



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

GABRIEL MENDONÇA PINHEIRO

**MEDIDAS DE GESTÃO DE SECAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: ESTUDO
DE CASO PATU/CEARÁ**

FORTALEZA

2016

GABRIEL MENDONÇA PINHEIRO

MEDIDAS DE GESTÃO DE SECAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: ESTUDO DE
CASO PATU/CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Souza Filho.

Coorientador: Me. Luíz Martins de Araújo Júnior.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- P718m Pinheiro, Gabriel Mendonça.
Medidas de gestão de secas em bacias hidrográficas: estudo de caso Patu/Ceará. / Gabriel Mendonça Pinheiro. – 2016.
82 f. : il.; color.
- Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Francisco de Assis de Souza Filho.
Coorientação: Prof. Me. Luíz Martins de Araújo Júnior.
1. Bacias hidrográficas. 2. Secas. 3. Engenharia Ambiental . I. Título.

GABRIEL MENDONÇA PINHEIRO

MEDIDAS DE GESTÃO DE SECAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: ESTUDO DE
CASO PATU/CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Ambiental.

Aprovada em ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco de Assis de Souza Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Luíz Martins de Araújo Júnior (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr^a. Samíria Maria Oliveira da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Francisco de Assis, que sempre admirei desde as primeiras cadeiras do curso, pela ajuda na elaboração do trabalho. Foi uma satisfação e orgulho ser orientado por ele.

Agradeço ao meu coorientador Me. Luiz Martins pela disposição e grande colaboração para a execução do trabalho.

Agradeço a Samíria Maria Oliveira pela participação na banca examinadora e pelos conselhos dado para a melhoria do trabalho.

Agradeço a toda minha família, em especial a minha tia Joana e meu tio Celso pelo apoio e suporte em todos os momentos da minha vida, em especial no momento em que mudei de curso.

Agradeço aos meus amigos de curso: Manoel, Átila, Igor, Wilson, Geovanny, Lucas e Feitosa que me acompanharam nessa caminhada até a formatura. Amigos esses que vão ficar para o resto da vida.

Agradeço também aos amigos que tenho há muito tempo, em especial Ítalo, Maurício e Josué pela amizade, força e companheirismo dados desde sempre.

E por último, porém mais importante, agradecer a Rhennara, minha namorada, que muito me ajudou não só com o trabalho de conclusão, mas também durante toda minha graduação, tanto estando do meu lado nos momentos bons, como me dando conselho, força e esperança no momento em que estava mais desiludido e cansado.

RESUMO

As medidas de gestão de secas em bacias hidrográficas, parte importante para a elaboração de um Plano de gestão de secas em bacias hidrográficas, servem como ações proativas a serem tomadas para organizar, orientar e estabelecer uma sequência de decisões a serem adotadas em estados de seca, evitando tomadas de decisões reativas ao evento, que prejudicam a gestão hídrica, diminuindo, então, os impactos causados pela escassez de água. Para o estudo de caso do sistema do Patu, localizado em Senador Pompeu, no sertão do Ceará, foram definidos 4 estados de seca: normalidade, pré alerta, alerta e emergência. A partir daí compilaram-se medidas presente em 5 Planos de Secas de outros países, sendo 4 planos espanhóis e 1 americano, escolhendo ações que tinham relação com o sistema de Patu. Então dividiu as mesmas em 6 categorias presentes em todos estados de seca, categoria essas que já foram aplicadas em outros sistemas da região. Ao todo foram coletadas 83 medidas para quatro estágios de seca. Além desses estados de seca também foram escolhidas 14 medidas para eventos posteriores a mesma, com o intuito de analisar a eficácia das medidas tomadas e acompanhar como o sistema reage depois de um evento de falta de água.

Palavras-Chave – Medidas de gestão de secas, Plano de Secas, sistema Patu, Gestão Hídrica.

ABSTRACT

The steps of drought management in watersheds, important part of the development of a drought management plan in basins, serve as proactive actions to be taken to organize, guide and establish a sequence of decisions to be adopted in drought states, avoiding reactive decisions taken in the event, that damage the water management, reducing then the impacts caused by water scarcity. For de study case system of Patu, located in Senador Pompeu, in the backwoods of Ceará, were defined four drought states, normality, pre warning, warning and emergency. Starting from it were compiled measures presents in five Drought Plans of other countries, being four Spanish plans and one American, choosing actions that were related to Patu system, dividing them into six categories presents in all dry states and that were applied in other systems in the region. In total were collected 83 indicators to four drought stages, were also chosen 14 indicators for future events, in order to analyze the effectiveness of steps taken and follow how the system responds after a lack of water event.

