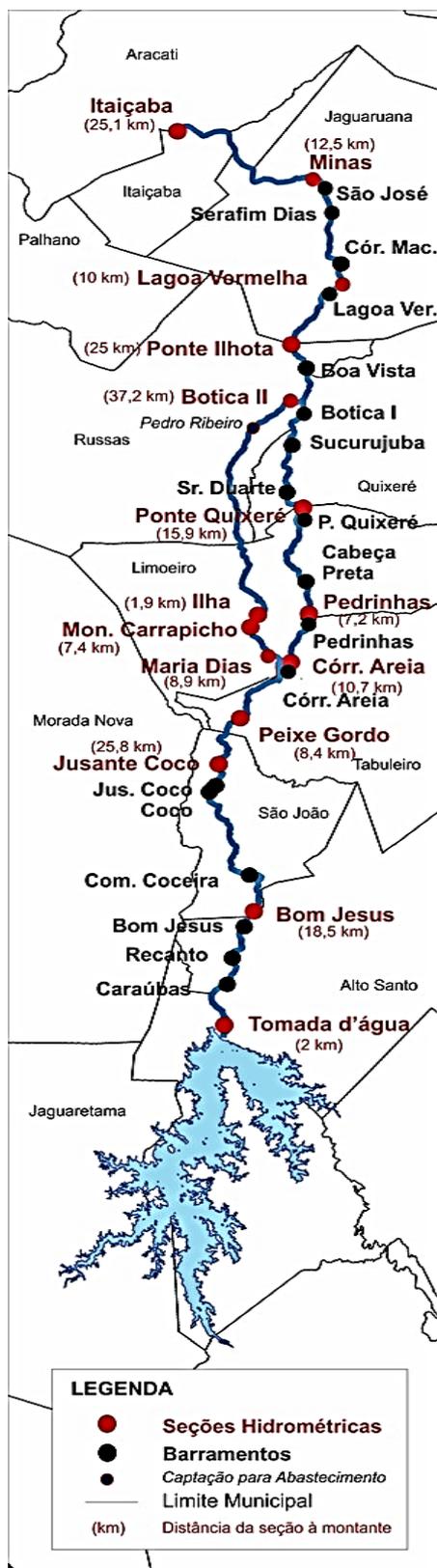


Figura 34 – Mapa da infraestrutura hídrica para abastecimento da RMF e as principais demandas. Fonte: COGERH.

O Procedimento Operacional Padrão a ser seguido na manutenção e instalação de novas estações de monitoramento hidrométrico é o MQT-01 — INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA — em ANEXO.

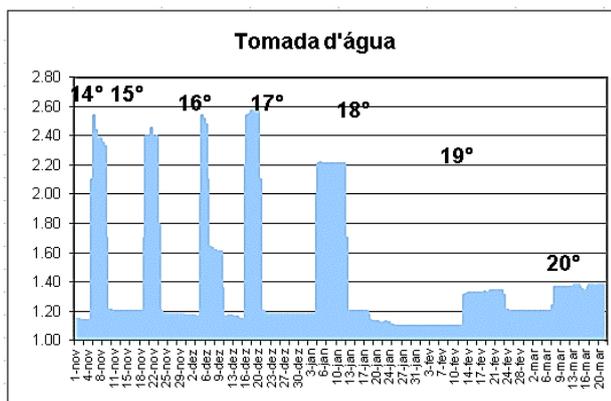


Figura 35 – Evolução dos níveis monitorados na seção Tomada d'água do rio Jaguaribe, entre 1 novembro de 2015 a 20 de março de 2016.

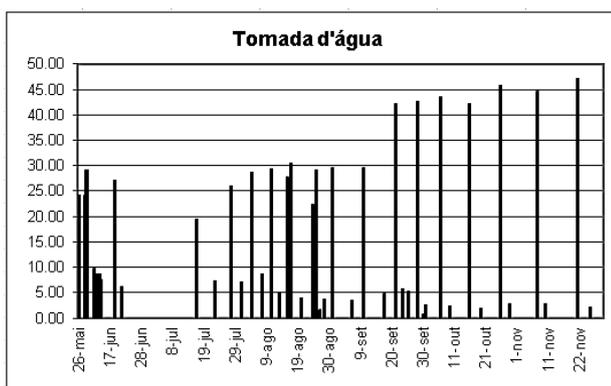


Figura 36 – Monitoramento das vazões na seção Tomada d'água do rio Jaguaribe, entre 26 de maio a 22 de novembro de 2015.

8.4 BOLETIM DIÁRIO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO JAGUARIBE-METROPOLITANO

Para o atendimento da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF e do Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP são utilizadas águas armazenadas em vários açudes que se interligam através de uma infraestrutura hídrica composta de canais, adutoras, sifões, aquedutos, túneis e estações de bombeamento, de forma conjunta e integrada. O sistema metropolitano é formado pelos reservatórios Pacoti, Riachão e Acarape do Meio na Bacia do Rio Pacoti, Pacajus na bacia do rio Choró e Gavião na bacia do rio Cocó (CARDOSO *et al.*, 2006).

As águas da bacia do Jaguaribe são transferidas via Canal do Trabalhador, cuja captação acontece no município de Itaiçaba; e pelo Eixão das águas, a partir do reservatório Castanhão, passando pelo açude Curral Velho até o açude Pacoti. Esse complexo sistema hídrico tem como destino final o Açude Gavião, o qual opera como um reservatório de passagem, pouco se aproveitando da sua capacidade de armazenamento, em função das condições operacionais exigidas para o atendimento da ETA Gavião.

Para exercer a sua função de reservatório de transferência esse açude tem que permanecer em uma cota acima de 35,58 m, com pouca variação ao longo do tempo, recebendo águas transferidas dos Açudes Pacoti/Riachão. O açude Gavião, além do fornecimento de água para a ETA Gavião, transfere também para a ETA Oeste e para os reservatórios do CIPP através de três estações de bombeamento (Trecho V do Eixão das Águas).

Os açudes Pacoti e Riachão tanto recebem águas transferidas do Eixão das Águas, quanto do Açude Pacajus, sendo que em ambos os casos a fonte é o açude Castanhão. As águas liberadas pelo açude Castanhão para perenização atendem o trecho entre sua tomada d'água e a passagem molhada/barragem de Itaiçaba.

No portal hidrológico do Ceará é possível acessar informações atualizadas diariamente dos volumes armazenados pelos reservatórios do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, divididos por regiões ou unidades de gerenciamento: Jaguaribe e Região Metropolitana – Figuras 37 e 38.

São disponibilizados à população dados sobre os açudes e a localização dos mesmos, bem como a hora de coleta das informações, a capacidade total de armazenamento do reservatório, a cota (nível), volume atual e o volume percentual atual armazenado. O usuário tem ainda a opção de visualizar essas informações através de gráficos (Figura 39) ou acessar

as informações via tabela de dados, que apresentam a evolução do armazenamento semanal, mensal e anual.

UNIDADES DE GERENCIAMENTO REGIÃO SISTEMA JAGUARIBE									
Açude	Município	Dia/Hora	Capacidade (hm ³)	Cota (m)	Volume (hm ³)	Volume (%)	7 dias	mês	ano
CASTANHÃO	Alto Santo	16/03/2016 7:00:00	6700	78.57	643.71	9.61			
BANABUIÚ	Banabuiú	16/03/2016 7:00:00	1601	101.38	7.48	0.47			
ORÓS	ORÓS	16/03/2016 7:00:00	1940	189.91	653.39	33.68			
Total			10241		1304.58	12.74			

Dados extraídos automaticamente às : 13:48 de 16/3/2016

Figure 37 – Informações referentes aos principais açudes responsáveis pelo abastecimento da região metropolitana de Fortaleza – açudes da região Jaguaribana.

UNIDADES DE GERENCIAMENTO REGIÃO SISTEMA JAGUARIBE									
UNIDADES DE GERENCIAMENTO REGIÃO METROPOLITANA									
Açude	Município	Dia/Hora	Capacidade (hm ³)	Cota (m)	Volume (hm ³)	Volume (%)	7 dias	mês	ano
ACARAPE DO MEIO	Redenção	16/03/2016 7:00:00	29.6	117.51	7.3	24.68			
PACAJUS	Pacajus	16/03/2016 7:00:00	232	30.4	36.57	15.76			
PACOTI	Horizonte	16/03/2016 7:00:00	380	37.3	113.38	29.84			
GAVIÃO	Pacatuba	16/03/2016 7:00:00	33.3	35.02	27.52	82.64			
ARACOIABA	Aracoiaba	16/03/2016 7:00:00	160	83.84	32.66	20.41			
RIACHÃO	Itaitinga	16/03/2016 7:00:00	46.95	37.3	15.68	33.4			
SITIOS NOVOS	Caucaia	16/03/2016 7:00:00	126	31.61	0.84	0.67			
Total			1007.85		233.95	23.21			

Dados extraídos automaticamente às : 13:48 de 16/3/2016

Figure 38 – Informações referentes aos principais açudes responsáveis pelo abastecimento da região metropolitana de Fortaleza – açudes da região Metropolitana.

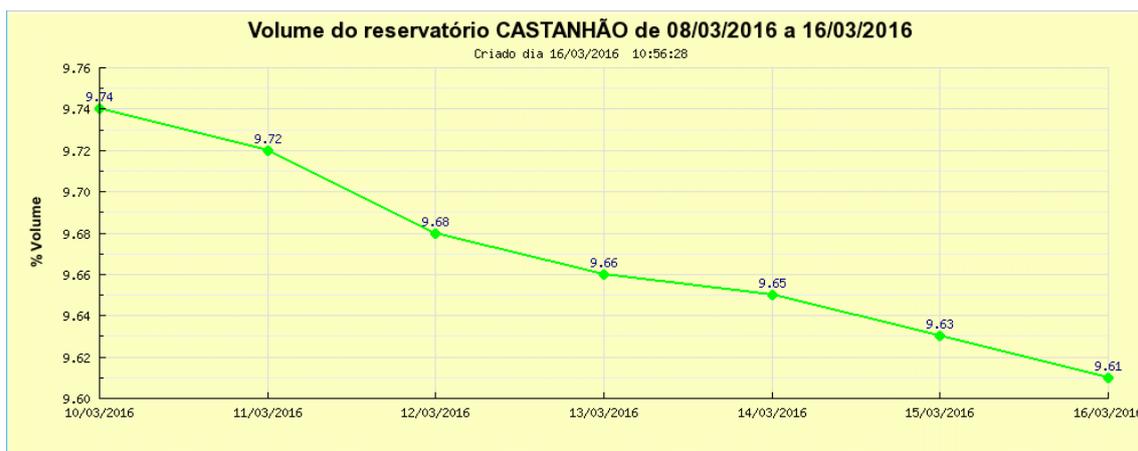


Figure 39 – Evolução semanal dos volumes armazenados pelo açude Castanhão, entre 08/03/2016 e 16/03/2016.