Keywords - Drought management steps, Droughts plan, Patu system, Water Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo hidrológico	15
Figura 2 - Fluxograma da sequência de tópicos elaborados por um Plano de Secas.....	21
Figura 3 - Cálculo do valor SPI.....	28
Figura 4 - Localização do município de Senador Pompeu.....	32

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Objetivos plano de secas para bacia del Elbro.....	23
Tabela 1- Classificação da seca de acordo com o SPI.....	25
Tabela 2 - Classificação de seca de acordo com o Índice de Estado.....	26
Tabela 3 - Classificação SPI para comparação com Ie.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CNM	Confederação Nacional de Municípios
ENOS	Oscilação Sul-El Niño
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDM	Índice de Desenvolvimento Municipal
Ie	Índice de estado
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
SNIS	Sistema Nacional de Informação Sobre o Saneamento
SPI	<i>Standardized Precipitation Index</i>
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa.....	12
1.2	Problema	12
1.3	Objetivos	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Ciclo hidrológico	14
2.2	Região Nordeste e a seca.....	16
2.3	Plano de secas.....	20
2.4	Indicadores de seca	24
2.4.1	Índices de seca	25
2.4.2	Análise das precipitações pelo SPI.....	26
2.4.3	Análise do histórico volumétrico do reservatório pelo Ie	28
2.4.4	Definição dos limites de seca	29
2.4.5	Análise da demanda hídrica	30
2.4.6	Balanço Hídrico	31
3	LOCAL DE APLICAÇÃO	32
3.1	Senador Pompeu	32
3.2	Açude Patu	33
4	METODOLOGIA.....	34
4.1	Guía para la elaboración de planes de emergencia por sequía en sistemas de abastecimiento urbano.....	34
4.2	Guía para la Redación de Planes Especiales de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía	35
4.3	Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía em la Confederación Hidrográfica del Júcar	

4.4	Plan Especial de Actuación em Situaciones de Alerta y Eventual Sequía em la Cuenca Hidrográfica del Elbro	36
4.5	Municipal Drought Management Plan Guidance Document	36
4.6	Plano de Gestão de Secas em Cidades: Sistema de Jucazinho	36
5	RESULTADOS	38
5.1	Estado de Normalidade	39
5.1.1	Medidas Normativas	39
5.1.2	Medidas de impacto ambiental.....	40
5.1.3	Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema.....	40
5.1.4	Medidas Sociais	41
5.1.5	Medidas Destinadas a Outros Setores.....	41
5.1.6	Medidas Financeiras	41
5.1.7	Medidas Institucionais	42
5.2	Estado de Pré alerta.....	42
5.2.1	Medidas Normativas	42
5.2.2	Medidas de impacto ambiental.....	42
5.2.3	Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema.....	43
5.2.4	Medidas Sociais	44
5.2.5	Medidas Destinadas a Outros Setores.....	44
5.2.6	Medidas institucionais.....	44
5.3	Estado de alerta.....	45
5.3.1	Medidas Normativas	45
5.3.2	Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema.....	45
5.3.3	Medidas Sociais	46
5.3.4	Medidas Destinadas a Outros Setores.....	46
5.3.5	Medidas institucionais.....	46
5.4	Estado de Emergência.....	47

5.4.1 Medidas Normativas	47
5.4.2 Medidas de impacto ambiental.....	47
5.4.3 Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema.....	48
5.4.4 Medidas Sociais	48
5.4.5 Medidas Destinadas a Outros Setores.....	49
5.4.6 Medidas Financeiras	49
5.4.7 Medidas institucionais.....	49
5.5 Estado de Pós Seca	49
5.5.1 Medidas de Recuperação.....	49
5.5.2 Medidas de análise e acompanhamento	50
6 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	53
APENDICE A - MEDIDAS A SEREM TOMADAS NOS ESTADOS DE SECAS E EM SITUAÇÃO PÓS-SECA SEPARADAS POR CLASSES E COM COM SUAS RESPECTIVAS DESCRIÇÕES	56
APENDICE B – COMPILAÇÃO DAS MEDIDAS	74

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém cerca de 12% de todas as reservas superficiais de água doce, possuindo um consumo per capita de 3607 m³ por habitante (ANA, 2013), apesar disso, algumas regiões apresentam ou já apresentaram crises hídricas. O principal motivo disso é a má distribuição das águas no país, 80% da água armazenada está localizada na região norte do Brasil, mostrando que, mesmo que o país seja abundante em água, algumas regiões vivem em um cenário onde o acesso a água vem se tornando cada vez mais difícil. Além disso, 27,5% da população brasileira não possui saneamento básico. E, de toda a água coletada para tratamento, 37% é perdida por vazamento, ligações clandestinas ou falta de medição (SNIS, 2013 *apud* Instituto Trata Brasil, 2015), indicando que a falta de cuidado e má gestão com a água mesmo em locais que não tenham grande disponibilidade desse recurso.

Aliado a essa situação do país, a região nordeste sempre enfrentou situações de seca, mas, nos últimos anos vêm apresentando quadros de recorde, onde em 2013 retratou a pior seca dos últimos 50 anos (CNM, 2013). Nesse âmbito, tem-se notado que a declaração de emergência pela escassez de água por parte dos municípios está cada vez mais recorrente. Isso reflete tanto a falta de chuvas, como uma gestão hídrica que não atua de forma eficiente para mitigar o problema, implantando medidas ou ações descontínuas ano após ano e sempre depois que os impactos da seca já foram causados.

Então para uma boa gestão hídrica devem ser abandonadas as ações reativas onde, na maioria das vezes, se tornam ineficazes por serem aplicadas em um momento tardio, no qual os municípios já estão próximos ou em estado de emergência, e ser considerado uma gestão onde se tem uma visão proativa, que visa a gestão de riscos. Nela as ações e medidas de curto e longo prazo são elaboradas com antecedência e devem ser empregadas no decorrer do estado em que se encontra o município, buscando maior tempo para análises e estudos de cada ameaça que possa causar escassez de água.

Essas medidas devem ser contempladas em um plano de secas, no qual devem ser abordados os indicadores que mostrem a situação em relação a seca que a região deva estar no futuro próximo, os limiares dos estados de seca, demandas de água da região, avaliação dos impactos, além das ações de preparação e mitigação no combate contra a seca. A correta elaboração, execução e continuidade do plano devem evitar ou reduzir os impactos causados pelo estresse hídrico.

Nesse contexto, o presente trabalho será sobre o sistema do Patu, localizado no município de Senador Pompeu, onde se definirá um conjunto de medidas a serem tomadas de forma contínua, desde estados de normalidade até quadros de seca severa, com objetivo de diminuir e melhorar a situação da região a respeito da seca.

1.1 Justificativa

Diante do frequente quadro de secas que o país vem enfrentando, tornou-se comum localidades declararem estado de alerta devido a falta de água, e, a cada evento registrado, as posturas tomadas pelos órgãos competentes, eventualmente, são reativas ao estado de severidade da seca. Então, buscando mudar essa postura, a fim de alcançar uma melhoria na gestão das secas, e, com isso, amenizar a problemática causada pela mesma, serão desenvolvidas medidas a serem adotadas desde o estado de normalidade até estados de alerta e emergência, onde serão contempladas ações preventivas e emergenciais. Além de abordar sobre as ações a serem operacionalizadas após o quadro de secas para avaliação e detecção de efeitos adversos que as medidas possam ter causados, recuperando, assim, a situação em que a região se encontrava antes da seca.

1.2 Problema

Para que um bom plano de secas seja elaborado e aplicado de forma efetiva é necessário que a sociedade em geral tenha conhecimento que atitudes mais severas poderão ser tomadas. Com isso, hábitos diários da população poderão ser alterados, logo, a economia também será afetada, restringido parcial ou totalmente o abastecimento para atividades de abastecimento, industriais e agrícolas.

É importante saber que a execução das ações propostas não garante o fim dos problemas causados pela seca, porém, se as medidas forem feitas de forma correta, a partir das etapas de prevenção do plano, os impactos serão diminuídos e as fases iniciais serão prolongadas, tendo um maior tempo para que sejam preparadas antes de chegar a uma eventual fase de emergência. Além disso, a cada quadro de seca posterior, já tendo conhecimento das medidas e ações a serem tomadas, as respostas para cada fase serão tomadas de forma mais rápida e efetiva, diminuindo ao máximo quadros emergenciais de seca.