Os boletins diários de acompanhamento do Sistema Jaguaribe-RMF (Região Metropolitana de Fortaleza) contêm a descrição completa do sistema, com mapas dos reservatórios e principais infraestruturas de transferência hídrica instaladas, gráficos de evolução dos volumes dos açudes armazenados no tempo — armazenamento individual por açude e para o sistema equivalente formado pelos açudes Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião. Apresenta, ainda, a previsão de chuva para os próximos 5 dias nas bacias dos açudes e a previsão das afluições.

O acesso ao boletim diário de acompanhamento do Sistema Jaguaribe-RMF pode ser feito tanto via portal hidrológico, pelo sítio <<http://www.hidro.ce.gov.br/app/pagina/show/162>>, como pela página da Sala de Situação, no sítio <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

8.5 RESENHA DIÁRIA DO MONITORAMENTO QUANTITATIVO

Dados das cotas dos reservatórios são repassados para a FUNCEME via telefone, pelo AGIR da gerência regional responsável (Agente de Guarda e Inspeção de Reservatórios). Os dados carregados no sistema são editados no portal hidro (modo administrador), pelos técnicos da COGERH. A edição corresponde à análise de consistência da informação repassada pelo AGIR, processo de validação da informação.

Qualquer falha ou dado incoerente, de qualquer sorte, deve ser validado, através de consulta as gerências responsáveis pela informação repassada (Gerências Regionais). Os dados validados são salvos e carregados no sistema da COGERH, onde posteriormente estarão disponíveis para consulta via portal hidrológico, página da Sala de Situação e emissão de boletins informativos sobre a situação dos reservatórios (em formato digital - PDF).

A resenha diária do monitoramento apresenta, diariamente, dados gerais de armazenamento de água relativos aos 153 açudes monitorados no Estado. São informados, além da contagem de reservatórios atualmente monitorados, a capacidade de acumulação total do sistema de reservatórios, o volume atual armazenado (em volume total e porcentagem), o aporte total anual (contabilizados a partir do dia 1º dia do ano) e diário, o volume armazenado por região hidrográfica, a evolução do armazenamento para as regiões hidrográficas e principais açudes (sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza) e evolução dos aportes.

Contém ainda dados de eventos extremos, divididos em três categorias: açudes que sangraram (vertimento), açudes que entraram no volume morto e açudes que secaram. Por último, a resenha informa os principais registros pluviométricos dos postos distribuídos no território cearense.

Para a inclusão de novos reservatórios na rede de monitoramento realizado pela Sala de Situação, deverá ser seguido os procedimentos segundo documento MNT-01, referente ao Procedimento Operacional Padrão "Inserção de um novo açude no monitoramento", em **ANEXO**.

O acesso à resenha diária do monitoramento quantitativo pode ser feito tanto via portal hidrológico, pelo sítio <<http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/quantidade/resenha-diaria>>, como pela página da Sala de Situação, no sítio <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

8.6 PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA CONTROLE DE CHEIAS NO VALE DO JAGUARIBE - PCVJ

Considerando a necessidade de se evoluir no trato do gerenciamento dos eventos hidrológicos críticos – as cheias, que põem em risco a vida, a integridade do patrimônio público e privado e a regularidade das atividades econômicas, a Resolução CONERH Nº 04/2009 criou a estrutura organizacional para elaboração e implantação do Plano de Contingência para Controle de Cheias no Sistema Jaguaribe. A resolução definiu ainda o comando interinstitucional, composto pelos representantes da Agência Nacional de Águas, Departamento Nacional de Obras contra as Secas e Estado do Ceará, através da Secretaria dos Recursos Hídricos.

O Plano de Contingência para Controle de Cheias no Vale do Jaguaribe envolve o desenvolvimento de atividades de intervenção planejada e sistematizada das ações de controle de cheias, por intermédio das Barragens Castanhão e Banabuiú, com o objetivo de modernização e obtenção de ganhos de eficiência operacional e maximização dos efeitos de mitigação dos impactos das cheias.

O alicerce do plano está fundamentado em oito pilares: sistema de reservatórios, análise de demanda e uso múltiplo das águas, medidas de segurança em barragens, monitoramento e informação do nível de armazenamento dos reservatórios, previsão do clima, previsão do tempo, avaliação da capacidade de transporte dos rios e, por fim, comunicação e articulação entre os vários órgãos públicos envolvidos no problema e a população (Figura 40).



Figura 40 – Fundamentos do Plano de Contingência para Controle de Cheias no Semiárido.

O monitoramento dos níveis dos reservatórios feito pela Sala de Situação em parceria com os órgãos envolvidos na operação do controle de cheia garante o planejamento. Já o sistema de previsão é um balizador de antecipação na operação e garantia de atendimento das demandas, cujas ferramentas são provenientes de modelagem numérica, supercomputadores e observação do passado (climatologia). A previsão do tempo é um instrumento essencial,

sendo integrada com a coleta de dados (precipitação, ventos, umidade relativa do ar, pressão, temperatura, vazão, etc.), com simulações de tempo realizadas 24, 48 e 72 horas à frente, conjuntamente com imagens de satélite e radar.

A elaboração do Plano de Contingência teve início em novembro de 2009, quando foram levantados dados relativos às quadras chuvosas anteriores, sua distribuição espaço-temporal e as características climáticas correspondentes. Os estudos apontaram que as cidades do vale do Jaguaribe mais suscetíveis a inundações são Itaiçaba, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Quixeré, Russas, São João do Jaguaribe e Tabuleiro do Norte. A Figura 41 apresenta a hidrografia principal do rio Jaguaribe e as sedes dos municípios que enfrentam problemas com as cheias do rio Jaguaribe.

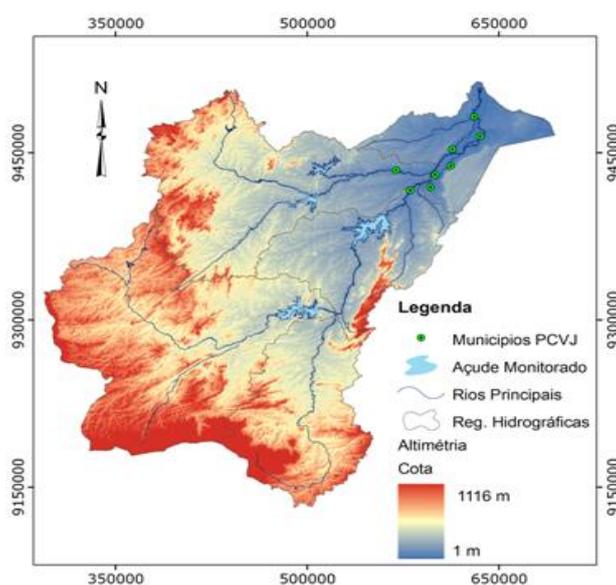


Figura 41 – Hidrografia e sedes municipais no Vale do Rio Jaguaribe.

Com base nas análises realizadas foi definido uma lógica de organização dos processos de decisão relacionados às intervenções no controle das cheias. Assim ficaram estabelecidos dois grandes momentos das ações de controle: o plano inicial de quadra e o plano operativo em tempo real.

O plano inicial de quadra define as condições iniciais e de contorno que serão utilizadas na fase de operações em tempo real, resultantes:

- a) das informações que expressam os prognósticos de previsão climática;
- b) das condições de Temperatura da Superfície do Mar – TSM, dos oceanos Atlântico e Pacífico;
- c) das condições de armazenamento do sistema e das previsões de recarga, resultado dos modelos regionais RSM e RAMS (precipitação) em conjunto com o modelo SMAP (cálculo da vazão afluente aos reservatórios);

d) das simulações das operações de controle com as séries de aflúências dos anos climatologicamente semelhantes.

Dessa forma, são definidos os volumes de espera inicial, a faixa de vazões presumidamente liberáveis e os níveis mínimo e máximo operacional dos reservatórios. A implementação se deu a partir do mês de janeiro de 2010, segundo a estrutura organizacional apresentada na Figura 42. Após oficialização do esquema institucional, suas várias instâncias passaram a operar na definição das regras operacionais, aplicadas na pré-estação e estação chuvosa.



Figura 42 – Resolução da CONERH para integração das instituições no controle de cheia.

Reuniões periódicas entre os meses de janeiro a junho de cada ano são realizadas pelo Núcleo Técnico Operacional – NTO, visando formular regras operacionais para a Comissão de Supervisão e Controle, instância no qual são adotadas as decisões.

A atividade de avaliação da capacidade do rio Jaguaribe foi inicializada pela COGERH, com levantamento topo-batimétrico de 98 seções transversais da calha do rio, o que permitiu uma interpolação de mais de 500 seções, utilizadas nas modelagens hidrodinâmicas.

Em seguida, de posse de plantas planialtimétricas dos municípios de Limoeiro do Norte, Russas e Jaguaruana, foi gerado o Modelo Digital do Terreno – MDT. Para possibilitar um modelo que contemplasse a área não levantada, foi utilizado o produto de sensoriamento remoto Shuttle Radar Topography Mission – SRTM/NASA, que resultou num Modelo Digital de Elevação – MDE.

Foram adquiridas imagens orbitais do satélite RapidEye, que subsidiam a identificação de áreas críticas, o planejamento dos levantamentos topobatimétricos e o mapeamento das manchas de inundação. Estes trabalhos são realizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica – SIG, por meio do software ArcGis com extensão 3D Analyst (ESRI) e GeoHecRas (HRC), além do software de modelagem hidráulica HEC-RAS, produzido pelo

Hydrologic Engineering Center – HEC do U.S. Army Corps of Engineers – USACE. Ainda em fase de confecção, estão sendo determinadas as áreas de inundação das zonas urbanas, fase onde se faz necessário o detalhamento da planta semi-altimétrica cadastral em cada cidade. A Figura 43 mostra um esboço da delimitação de risco na cidade de Limoeiro do Norte.



Figura 43 – Delimitação das Zonas de Risco da Cidade de Limoeiro do Norte.

Apesar do fato de que os anos de 2010 (ano de baixa pluviosidade) e 2011 (pluviosidade um pouco acima da média) terem apresentado quadras chuvosas não agressivas do ponto de vista dos picos de vazões nas seções de controle mais importantes, foi possível afirmar que a experiência inovadora gerada pelo Plano de Contingência foi muito importante para o avanço da gestão de eventos críticos, uma vez que:

- Permitiu a oportunidade do debate junto à sociedade e, portanto, ampliou a capacidade de análise e os conhecimentos de todas as esferas envolvidas nas ações de controle;
- Avançou no arranjo institucional de formulação das decisões e,
- Ampliou o conhecimento técnico sobre as características das cheias, suas peculiaridades, e suas implicações no plano operacional de controle através dos açudes mencionados.

O acesso aos indicadores de cheia do Vale do Jaguaribe e Acaraú estarão disponíveis durante as épocas chuvosas, podendo ser acessado tanto via portal hidrológico, pelo sítio <<http://www.hidro.ce.gov.br/app/pagina/show/178>>, como pela página da Sala de Situação, no sítio <<http://portal.cogerh.com.br/sala-de-situacao>>.

9 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO BÁSICOS

A seguir estão numerados os principais sistemas de informações para consulta pela Sala de Situação.

- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos - SNIRH: contém dados das estações de monitoramento hidrológicas, mapas e o cadastro de usuários CNARH. O acesso é pelo sítio <<http://portalsnirh.ana.gov.br/>>;
- Sistema de Informações Hidrológicas - HIDRO: permite obter as séries de precipitação, nível e vazão das estações hidrometeorológicas. O acesso é através da instalação do software no computador e configuração do servidor de banco de dados da ANA;
- Sistema de Monitoramento Hidrológico - Telemetria: disponibiliza os dados atualizados das estações telemétricas. O sistema é acessado pelo sítio <<http://www.ana.gov.br/telemetria>>. Alternativamente os dados podem ser obtidos diretamente pelo servidor de banco de dados da ANA;
- Sistema Cota Online: permite obter dados de estações hidrometeorológicas que foram inseridos manualmente no banco de dados da ANA. O acesso é pelo sítio <<http://www.ana.gov.br/cotaonline>>;
- Sistema de Acompanhamento de Reservatórios - SAR: sistema que disponibiliza os dados dos principais reservatórios. O acesso é pelo sítio <<http://sit-160mnk1/coleto/>>;
- INMET: são disponibilizados dados hidrometeorológicos, previsão numérica e prognóstico climático, entre outras informações. Acesso pelo sítio <<http://www.inmet.gov.br/>>;
- CPTEC/INPE: são disponibilizados dados hidrometeorológicos, previsão numérica, entre outras informações. Acesso pelo sítio <<http://www.cptec.inpe.br/>>;
- FUNCEME: são disponibilizados boletins técnicos aos usuários em geral, nomeadamente os boletins de previsão diária, boletim de análise das chuvas, boletim climático mensal (ClimAlerta), boletins especiais de alerta e boletim de registro de chuva, pelo sítio <<http://www.funceme.br/>>;
- COGERH/CE - Portal Hidrológico do Ceará: disponibiliza informações dos reservatórios e rios no Estado do Ceará pelo sítio <<http://www.hidro.ce.gov.br/>>.
- PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ: disponibiliza informações de qualidade (eutrofização) e quantidade dos rios e reservatórios do estado, previsão de afluências, precipitação média nas bacias e download de documentos (resenhas, inventários ambientais, entre outros), através do sítio <<http://www.hidro.ce.gov.br/>>;

- Defesa Civil: pode ser estabelecido contato por telefone ou e-mail e verificado se estão disponíveis dados sobre desastres naturais, no sítio <<http://www.defesacivil.ce.gov.br/>>;

10 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

AHRENS, C. Donald. **Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment**. Cengage Learning, Ninth Edition. 2009.

ANA. **Monitor de Secas do Nordeste do Brasil**. Disponível em: <<http://monitordesecas.ana.gov.br/>>. Acesso em: 17 Mar. 2016.

BARTH, Flávio Terra; POMPEU, Cid Tomanik; FILL, Heinz Dieter; TUCCI, Carlos E. M.; KELMAN, Jerson; BRAGA Jr., Benedito P. F. **MODELOS PARA GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**. São Paulo : Nobel : ABRH, 1987.

BIRD, Jeremy; WALLACE, Pamela. **OVERCOMING WATER SCARCITY AND QUALITY CONSTRAINTS: DAMS AND WATER STORAGE**. FOCUS, INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE. 2011.

BOUTY, Maria Mires Marinho; JÚNIOR, Francisco Rodrigues Pessoa dos Santos; SOUSA, Lucivânia Figueirêdo de; OLIVEIRA, Mateus Perdigão de; SILVA, Ubirajara Patrício Álvares da. **PROCESSO DA DIVISÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI LONGÁ**. Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, João Pessoa – PB, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **A Questão da Água no Nordeste**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – Brasília, DF: CGEE. 2012.

BRASIL. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176p.

BRASIL. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013** / Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. – Brasília: CENAD, 2013. (2013a)

BRASIL. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. Centro Universitário de estudos e pesquisas sobre desastres. Volume Ceará. 2º ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. (2013b)

BRASIL. Ministério da Integração Nacional-MI. **Relatório final do Grupo de Trabalho Interministerial para redelimitação do Semiárido Nordestino e do polígono das secas**. Brasília: Março, 2005.

BRASIL. **Lei Nº 4.229, de 1º de junho de 1963**. Transforma o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) em autarquia e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4229.htm>. Acesso em: 08 Mar. 2016.

CEARÁ. **REVISÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO ACARAÚ. FASE 1: ESTUDOS BÁSICOS E DIAGNÓSTICO**. Relatório Final - Edição Definitiva (RFED). Novembro, 2010.

CEARÁ. **REVISÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO COREAÚ. FASE 1: ESTUDOS BÁSICOS E DIAGNÓSTICO**. Relatório Final - Edição Definitiva (RFED). Novembro, 2010.

CEARÁ. **REVISÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO LITORAL. FASE 1: ESTUDOS BÁSICOS E DIAGNÓSTICO**. Relatório Final - Edição Definitiva (RFED). Novembro, 2010.

CEARÁ. **REVISÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS. FASE 1: ESTUDOS BÁSICOS E DIAGNÓSTICO**. Relatório Final - Edição Definitiva (RFED). Novembro, 2010.

CEARÁ. **Lei Nº 12.217, de 18 de novembro de 1993**. Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, e dá outras providências. 1993.

CEARÁ. **Resolução CONERH Nº04/2009, de 18 de janeiro de 2010.** Estabelece a criação da estrutura organizacional para elaboração e implantação do plano de contingência para controle de cheias no sistema Jaguaribe – PCCC. 2010.

CEARÁ. **Anuário de Monitoramento Quantitativo dos Açudes Gerenciados pela COGERH - 2009: Estado do Ceará.** Fortaleza: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, 2009.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas. Volume 1.** Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza : INESP, 2009.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Plano estratégico dos recursos hídricos do Ceará /** Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza : INESP, 2009.

CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiana (Editores). **Gestão das Águas: princípios e práticas.** Porto Alegre: ABRH, 242p. 2003.

CAMPOS, José Nilson B.; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. **SECAS NO NORDESTE DO BRASIL: ORIGENS, CAUSAS E SOLUÇÕES.** Disponível em: <http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2001/Secas_no_Nordeste_do_Brasil_o8_de_junho_def.pdf>. Acesso em 06 jan. 2015.

CARDOSO, Giovanni Brígido Bezerra; MARTINS, Eduardo Sávio P. R.; SOUZA FILHO, Francisco de Assis de. **Uso de Otimização/Simulação e Previsão de Afluências na Operação Tática dos Reservatórios do Sistema Jaguaribe-Metropolitano – CE.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 11 n.4 Out/Dez 2006. 175-186.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres: desastres naturais.** Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

FUNCEME. **Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre o Nordeste.** Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/comunicacao/noticias/551-sistemas-atmosféricos-atuantes-sobre-o-nordeste>>. Acesso em: 17 Mar. 2016.

IBGE. **Dados do Censo 2010 — Ceará.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=ce>>. Acesso em: 25 Mar. 2016.

LOUCKS, Daniel P.; VAN BEEK, Eelco. **Water Resources Systems Planning and Management.** UNESCO, 2005. 680p.

SANSIGOLO, Clóvis Angeli; REIS, Thiago Gomes. **PROBABILIDADES DE PRECIPITAÇÕES SAZONAIS NO NE DO BRASIL ASSOCIADAS A EVENTOS EXTREMOS DE ENOS.** In: Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Natal-RN. 2014.

SOLIMAN, Mostafa M. **Engenharia hidrológica das regiões áridas e semiáridas.** Rio de Janeiro: LTC, 2013. 358p.

SOUZA, E.R.; FERNANDES, M.R. **Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais.** In: Informe Agropecuário. Manejo de Microbacias. v.21 – n.207 – nov/dez. 2000.

SOUZA FILHO, F. A.; MOURA, A. D. **Memórias do Seminário Natureza e Sociedade nos Semi-Áridos.** 1. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil/Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. 2006.