A dificuldade se encontra em fazer com que a escolha das medidas deva, além de considerar as características do hidrossistema, ser feita e executada de forma

imparcial e efetiva, para que nenhum setor (seja comercial, agrícola ou industrial) utilize a água de forma desordenada, entrando em conflito com os objetivos da gestão de secas.

1.3 Objetivos

Objetivo Geral

Identificar medidas de gestão de seca adequadas para planejamento de secas ao sistema em estudo.

Objetivo Específico

- Levantar os planos de seca existentes a nível internacional, nacional e local
- Identificar medidas de seca apropriadas a região em estudo
- Apresentar uma estrutura de planejamento de seca conforme avaliação qualitativa dos planos de seca estudados

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão, primeiramente, irá abordar conceitos sobre o ciclo hidrológico em geral; Em seguida apresentará características básicas sobre o Nordeste do Brasil e fatores determinantes para eventos chuvosos ou de seca na região. Por último será mostrado o que é o plano de secas e como deve ser feito o estudo para a elaboração desse documento.

2.1 Ciclo hidrológico

A palavra hidrologia significa a ciência da água. Essa ciência trata das propriedades, distribuições e fenômenos que envolvem a água no planeta, assim como, suas interações com o meio ambiente e todas as formas vivas. Com isso, torna-se necessário o conhecimento dos processos hidrológicos para todas as formas de construções e operações para infraestruturas de abastecimento, avaliando riscos de extremas secas e cheias, para que se possam mitigar os riscos que venham ser causados.

Apesar de a hidrologia ser uma ciência recente, existem relatos de 3000 anos A.C. sobre técnicas básicas aplicadas pelo homem em enchentes no Nilo e no ano de 350 A.C. na Índia. Hidrologia como conceito de ciência só veio aparecer na Renascença com Da Vinci; A partir de então, o progresso cresce em ritmo acelerado até os dias de hoje (PINTO et al., 1976).

O ciclo hidrológico é definido como a circulação fechada da água entre a superfície terrestre (continentes e oceanos) e a atmosfera. O mesmo é causado por fenômenos globais como energia solar, gravidade e a rotação terrestre. Podendo ocorrer em dois sentidos: ascendente, ocasionado pela evaporação e transpiração da água ou descendente, causado por precipitação e neve. Existem 5 fenômenos principais nesse ciclo: precipitação, evaporação, infiltração, escoamento superficial e evapotranspiração (TUCCI, 1993).

Figura 1 - Ciclo hidrológico



Fonte: USGS - United States Geological Survey (2016).

Precipitação é o fenômeno onde o vapor d'água que formam as nuvens e nevoeiros condensa e, através do processo de coalescência, unem gotículas de água que formam gotas maiores a partir de um núcleo higroscópico até atingir peso para vencer as forças de sustentação e, após isso, precipitam em forma de chuva, neblina, neve, saraiva, granizo, orvalho ou geadas. A convecção térmica, o relevo e a ação frontal das massas são fatores necessários para que ocorra a ascensão das massas de ar, fazendo com que a temperatura da mesma seja reduzida, atingindo seu ponto de saturação e, conseqüentemente, a condensação do vapor de água em forma de pequenas gotas que são mantidas em suspensão em forma de nuvens. (Souza Filho, 2006)

Já a infiltração é o processo onde a água penetra nos vazios das camadas de solo da superfície e, pela ação da gravidade, move-se para baixo até encontrar uma camada suporte impermeável onde formará lençóis subterrâneos. Existem três fases de infiltração que ocorrem em duas zonas, a primeira é a zona de aeração (camada superior) onde ocorrem as fases de intercâmbio, ou seja, é a fase mais próxima da superfície em que a água ainda pode retornar a atmosfera pelo fenômeno da evaporação ou pela absorção da mesma pelos vegetais, e a fase de descida, que, como o próprio nome já diz, é onde o peso da água consegue superar fatores como adesão e capilaridade do solo e ocorre até encontrar uma camada impermeável; A zona imediatamente inferior

é a de saturação em que ocorre a fase de circulação, que é o acúmulo de água formando os lençóis subterrâneos (PINTO et al., 1976).

Escoamento superficial é o conjunto de todas as águas que fluem na superfície da terra por efeito da gravidade, quer por uma simples gota de chuva em solo saturado ou impermeável, ou por fluxo de canais, ravinas, córregos ou rios, carregando seu fluxo para o grande curso de água (o oceano) completando o ciclo. Esse fenômeno é um dos mais significativos para a engenharia, pois sua análise, juntamente com a precipitação atmosférica, são importantes para o estudo da previsão de cheias em cursos d'água (GARCEZ et al., 1988).

A evapotranspiração é o processo onde a água acumulada na superfície da terra, tanto no solo, quanto na vegetação, é convertido para o estado de vapor e devolvido para a atmosfera. A evapotranspiração representa o conjunto de processos físicos (evaporação) e fisiológicos (transpiração). O primeiro ocorre no contato entre o corpo de água e o ar imediatamente acima, ocorrendo trocas térmicas contínuas e causando transformações de moléculas de água líquida em vapor e vice-versa; A taxa de evaporação é função de fatores como a radiação solar, pressão de vapor de saturação, velocidade do vento, pressão atmosférica e outros. O efeito do clima sobre a evaporação tem grande impacto sobre os recursos hídricos, pois, o planejamento e as dimensões dos reservatórios em regiões com históricos de secas requer um estudo detalhado sobre o potencial de evaporação. Já a transpiração é o processo pelo qual as plantas transferem a água das raízes para a superfície das folhas, onde evapora e retorna para a atmosfera. Esse fenômeno ocorre quando a raiz, por pressão osmótica, absorve a água infiltrada no solo em regiões próximas, assim, a mesma será transportada para as folhas, então, através de processos fisiológicos, a planta elimina a água através dos estômatos em forma de vapor. A taxa de transpiração depende do tipo de vegetação, profundidade da raiz e a densidade da cobertura vegetal (RIGHETTO, 1998).

2.2 Região Nordeste e a seca

A região nordeste possui 1,56 milhões de km², ocupando cerca de 20% do território brasileiro. A população da região gira em torno de 56 milhões de habitantes, sendo distribuída em nove estados. O nordeste é dividido em quatro sub-regiões: meio norte, agreste, sertão e zona da mata (Ministério da Integração Nacional do Brasil et al.,

2015). Nela está contida grande parte do semi-árido brasileiro (sertão), que é delimitado pelas seguintes características:

- ❖ Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- ❖ Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
- ❖ Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Essa região apresenta um alto índice de insolação média de 2800 h/ano e temperaturas médias variando de 23° a 27° C, resultando em uma evaporação média de 2000 mm/ano, e uma umidade relativa do ar média de aproximadamente 50% (MOURA et al, 2007). Além disso, as precipitações são escassas e irregulares, onde, segundo Campos (1997), 90% do total de precipitação anual ocorre em um período de seis meses, concentrando-se entre os meses de dezembro e abril.

Um fator relevante que determina anos de chuva ou de seca é o clima, e os principais sistemas produtores de chuva no Nordeste são as frentes frias, ondas de leste e zona de convergência intertropical, assim como outros fenômenos importantes (El Niño, La Niña, dipolo do atlântico e vórtices ciclônicos).

Frente fria é um regime térmico em que a massa de ar frio vindo de altas e médias latitudes passa em direção a um local da superfície onde antes existia ar quente, provocando sua ascensão e posteriormente sua condensação (Gedzelman, 1985 *apud* Varejão-Silva, 2006). Esses sistemas frontais no nordeste têm como consequências grandes períodos chuvosos, principalmente no centro sul da Bahia, desempenhando um importante papel no regime de precipitação em toda região nos períodos entre dezembro e janeiro.

A Onda de leste é um fenômeno meteorológico que ocorre na região leste do nordeste, próximo a ZCIT. Efetuam-se pois grandes áreas de instabilidades e nuvens carregadas crescem no oceano e seguem em direção a superfície, provocando grandes chuvas em regiões costeiras. As ondas de leste somadas as frentes frias ajudam a intensificar as chuvas na região leste do nordeste.

A ZCIT é um conjunto de nuvens localizada na faixa equatorial do globo terrestre e é formada principalmente pela junção dos ventos alísios do hemisfério norte com os do sul fazendo com que o ar quente e úmido ascenda carregando a umidade do oceano para a atmosfera. Ela é mais significativa nos oceanos, com isso, a TSM se torna um determinante fator na sua posição e intensidade.

A ZCIT é o principal sistema meteorológico para ter-se conhecimento se o ano será chuvoso ou não no Nordeste do Brasil. A duração da permanência da ZCIT em relação a sua posição mais ao sul é o principal fator para estabelecer a estação chuvosa na região. Em anos mais secos a zona permanece mais ao sul de fevereiro a março, já para anos chuvosos a mesma se mantém até o mês de maio (Uvo, 1989 *apud* Nobre, 2002).