SILVA, Ubirajara Patrício Álvares da; COSTA, Antônio Martins da; LIMA, Gianni Peixoto B.; LIMA, Berthyer Peixoto. **A EXPERIÊNCIA DA ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE ÁGUA NOS VALES DO JAGUARIBE E BANABUIÚ.** Anais do VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Natal – RN. 2014.

SILVEIRA, Cleiton da Silva. **Modelagem integrada de meteorologia e recursos hídricos em múltiplas escalas temporais e espaciais: aplicação no Ceará e no setor hidroelétrico brasileiro.** Tese

(doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Fortaleza, 2014.

TIMÓTEO, Sósthenis de Lima. Diretrizes para estruturação de Plano de Segurança de Água para eventos extremos: secas e cheias. Estudo de caso da implantação da sala de situação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Fortaleza, 2014.

ANEXOS

**ANEXO A – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO MQT-01 — INSTALAÇÃO E
MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA**

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MQT-01	Título: INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA	Página: 1 de 6	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

APROVAÇÃO E CRÉDITOS

	DATA	NOME	ASSINATURA
Elaboração		Walt Disney Paulino	
Validação			
Aprovação			

HISTÓRICO DOS AUTORES DAS VERSÕES

REVISÃO	DATA	NOME
0.0		Walt Disney Paulino

SUMÁRIO

- [APROVAÇÃO E CRÉDITOS](#)
- [HISTÓRICO DOS AUTORES DAS VERSÕES](#)
- [OBJETIVO E ESCOPO](#)
- [DEFINIÇÕES, SIGLAS E ABREVIATURAS](#)
- [ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES](#)
- [DESCRIÇÃO](#)
 - [1. SITUAÇÕES DE INSTALAÇÃO/MANUTENÇÃO](#)
 - [1.1 Instalação completa da bateria de réguas](#)
 - [1.2 Bateria incompleta](#)
 - [1.3 Último barrote fora d'água](#)
 - [1.4 Régua apagada](#)
 - [1.5 Barrote caído](#)
 - [1.6 Barrote sem a proteção betuminosa](#)
 - [1.7 Barrote sem a base de concreto](#)
 - [2. Instalação de barrote com base de concreto](#)
 - [Serviço de topografia](#)
 - [Serviços auxiliares](#)
 - [3. Instalação de barrote no terreno natural](#)
 - [Serviços de topografia](#)
 - [Serviços auxiliares](#)
 - [4. Materiais e equipamentos necessários](#)
- [MAPA DE PROCESSOS](#)
- [ARQUIVOS DE REFERÊNCIA](#)
- [DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA](#)
- [PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO CORRELATOS](#)

OBJETIVO E ESCOPO

Manter a rede limimétrica dos açudes e seções de rios operando em perfeitas condições

DEFINIÇÕES, SIGLAS E ABREVIATURAS

ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MQT-01	Título: INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA	Página: 2 de 6	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

Gedop: Informar à gerência regional quando houver necessidade de manutenção da rede limnimétrica nas situações onde está prejudicando a leitura do nível de água;

Gerências regionais: Manter a rede limnimétrica existentes e instalar novas baterias de réguas nos novos açudes.

DESCRIÇÃO

1. SITUAÇÕES DE INSTALAÇÃO/MANUTENÇÃO

1.1 Instalação completa da bateria de réguas

Para instalar toda a bateria de réguas limnimétricas:

- primeiramente "bate" o nível do sangradouro até o nível d'água;
- calcular a diferença de nível e o número de lances que serão instalados no açude;
- calcular o número da régua que será instalada dentro da água e sua respectiva leitura e cota, daquele dia;
- em seguida determinar o local mais adequado para instalar a bateria de réguas, respeitando o melhor acesso para o observador e as características erosivas do terreno;
- depois seguir os procedimentos propriamente dito constantes nos itens 2 e 3, para instalação de todos os lances.

1.2 Bateria incompleta

Deve-se proceder conforme o encontrado em campo pela equipe de manutenção. Para completar a bateria, toma-se com referência a régua ligeiramente posterior e instala o novo lance 1m acima em base de concreto; e assim sucessivamente até concluir a instalação de todos os lances que faltam.

1.3 Último barrote fora d'água

Deve-se reinstalar o último lance sobre base de concreto e, instalar mais um lance, com barrote de ponta dentro d'água. Pega-se como referência a penúltima régua e instala o novo lance 1m abaixo com base de concreto e a próxima 2m abaixo batida dentro d'água.

1.4 Régua apagada

Deve-se substituir a régua danificada por uma nova, fixando com pregos ou parafusos com auxílio de uma furadeira; porém, deve tomar o cuidado de não prejudicar o tratamento de benzina na régua e, em seguida, conferir o nível em relação a régua anterior.

1.5 Barrote caído

Deve-se reinstalar o barrote, com a troca da régua se necessário, procedendo da mesma forma do caso 1.3.

1.6 Barrote sem a proteção betuminosa

Deve-se renovar o revestimento, tomando o cuidado de circundar a régua com fita teipe protegendo-a da pintura.

1.7 Barrote sem a base de concreto

Deve-se recolocar o barrote sobre a base de concreto e conferir o nível.

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MQT-01	Título: INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA	Página: 3 de 6	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

2. Instalação de barrote com base de concreto

Serviço de topografia

- Transporte de RN e nivelamento no novo ponto;
- Execução: 02 pessoas

Serviços auxiliares

- Escavar o alicerce de sustentação do barrote DN = 0,40m x 0,40m x 0,40m;
- Preparar argamassa de areia grossa, cimento e brita ou similar, no traço 3:1:1; Instalar o barrote no nível, verificando sua verticalidade;
- Em seguida fazer a concretagem da base;
- Fixar a régua limnimétrica no barrote na altura do nível (Pode ser pregada ou parafusada, antes ou após a instalação do barrote);
- Todos os lances devem ser numeradas (a numeração deve ser feita a partir da régua mais elevada mediante marcadores e/ou tinta apropriada);
- Após a instalação do lance completo (régua+barrote), deve ser conferido o nível;
- O material utilizado para a concretagem da base, pode ser providenciado no próprio local ou adjacências em que o serviço será executado (areia, brita, pedra-de-mão, seixo rolado, etc.), exceto o cimento, sendo a proporção de pedras não superior a 30% em volume;
- Não esquecer de transpassar o ferro de sustentação pelo orifício perpendicular de 1/5", feito na parte inferior do barrote.

3. Instalação de barrote no terreno natural

Serviços de topografia

- Transporte de RN e nivelamento no novo ponto;
- Execução: 02 pessoas

Serviços auxiliares

- Instalar o barrote de ponta fixando-o ao solo com batidas sucessivas de marreta, verificando a verticalidade;
- Fixar a régua limnimétrica, procedendo conforme o procedimento anterior;
- Ao fixar o barrote, não esquecer a proteção da sua extremidade utilizando um capuz de ferro (chapéu de Napoleão), conforme figura 1;
- As características do barrote estão na figura 2.

4. Materiais e equipamentos necessários

- Nível, mira e trena;
- Barrotes de madeira maçaranduba 4 polegadas x 2 polegadas x 1,50m (para barrotes instalados fora d'água) com revestimento betuminoso - **Figura 3b**;
- Barrote de 4 polegadas x 2 polegadas x 1,70m chanfrado (para barrotes fincados), com revestimento betuminoso - **Figura 3a**;
- Réguas limnimétricas (trechos de 2mm x 5mm x 1m de réguas, confeccionadas em alumínio anodizado, marcas com espaçamento de 1 cm e numeração de 2cm em 2cm, com inscrição que indique "COGERH" e, telefone para contato **Figura 3c**;

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MQT-01	Título: INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA	Página: 4 de 6	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

- Parafusos de fixação em aço inox 25mm x 4,2mm, cabeça chata e/ou pregos abaeté bitola 1" x 10" ou 18" x 12";
- Ferro para sustentação CA 50 3/8" - **Figura 2**;
- Chave de fenda;
- Chapéu de Napoleão (capuz de ferro) - **Figura 1**;
- Marreta;
- Nível de pedreiro;
- Colher de pedreiro;
- Balde;
- Chibanca;
- Enxada;
- Pá;
- Martelo;
- Saco de cimento 50 Kg;
- Tinta látex, cor branca ou vermelha;
- Pincel fino de 1/2";
- Furadeira Prego bitola 18x12.

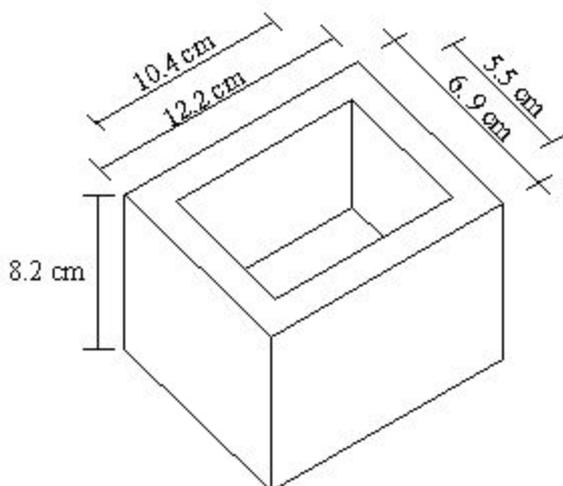


Figura 1 - Chapéu de Napoleão (capuz de ferro)

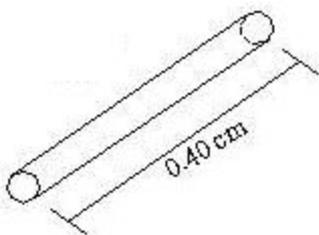


Figura 2 - Ferro de Sustentação (CA-50 3/8")

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código:
MQT-01

Título:
INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA

Página:
5 de 6

Revisão:
0.1

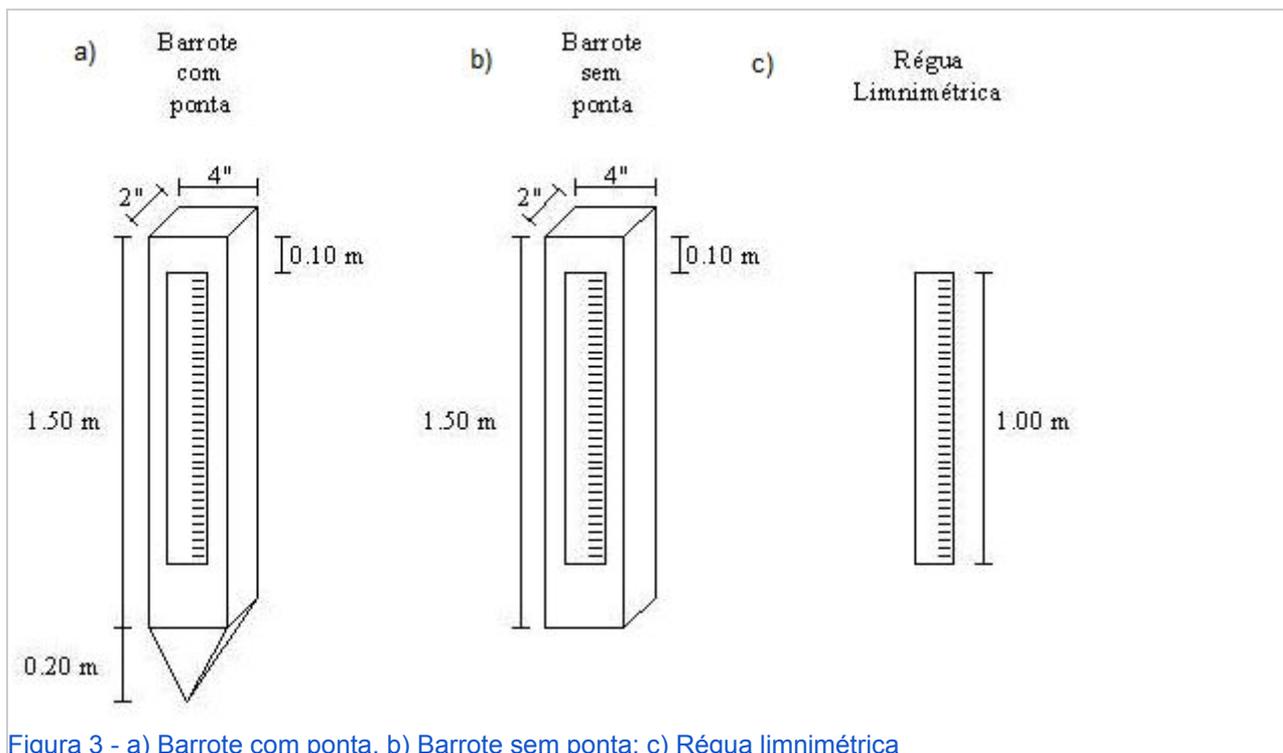


Figura 3 - a) Barrote com ponta, b) Barrote sem ponta; c) Régua limnométrica

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código:
MQT-01

Título:
INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA

Página:
6 de 6

Revisão:
0.1

MAPA DE PROCESSOS

EM ELABORAÇÃO

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO CORRELATOS

MNT-01 INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO

HISTÓRICOS DAS ALTERAÇÕES

DATA	DESCRIÇÃO

**ANEXO B – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO MNT-01 –
INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO**

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 1 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

APROVAÇÃO E CRÉDITOS

	DATA	NOME	ASSINATURA
Elaboração	02.07.2012	Walt Disney Paulino	
Revisão			
Aprovação			

HISTÓRICO DOS AUTORES DAS VERSÕES

REVISÃO	DATA	AUTOR	DESCRIÇÃO
0.0	02.07.2012	Walt Disney Paulino	
0.1	30.07.2015	Walt Disney Paulino	

SUMÁRIO

[APROVAÇÃO E CRÉDITOS](#)

[HISTÓRICO DOS AUTORES DAS VERSÕES](#)

[OBJETIVO E ESCOPO](#)

[DEFINIÇÕES, SIGLAS E ABREVIATURAS](#)

[ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES](#)

[DESCRIÇÃO](#)

[1. Levantamento de informações da ficha técnica](#)

[1.1. Certificação da existência do cadastro do açude no banco de dados.](#)

[1.2. Reservação de código no banco de dados \(opcional\)](#)

[1.3. Levantar a ficha técnica do açude](#)

[1.4. Obtenção da tabela cota-área-volume](#)

[1.5. Complementação da tabela CAV para obtenção da capacidade do açude \(opcional\)](#)

[1.6. Extrapolação para complementação acima do nível de sangria](#)

[2. Instalação das réguas limnimétrica](#)

[3. Definição dos critérios de monitoramento qualitativo](#)

[3.1 Eleição dos pontos para monitoramento](#)

[3.2 Associação dos pontos monitorados à modalidade de monitoramento](#)

[3.3 Definição da rota do monitoramento qualitativo](#)

[4. Atualização do BDsagreh](#)

[4.1 planilha 'corposD'água'](#)

[4.2 planilha 'cav'](#)

[4.3 planilha 'AçudesMontante'](#)

[4.4 planilha 'Thiessen_a'](#)

[4.5 planilha 'Passado'](#)

[4.6 planilha 'pontosMonitorados'](#)

[4.7 planilha 'pontosModalidade'](#)

[5. Atualização dos mapas do "Boletim informativo dos açudes"](#)

[6. Atualização do SI-POM](#)

[6.1 Complementação da Ficha Técnica](#)

[6.2 Inserção da primeira vazão de liberação](#)

[6.3 Revisão do período de monitoramento](#)

[6.4 Inserção dos dados da tabela cota-área-volume](#)

[6.5 Inserção do\(s\) ponto\(s\) monitorado\(s\)](#)

[6.6 Inserção da associação pontos modalidade](#)

[6.7 Inserção das visitas de qualidade de água do restante do ano](#)

[7. Atualização do Portal Hidrológico](#)

[7.1 Cadastro de um novo reservatório](#)

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 2 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

- [7.2 Cadastrar um novo observador](#)
- [7.3 Associar o observador ao respectivo açude](#)
- [7.4 Inserção da tabela cota-área-volume](#)

[8. Atualização dos dados geográficos](#)

- [8.1 Delimitação da bacia hidrográfica](#)
- [8.2 Definição dos fatores de Thiessen interanuais](#)
- [8.3 Produzir a delimitação da bacia hidráulica](#)
- [8.4 Atualização da planilha 'tamanhoBaciaHidráulica'](#)
- [8.5 Atualização do mapa da Rede de Monitoramento de Recursos Hídricos](#)

[MAPA DE PROCESSOS](#)

[ARQUIVOS DE REFERÊNCIA](#)

[DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA](#)

[PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO CORRELATOS](#)

OBJETIVO E ESCOPO

Apresentar as tarefas desenvolvidas para a inserção de um novo açude na rede de monitoramento.

DEFINIÇÕES, SIGLAS E ABREVIATURAS

RMQA - Rede de monitoramento da qualidade de água

CAV - tabela cota-área-volume

SIPOM - Sistema de Informação do Programa de Operação e Monitoramento

ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

Gedop: Inserir nos bancos de dados dos sistemas de informações os dados necessários ao monitoramento

Gerências Regionais: Se necessário, levantar em campo as informações complementares da ficha técnica e realizar os trabalhos de campo da batimetria.

DESCRIÇÃO

1. Levantamento de informações da ficha técnica

Localizar o projeto do açude e recuperar a ficha técnica, incluindo a tabela CAV. Caso não seja possível localizar o projeto torna-se necessário a ida a campo para levantar algumas das principais informações: cota do sangradouro, cota da tomada de água, ano da construção do açude, posição geográfica do eixo da barragem, etc.

1.1. Certificação da existência do cadastro do açude no banco de dados.

Certificar se o novo açude a ser monitorado já não está cadastrado no banco de dados da Cogerh (Sagreh >> Ferramentas >> Outros >> Executar macros... >> Selecionar a macro 'zListarFontesHidricasOracle'). Na célula (1,6) é apresentado o código que estará disponível. Este código será usado automaticamente na etapa seguinte caso o açude ainda não estiver cadastrado. **Nesta tarefa é muito importante conhecer nomes alternativos que o açude possa ter.** Caso exista um outro açude cadastrado com o mesmo nome e que se tenha certeza que não é o mesmo açude, deve-se acrescentar um algarismo romano ao nome, por exemplo: É conhecido 3 açudes com a denominação Trapiá - Trapiá I, Trapiá II e Trapiá III, caso haja necessidade de cadastrar um novo açude Trapiá ele será nomeado como Trapiá IV.

1.2. Reservação de código no banco de dados (opcional)

Reservar um código no Banco de Dados Oracle (Sagreh >> Ferramentas >> Outros >> Executar macros... >> Selecionar a macro 'zCadastrarNovaFonte'). Esta tarefa visa reservar o menor código disponível na tabela 'POM_FONTES_HIDRICA' (existe alguns vazios na numeração).

1.3. Levantar a ficha técnica do açude

Efetuar levantamento da Ficha técnica do açude nos seguintes documentos: **a)** Atlas Eletrônico de Recursos Hídricos (<http://atlas.srh.ce.gov.br/>); **b)** Cadastramento dos maiores açudes públicos e privados do

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 3 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

estado do Ceará (KL Engenharia, 2002); **c)** Barragens no Nordeste do Brasil (DNOCS, 1990); **d)** Açudagem Particular em Cooperação no Ceará (DNOCS, 2004), tendo especial atenção para a obtenção da tabela cota-área-volume.

Não tendo sucesso na obtenção dos dados é preciso articular com a respectiva gerência regional para dispor do mínimo dos dados básicos: **a)** cota sangria; **b)** cota da tomada; **c)** largura do sangradouro; **d)** tipo de sangradouro; **e)** cota da tomada de água; **f)** ano de construção; **g)** nome do observador; **h)** telefone do observador; **i)** longitude e latitude do eixo da barragem; **f)** nome do rio barrado.