Outro sistema meteorológico determinante para períodos de seca no nordeste é a variabilidade dos padrões anômalos produzidos no Oceano Pacífico, são eles: o El Niño e a La Niña. No primeiro ocorre o aquecimento anormal das águas do Pacífico Equatorial, causando períodos de secas no Nordeste, mesmo durante a estação chuvosa, de fevereiro a maio. Já a La Niña é o fenômeno oposto, onde ocorre resfriamento das águas, aumentando a quantidade de chuvas na região nordeste, no mesmo período.

O dipolo do atlântico ocorre quando a TSM apresenta anomalias com sinais opostos ao norte e ao sul do equador sobre o Oceano Atlântico Tropical (Moura e Shukla, 1981, *apud* Silva, 2010). Essa anomalia muda a circulação dos gradientes meridionais da atmosfera, influenciando na posição da ZCIT, inibindo ou aumentando a formação de nuvens em algumas regiões. Nos anos em que as TSM sobre o Atlântico Tropical Sul (entre a linha do equador e 15°S) estão mais altas do que a média de longo do período entre março e maio, e a TSM do Atlântico Tropical Norte (entre 5°N e 20°N) está menos aquecida do que a média, existem movimentos ascendentes anômalos de TSM acelerando a formação de nuvens e aumentando a precipitação no Nordeste. Já na situação contrária os movimentos são descendentes e inibem a formação das nuvens, diminuindo, assim, a precipitação na região (Hastenrath e Heller, 1977, *apud* Silva, 2010).

A oscilação do sul, que é uma variação da pressão atmosférica tropical em resposta as anomalias no Pacífico Equatorial, juntamente com o El Niño formam um fenômeno global conhecido como ENOS. Os períodos de duração de chuvas e secas vão

dependem da intensidade, período de atuação, extensão e cobertura do ENOS e do dipolo do atlântico.

Já os vórtices ciclônicos tropicais se originam no Oceano Atlântico em baixas latitudes, podendo permanecer por um longo período (setembro a abril), tendo seu pico em janeiro. Os mesmos podem ou não ter uma banda convectiva, caracterizando-se como vórtices secos ou úmidos. A movimentação desse vórtice é aleatória, existindo variação nas áreas afetadas pela precipitação; Porém o centro de subsidência desse vórtice acontece, normalmente, na parte sudeste do Nordeste e sua região de convecção reside sobre os estados do Ceará, oeste do Rio Grande do Norte, Piauí e oeste de Pernambuco (Kousky e Gan ,1986).

Além desses fenômenos, a chuva varia de acordo com a distância do litoral, quanto mais distante menor é a pluviosidade da região, exceto em algumas regiões com maior precipitação devido à presença de microclimas em serras e montanhas.

Juntamente com a variabilidade das chuvas outro fator que provoca a diminuição da oferta hídrica é a geologia da região, que apresenta um predomínio de rochas cristalinas, seguidas de áreas sedimentares. O embasamento cristalino está presente em 70% da região semiárida e tem como características ser um solo raso (aproximadamente 0,60 m de profundidade), baixa capacidade de infiltração, logo, drenagem natural baixa tendo como consequência um alto escoamento superficial. Devido a isso se torna difícil o armazenamento natural de água, e os aquíferos existentes nessas áreas geralmente apresentam problemas de salinização pelo contato direto com a rocha se mineralizando com facilidade. Estima-se um potencial que apenas 80 Km³ de água/ano em embasamentos cristalinos (Suassuna, 2002).

As bacias sedimentares, ao contrário das rochas cristalinas, apresentam solos profundos (superiores a 2 m), alta capacidade de infiltração, logo, boa drenagem natural e baixo escoamento superficial. Essas características são boas para existência de aquíferos de boa qualidade, porém essas bacias são localizadas de forma dispersas no nordeste, são ilhas distribuídas desordenadamente e com volumes de água bastante desiguais, tendo 70% do volume de água nos lençóis freáticos localizados nas bacias do Piauí e Maranhão.

Juntando todos os fatores dispostos anteriormente: a irregularidade das chuvas, altas taxas de evaporação, solos predominantemente cristalinos e má distribuição dos

aquíferos, mostra a fraqueza da região nordeste quanto a questões de armazenamento, oferta hídrica e distribuição de água igualitária tanto no litoral como no sertão, dificultando qualquer planejamento no setor.