1.4. Obtenção da tabela cota-área-volume

Não dispondo da tabela cota-área-volume de projeto ou se a mesma mostra-se duvidosa, é preciso ir a campo para obtê-la. Esta obtenção poderá ser de 2 formas: **a)** batimetria com sistema ecobatímetro-GPS geodésico; **b)** batimetria com GPS de navegação e profundímetro (quando houver dificuldade de usar o sistema ecobatímetro-GPS geodésico). O segundo método oferece uma menor precisão e é realizado a partir da ida em campo delimitando a bacia hidráulica através de caminhamento, com o GPS de navegação, e obtendo a profundidade no máximo de pontos que for possível, associando a localização geográfica destes pontos.

É necessário que a cada nova batimetria seja impresso uma via do relatório da batimetria e anexado na pasta de batimetria que fica sob a guarda da Gedop, além de que é necessário que seja incluído os dados básicos no arquivo online 'Batimetrias Realizadas pela COGERH' cujo acesso pode ser feito através deste [link](#), bem como atualizar a planilha 'Batimetrias' do arquivo Bdsagreh.

1.5. Complementação da tabela CAV para obtenção da capacidade do açude (opcional)

O conhecimento da capacidade do açude é de fundamental importância para o monitoramento, sendo que na maioria dos casos, em que houve a necessidade de realizar a batimetria, será preciso completar a tabela cota-área-volume desde o nível de água na data que foi feita a batimetria até 2 m acima da cota do sangradouro.

ESTE PROCEDIMENTO É APLICÁVEL ÀQUELES AÇUDES QUE INICIARÃO O MONITORAMENTO, MAS QUE NÃO DISPÕE DE TABELA COTA-ÁREA-VOLUME DE PROJETO, OU A REFERIDA TABELA NÃO É CONFIÁVEL.

A complementação da tabela cota-área-volume deverá ser feita tomando como referência o procedimento descrito no documento 'QFQ-07 O QUE É PRECISO FAZER QUANDO É preciso complementar a CAV de um açude com projeto desconhecido'.

1.6. Extrapolação para complementação acima do nível de sangria

Esta etapa deverá ser desenvolvida com base no QFQ-08 - O QUE FAZER QUANDO É preciso extrapolar a tabela cota-área-volume.

2. Instalação das réguas limnimétrica

Caso o novo açude monitorado ainda não disponha da bateria de réguas limnimétricas é preciso instalar a bateria completa, desde a primeira, cujo zero deve coincidir com a cota de sangria, até o último lance possível que deve ser o barrote fincado na bacia hidráulica. Os detalhes da instalação deverá obedecer o procedimento operacional padrão **MQT-01 MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA**,

3. Definição dos critérios de monitoramento qualitativo

3.1 Eleição dos pontos para monitoramento

Cada novo açude monitorado poderá ter 1 ou mais pontos monitorados, dependendo da capacidade de armazenamento, de sua importância estratégica e do formato da bacia hidráulica.

Sempre terá um ponto próximo à barragem cujas amostragens serão realizadas à diversas profundidades, enquanto que para os demais pontos a amostragem será apenas à 0,3 m.

Com base nos limites da bacia hidráulica do açude deverá ser definido a localização dos pontos, bem como a respectiva sigla, sempre evitando, na medida do possível, a repetição de prefixo.

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 4 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

3.2 Associação dos pontos monitorados à modalidade de monitoramento

Nesta etapa os pontos monitorados precisam ser associados à modalidade de monitoramento.

3.3 Definição da rota do monitoramento qualitativo

Fazer contato com a gerência responsável pelo novo açude para saber em qual rota da RMQA as visitas deste açude farão parte e assim saber em quais as datas que haverá visitas no restante do ano.

4. Atualização do BDsagreh

Atualizar as seguintes planilhas:

4.1 planilha 'corposD'água'

Inserir ordenadamente, pelo nome do novo açude, uma nova linha, preenchendo as respectivas colunas. Ter cuidado para selecionar como posto evaporimétrico de referência aquele cujas características latitude-longitude-altitude sejam similares (**observ:** os códigos das bacias e dos postos evaporimétricos estão nas planilhas 'bacias' e 'evaporação'). Não deixar de preencher o coluna 18 (ano do início do monitoramento).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
RPO	COD	CAPAC (m³)	MUNICIPIO	BACIA	Est. Eva p.	C. SANG R.	C.T.O MAD A	C. REFE R.	L. SANG R.	COEF. SAGR.	ADMINI STRAD ORA	B. HIDROGR (km²)	T. OBSERV.	GERÊNCIA	MONI T?	CONS TRUÇÃ O	INICIO MONI TOR.	T. COR PO	Latitud e (UTM) Northin	Longitud e (UTM) Easting	Ambi ente	Palavras pl Procura
do Meio	78	29.533.388	Pedernão	10	6	130,02	105,5	131,3	53	1,71	ESTADO	210,01	AGIR	GEMET	S	1924	1992	AC	9536490	522233	léntico	Acarape
Arim	1	52.000.000	Massapé	6	11	115	106,5	115	60	1,6	DNOCs	492,27	DNOCs	Sobral	S	1907	1986	AC	9612424	357908	léntico	Acarau-Acarau-Mirim
Bezerra	32	5.250.000	Pereiro	4	1	100		99,74	24	1,6	ESTADO	310,3	VOLUNTÁRI	Limozeiro do Norte	S	1984	1992	AC	9332627	561269	léntico	Adauto
	45	11.010.000	Maranguape	10	13	96		96	19	1,71	DNOCs	31,90	DNOCs	GEMET	S	1938	1986	AC	9556324	512746	léntico	Amanary
	112	56.050.000	Coreaú	7	11	105,5	97,17	105,58	100	2	ESTADO	287,29	AGIR	Sobral	S	1998	1998	AC	9597909	297936	léntico	Angicos

Figura 1 - Campos da planilha 'corposD'água'

4.2 planilha 'cav'

Inserir os dados levantados ou produzidos da tabela cota-área-volume, tendo cuidado com as unidades (m³ e km²).

	A	B	C	D	E	F
1	COD	COTA	NIVEL	VOLUME (m³)	AREA (km²)	COD_ORA CLE
2	1	100	0	0	0	515
3	1	101	1	420.000	0,54	516
4	1	102	2	1.120.000	0,85	517
5	1	103	3	2.150.000	1,21	518
6	1	104	4	3.590.000	1,66	519
7	1	105	5	5.480.000	2,13	520
8	1	106	6	7.860.000	2,62	521
9	1	106,5	6,5	9.500.000	2,85	522
10	1	107	7	11.000.000	3,07	523

Figura 2 - Campos da planilha 'cav'

4.3 planilha 'AçudesMontante'

Inserir a relação dos açudes monitorados que estejam a montante. Esta tarefa só é possível após o traçado da bacia hidrográfica do açude.

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 5 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

	A	B	C
1	codigo Jusante	codigo Montante	Dist. (km)
2	2	10	60
3	2	16	45
4	2	85	84
5	2	99	92
6	2	135	46
7	3	121	39

Figura 3 - Campos da planilha 'AçudesMontantes'

4.4 planilha 'Thiessen_a'

Levantar os fatores de Thiessen na bacia hidrográfica a partir de 1974. Esta tarefa só é possível após o desenvolvimento da tarefa 7.2 - Definição dos fatores de Thiessen interanuais.

	A	B	C	D
1	CÓDIGO AÇUDE	ANO	CÓDIGO POSTO	FATOR
2	1	1974	10801	0,60525
3	1	1974	16601	0,39475
4	1	1975	10801	0,60525
5	1	1975	16601	0,39475
6	1	1976	10801	0,60697
7	1	1976	16601	0,39303
8	1	1977	10801	0,60697
9	1	1977	16601	0,39303
10	1	1978	04901	0,02004
11	1	1978	10801	0,90252
12	1	1978	11801	0,07744

Figura 4 - Campos da planilha 'Thiessen a'

4.5 planilha 'Passado'

Inserir na planilha 'passado', um novo registro associado ao açude monitorado. Normalmente este registro conterá somente o nome do novo açude e o ano corrente.

	A	B	C	D	E
1	Açude	ANO	dt fim est. chuv. ano anterior	ct fim est. chuv. ano anterior	01.janeiro
186	Cachoeira	2014		299,76	297,90
187	Cachoeira	2015	01/06/2014	300,26	298,11
188	Caldeirões	2015			
189	Canafistula	2005		101,00	99,82
190	Canafistula	2006	28/06/2005	99,56	98,08

Figura 5 - Campos da planilha 'Passado'

4.6 planilha 'pontosMonitorados'

Definir, com o apoio do setor da Gedop que lida com a RMQA (normalmente será apenas um ponto), quais pontos serão monitorados, inseridos os mesmos nesta tabela, obedecendo a ordenação das colunas. Se possível definir a localização dos pontos, senão deixar em branco os campos longitude e latitude. De uma

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 6 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

forma ou de outra é preciso que as gerências regionais defina em campo a localização do(s) ponto(s) seguindo as regras do POP MQL-02 (Implementação dos trabalhos de campo da RMQA: https://docs.google.com/fileview?id=0B_U2iQxcoryNzk0NTJhNWMTYzk2NS00Nm13LTljYmMtMWYzZmY5ZGQ5ZjU0&hl=pt_BR) ou então que seja revisado a localização do ponto definida no escritório pela Gedop. Deve-se ter o cuidado em definir um prefixo que ainda não foi usado e usar numeral 1, 2 ou 3, quando na nomenclatura do açude houver uma numeração, como por exemplo: São José iii.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
CODCORP	IDENTIF	PONTO	TN	zonaPonto	Latitude	Longitude	DESCRIÇÃO	PROXTOMADASH	COD_PONTO (ORACLE)	DESCR	TIPO	COORD.VALIDADA	PNQA	MUNICIPIO
25	1	ACM-01			9407901	500232		N		496	AC	N		
26	1	ACM-02			9407901	503778				497	AC	N		
27	1	ACM-03			9409209	504816		N		498	AC	N		
28	1	ACM-04			9407859	506373		N		499	AC	N		
29	1	ACM-05			9404309	506353		N		500	AC	N		
30	1	ACM-06			357188	9612628		N		1271	AC	S	CE-7321-E-7	Massapê
31	1	ACM-70			9414338	495536	Coleta eventual Acarau-Mirim -			1270	AC	N		
32	1	ACM-99			9404152	491349				124	AC	N		

Figura 6 - Campos da planilha 'pontosMonitorados'

4.7 planilha 'pontosModalidade'

Com o apoio do setor da Gedop que lida com a RMQA inserir os registros necessários (para o ponto que fica próximo à barragem o campo 'TemExceçãoSN' é S, para os demais é N). Normalmente os novos açudes são associados à modalidade '4t'.

1	A	B	C	D	E
MODALIDADE	CODCORPO	PONTO	TemExceçãoSN	CORPO HÍDRICO	
10t	1	ACM-06	S	Acaraú Mirim	
10t	2	BAN-01	S	Banabuiú	
10t	2	BAN-03	N	Banabuiú	
10t	2	BAN-05	N	Banabuiú	
10t	2	BAN-09	N	Banabuiú	

Figura 7 - Campos da planilha 'pontosModalidade'

5. Atualização dos mapas do "Boletim informativo dos açudes"

Esta tarefa deve ser realizada tomando como referência o "QFQ-09 O QUE FAZER QUANDO É preciso inserir um novo açude no mapa do boletim".

6. Atualização do SI-POM

As informações inseridas no Bdsagreh, bem como outras complementares, precisam ser inseridas no banco de dados Oracle através do SI-POM.

6.1 Complementação da Ficha Técnica

Complementar os dados da ficha técnica no SI-POM, a partir deste caminho no menu: Açude >> selecionar nome do novo açude >> Engenharia >> Ficha Técnica. Inserir os dados disponíveis da ficha técnica, tendo o cuidado de revisar o tipo de barragem, e clicar no botão 'Salvar'.

6.2 Inserção da primeira vazão de liberação

Através deste caminho Monit.& Gestão >> Vazão Perenização >> novo >> inserir a vazão zero a partir da data de início do monitoramento >> Botão 'Inserir'.

6.3 Revisão do período de monitoramento

Caso o açude seja uma açude que tenha deixado de ser monitorar é preciso contactar o administrado do SI-POM para reiniciar um novo período de monitoramento, alterando os campos 'FON_INI_MONITORAMENTO' (colocar data do novo reinício) e FON_FIM_MONITORAMENTO (colocar branco) da tabela 'FONTE_HIDRICA'.

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 7 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

6.4 Inserção dos dados da tabela cota-área-volume

A inserção destes dados deve ser feito tomando como referência o procedimento “QFQ-06 É preciso atualizar os bancos de dados das CAV”.

6.5 Inserção do(s) ponto(s) monitorado(s)

A inserção destes pontos no SI-POM é feita a partir deste caminho no menu: MQA >> Cadastro >> Pontos Monitorado >> Seleção do tipo da Fonte Hídrica >> Seleção do nome da Fonte Hídrica >> botão ‘Inserir’ >> Inserir ponto por ponto, sendo que a cada novo ponto é preciso clicar no botão ‘Inserir’.

6.6 Inserção da associação pontos modalidade

A inserção no SI-POM é feita a partir deste caminho no menu: MQA >> Cadastro >> Pontos Modalidade >> Seleção do tipo de Fonte >> Seleção do nome da Fonte >> Seleção da frequência da modalidade >> botão ‘Novo’ >> Selecionar ponto >> clicar no botão ‘Inserir’.

6.7 Inserção das visitas de qualidade de água do restante do ano

Esta tarefa deve ser desenvolvida tomando como referência o procedimento operacional padrão MQL-10 - Inserção de visitas extras de qualidade de água.

7. Atualização do Portal Hidrológico

A atualização do Portal Hidrológico é feita a partir da seguinte página: <http://www.hidro.ce.gov.br/app/hidro-ce-admin/admin/auth>, fazendo o login com e-mail e a respectiva senha.

Estando logado deve-se preencher os seguintes dados:

7.1 Cadastro de um novo reservatório

Através do seguinte caminho: ‘Consulta Reservatório’ >> Botão ‘Add Reservatório’ >> Preencher os respectivos campos >> botão ‘Salvar’.

7.2 Cadastrar um novo observador

Através do seguinte caminho: ‘Observadores’ >> Preencher os respectivos campos >> botão ‘Salvar’.

7.3 Associar o observador ao respectivo açude

Através do seguinte caminho: ‘Observador Reservatório’ >> Selecionar o açude >> Digitar o nome do observador >> botão ‘Salvar’.

7.4 Inserção da tabela cota-área-volume

Para realizar esta tarefa é preciso seguir o procedimento “QFQ-06 O QUE FAZER QUANDO É preciso atualizar os bancos de dados das CAV”.

8. Atualização dos dados geográficos

Esta etapa consiste em:

8.1 Delimitação da bacia hidrográfica

Delimitar a bacia hidrográfica do açude com base na hidrografia na escala de 1:100.000, empregando algum software de geoprocessamento.

8.2 Definição dos fatores de Thiessen interanuais

Esta tarefa precisa ser desenvolvida tomando como base o procedimento operacional padrão **GEO-03 - Cálculo dos fatores de Thiessen**, bem como o “QFQ-04 O QUE FAZER QUANDO É preciso obter histórico dos fatores Thiessen de um açude”.

8.3 Produzir a delimitação da bacia hidráulica

Tanto pode ser através da digitalização de algum desenho do projeto, desde que seja georeferenciado, ou a partir da delimitação através do Google Earth.

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código: MNT-01	Título: INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO	Página: 8 de 9	Revisão: 0.1
--------------------------	--	--------------------------	------------------------

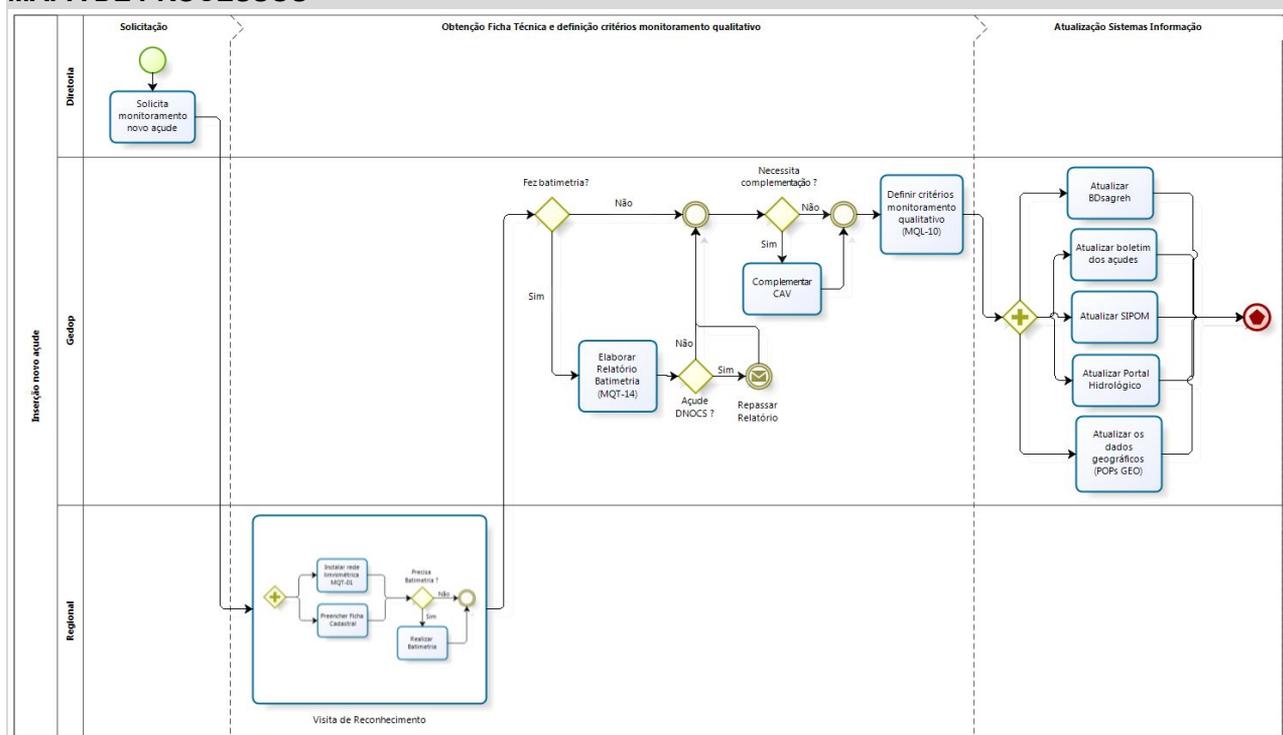
8.4 Atualização da planilha 'tamanhoBaciaHidráulica'

A partir dos atributos (largura e altura é obtido através do Paint >> Imagem >> Atributos) do arquivo *.jpg produzido na tarefa 7.3 inserir ordenadamente na planilha 'tamanhoBaciaHidraulica' do BDSagreh.