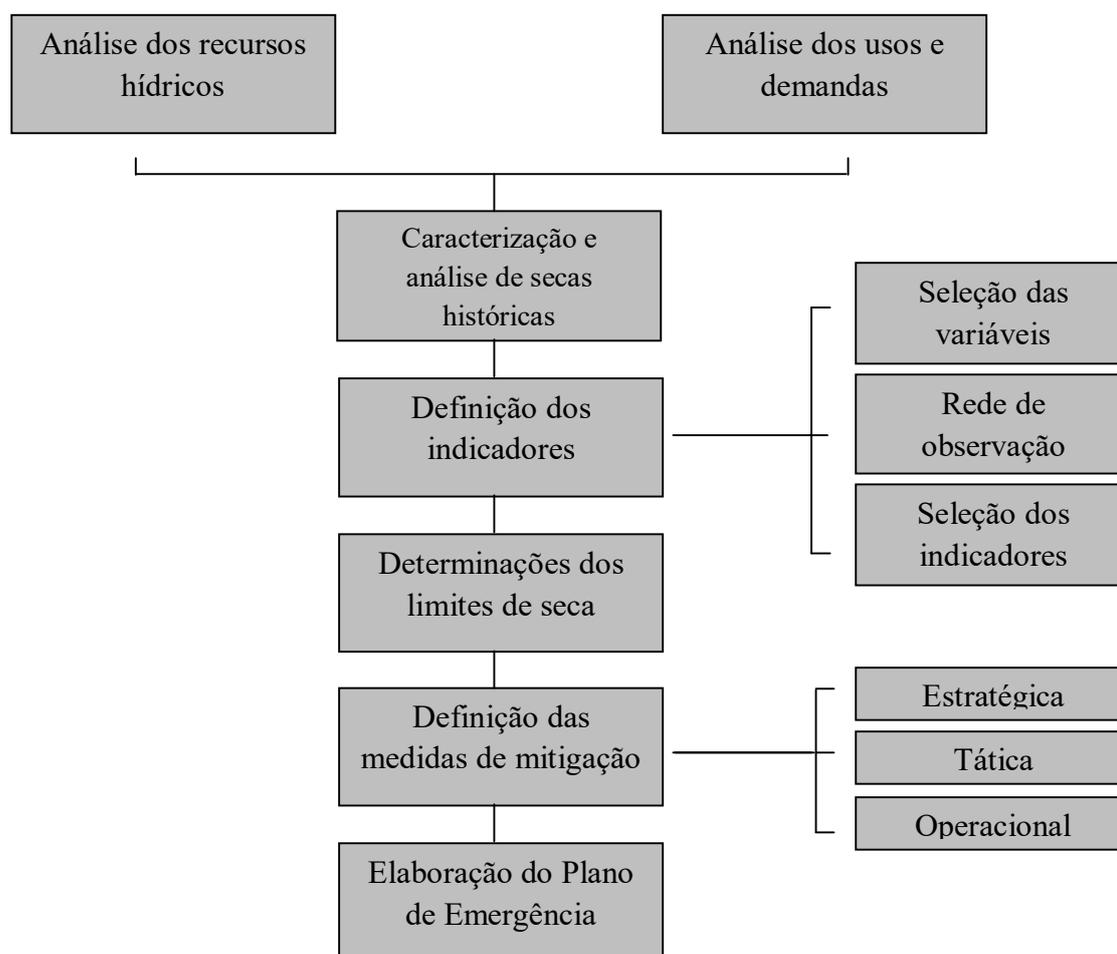
2.3 Plano de secas

Plano de Secas é um documento utilizado em algumas regiões para facilitar o planejamento e proporcionar uma série de ações que melhorem a gestão de recursos hídricos. Com isso, a elaboração de um plano eficaz diminuem os esforços em resposta à seca, como, por exemplo, preservar os serviços públicos essenciais e minimizar os efeitos adversos, no caso de falta de água para abastecimento. Isso poderá afetar a saúde e segurança pública, atividades econômicas e recursos ambientais, aumentando a confiança da população nas medidas tomadas para evitar a escassez de água.

No plano de secas da Califórnia, *Municipal Drought Management Plan Guidance Document* (2010), o processo de elaboração costuma seguir oito passos principais, são eles: definir os interessados e os objetivos e princípios do plano, histórico de secas e avaliação dos impactos, avaliação da vulnerabilidade em estado de seca, mitigação e estratégias de resposta, estágios da seca e definição dos pontos de partida e metas de resposta, elaboração de um programa de resposta a seca, implementação do monitoramento e plano de revisão e atualização.