8.5 Atualização do mapa da Rede de Monitoramento de Recursos Hídricos

Esta tarefa precisa ser desenvolvida tomando como base o procedimento operacional padrão **GEO-04 - Atualização do mapa da Rede de Monitoramento de Recursos Hídricos.**

MAPA DE PROCESSOS



ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

\\canoas\Publico Gedop\Sagreh\Definindo CAV complementar de referência.xls
 \\canoas\Publico Gedop\Sagreh\Hidrografia Ceara.gtm

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO CORRELATOS

GEO-01 - Delimitação da bacia hidrográfica de um açude
 GEO-02 - Delimitação da bacia hidráulica de um açude
 GEO-03 - Cálculo dos fatores de Thiessen
 GEO-04 - Atualização do mapa da Rede de Monitoramento de Recursos Hídricos
 MQL-10 - Inserção de visitas extras de qualidade de água
 MQT-01 - INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE LIMNIMÉTRICA
 MQT-12 - Realização de batimetria usando sistema ODHOM/QINCY

HISTÓRICOS DAS ALTERAÇÕES

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Código:
MNT-01

Título:
INSERÇÃO DE UM NOVO AÇUDE NO MONITORAMENTO

Página:
9 de 9

Revisão:
0.1

DATA	DESCRIÇÃO

**ANEXO C – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO GES-01 — INSERÇÃO E
ACOMPANHAMENTO DAS REGRAS DE OPERAÇÃO DOS AÇUDES**

APROVAÇÃO E CRÉDITOS

	DATA	NOME	ASSINATURA
Elaboração		Walt Disney Paulino	
Validação			
Aprovação			

HISTÓRICO DOS CRÉDITOS DAS VERSÕES

VERSÃO	DATA	NOME
0.0		Walt Disney Paulino

OBJETIVO E ESCOPO

Estabelecer as condições de acompanhamento da implementação das regras de operação dos açudes, determinada pela alocação negociada.

DEFINIÇÕES, SIGLAS E ABREVIATURAS

Regra de operação: Envolve o período da operação e a respectiva vazão média adotada. O período é o mesmo da simulação apresentado na alocação negociada, se limitando ao último dia de fevereiro do ano seguinte.

ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

Gerências Regionais: **a)** Inserir até o dia 31 de julho de todos os anos as regras de operação da estação seca, para cada um dos açudes que tenham responsabilidade; **b)** Certificar periodicamente se os níveis de água atingidos pelos respectivos açudes estão compatíveis com a regra de operação, fazendo os ajustes na liberação de água quando necessário.

Diretoria de Operações: **a)** Certificar se foram inseridas as regras de operação de todos os açudes; **b)** Certificar periodicamente se as condições de volume armazenado estão compatíveis com as regras de operação dos respectivos açudes.

DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

INSERÇÃO DA REGRA DE OPERAÇÃO

Este cadastro consiste na informação da vazão média do período de operação, bem como na informação das cotas esperadas a cada mês, com base na simulação, tendo o cuidado de nunca superar o último dia do mês de fevereiro do ano seguinte (28 ou 29/fevereiro). **Não esquecer que a vazão usada na simulação deve levar em consideração tanto as vazões de perenização quanto aquelas consumidas a partir do espelho de água.**

Deverá ser informado as regras de operação mesmo para aqueles açudes que a vazão liberada for nula e para aqueles açudes que por motivos diversos não houve a alocação negociada, mas que será liberada alguma vazão.

Para cadastrar a regra de operação no SIPOM é preciso seguir este caminho: SIPOM >> Açude >> Selecione o açude desejado >> Monit.& Gestão >> Regra Operação >> Botão 'Novo' >> Informa Vz. Média (L/s) >> Botão '+' >> Cola os pares 'data - cota' copiado da simulação de esvaziamento >> Botão 'Adicionar' >> Botão 'Cancelar' >> Botão 'Inserir'. **É imprescindível clicar no botão 'Inserir', se não clicar a regra de operação não irá para o banco de dados.**

Após a inserção da regra de operação o SIPOM está apto para confrontar o planejado e o realizado da operação do respectivo açude.

ACOMPANHAMENTO

O acompanhamento tanto poderá ser pela Diretoria de Operações, que avaliará todos os açudes gerenciados, quanto pelas gerências regionais que avaliará os açudes sobre responsabilidade. Sendo observado discrepância relevantes entre o simulado e o planejado poderá ser disparado um e-mail da diretoria à respectiva gerência solicitando informações.

Para o acompanhamento deve ser estes dois recursos: 'Relatório Planejado versus Realizado' e 'Gráfico Simulado versus Realizado'

Relatório Planejado versus Realizado

Esta tabela permite confrontar o que foi planejado e o que foi realizado da regra de operação dos respectivos açudes. Para visualizar este relatório no SIPOM é preciso seguir este caminho: SIPOM >> Relatorios >> Rel. Acude >> Cotas Plan. vs Realiz. >> Selecionar a gerência >> Seleciona a data de referência >> Define o tipo de ordenação desejada (pelo nome do açude ou pela diferença (cota realizada <menos> cota planejada).

Se para um determinado açude não houver cota realizada na data de referência o sistema utilizará a cota da primeira data anterior à data de referência. Para efeito de cálculo o sistema interpolará a cota simulada se não constar a data no par 'data-cota'.

A figura seguinte ilustra o referido relatório.

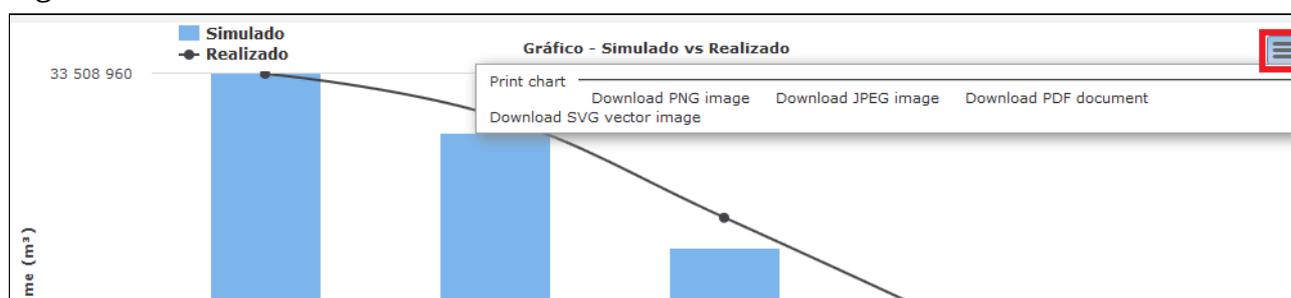
Açude	Dt. Consultada	Cota Plan.	Cota Real.	Diferença	Vz. Regra	Vz. Peren. Atual
Missi	31/10/2015	47.57	47.45	-12	90	0
Pentecoste	31/10/2015	44.01	43.84	-17	65	130
Quandú	31/10/2015	96.58	96.37	-21	36	35

Gráfico Simulado versus Realizado

Esta opção permite confrontar em gráfico o que foi planejado (simulado) com o que foi realizado da regra de operação de um determinado açude. Normalmente este gráfico é empregado para prestar conta às respectivas comissões e comitês.

SIPOM >> Relatorios >> Rel. Acude >> Gráfico Sim. vs Real. >> Selecciona a Fonte Hídrica >> Selecciona a data inicial da operação >> Define o que visualizar (cota ou volume) >> Botão 'Gerar'.

Normalmente este gráfico é mostrado ao comitê/comissão na prestação de conta. Para salvar o gráfico gerado, para posterior uso em uma apresentação, após rodar a opção do gráfico, basta clicar no botão em destaque apresentado na figura seguinte.

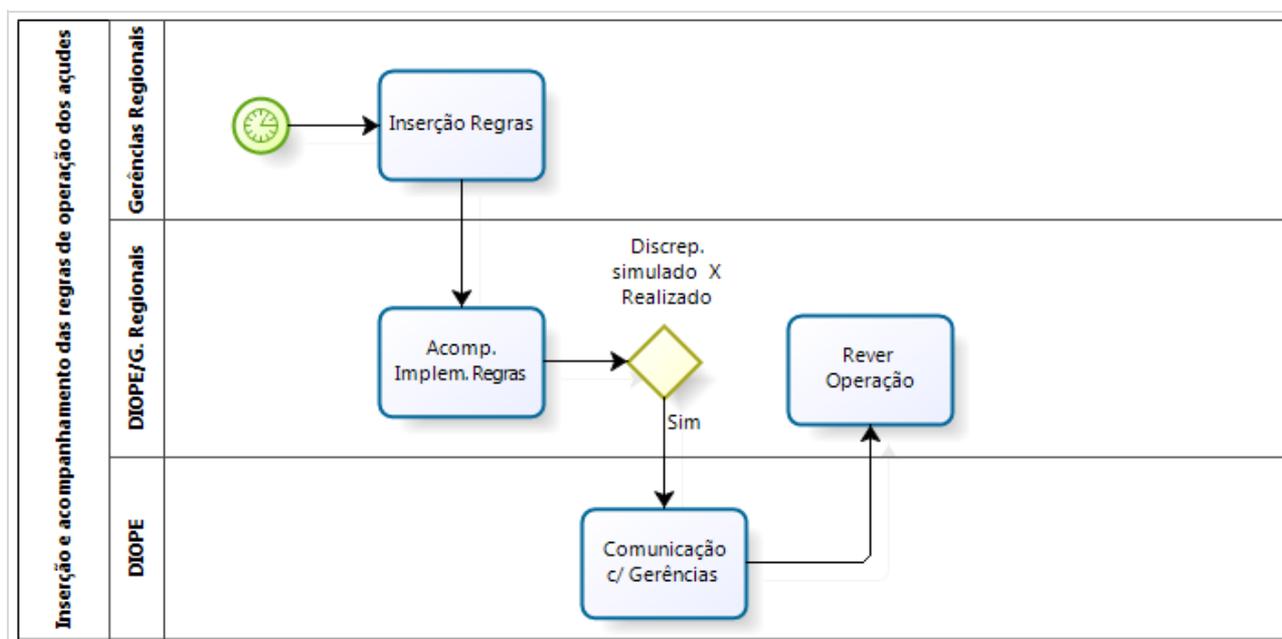


FREQUÊNCIA

PERÍODO.DIA		DIA DA SEMANA						SEMANA.MÊS				MÊS DO ANO											
M	T	S	T	Q	Q	S	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
																a	a						
		b																b	b	b	b	b	

M: manhã; **T:** tarde; **S:** segunda-feira; ...; **SEMANA- 1:** 1a semana do mês; ...; **MÊS- 1:** janeiro; ...; **12:** dezembro.
a: informação das regras de operação; **b:** acompanhamento da operação durante todas as segundas-feira desde agosto até dezembro.

MAPA DE PROCESSOS



REQUISITOS EXIGIDOS

Ter acesso ao SIPOM