Já no *Guía para La Redacción de Planes Especiales de Actuación em Situación de Alerta y Eventual Sequía* (2005), elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente da Espanha, é proposto que na redação dos Planos de Secas em diferentes bacias apresente como tópicos: análise dos recursos hídricos, análise dos usos e demandas, caracterização e análise de secas históricas, propostas de indicadores de secas (variáveis hidrometeorológicas, rede de observação, definição de indicadores hidrológicos), determinações do Plano de secas (propostas das medidas de mitigação, ativação das medidas, plano de emergências) e tramitação dos planos, seguindo o seguinte Fluxograma 4.1.

Figura 2 - Fluxograma da sequência de tópicos elaborados por um Plano de Secas



Fonte: *Guía para La Redacción de Planes Especiales de Actuación em Situación de Alerta y Eventual Sequía* (2005)

O guia também define o objetivo básico para o Plano de Secas, como a minimização da frequência e da intensidade das situações de extrema escassez nos sistemas de abastecimento público. Isso pode ser feito através de articulações de medidas de controle, medidas mitigadoras, tomada de decisões e avaliação de riscos. Dentro do plano devem existir respostas para três questões importantes: Quando agir? Como agir? Quem são os responsáveis pela gestão pelo plano?

A resposta de “Quando agir?” deve vir para antecipar-se ao estado seca, de maneira que possa se preparar de modo mais eficiente, mitigando as consequências da mesma. “Como agir” é importante para definir qual a sequência em que as medidas de mitigação devem ser tomadas, de acordo com o estado que se encontre os recursos hídricos. Já “Os responsáveis” devem ser definidos, pois serão atribuídas responsabilidades de implantação e seguimento das medidas, garantindo sua aprovação

e coordenação pelas instituições e entidades públicas ou privadas envolvidas no problema.

Após definido o objetivo básico, o *Plan Especial de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía en la Cuenca Hidrográfica del Elbro (2007)*, o plano de secas para a bacia hidrográfica do Elbro na Espanha, propõe elaborar uma hierarquia de objetivos a serem alcançados no plano, são eles: objetivos gerais, específico e operacionais. O objetivo geral do Plano de secas deve ser minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais em situação de seca. O mesmo deve ser seguido por objetivos específicos inseridos no contexto sustentável, como garantir a disponibilidade de água requerida pela população, evitar ou minimizar os efeitos negativos da seca sobre a quantidade de água e minimizar os efeitos negativos sobre o abastecimento e sobre as atividades econômicas.

Então, para que seja possível alcançar os objetivos específicos, deve-se estabelecer objetivos operacionais, sendo eles a definição de medidas para alcançar os objetivos específicos. Como exemplo, definir mecanismos para previsão de secas, fixar limites para o agravamento da seca e assegurar transparência e participação pública no plano. Essa hierarquia de objetivos é apresentada no Quadro 1:

Quadro 1 - Objetivos plano de secas para bacia del Elbro

Tipos	Descrição
Geral	Minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais em situações de seca
Específicos	Garantir a disponibilidade de água requerida para assegurar a saúde e a vida da população
	Evitar ou minimizar possíveis efeitos negativos ou permanentes sobre o estado ecológico das água, em especial sobre o regime de fluxos ecológicos.
	Minimizar os efeitos sobre o abastecimento urbano
Operacionais	Minimizar os efeitos sobre as atividades econômicas
	Definir mecanismos para a previsão e detecção de situações de seca
	Fixar limites entre os diferentes quadros em que se encontra a seca
	Definir as medidas para atingi os objetivos específicos em cada quadro de seca
	Garantir a transparência e a participação pública na elaboração e aplicação dos planos

Fonte: *Plan Especial de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía en la Cuenca Hidrográfica del Elbro (2007)*

Em cada nível de seca, definido pelos responsáveis do plano através de indicadores de seca, é tomado um conjunto de medidas para que se possa contribuir para prevenir e mitigar os efeitos da seca, de importância crescente sobre o sistema, de acordo com o aumento da gravidade. As mesmas foram de carácter estratégico, tático e de emergência.

As medidas incluíram conceitos como critérios de prioridade de demanda e uso, critérios para aplicação de restrições, regime de fluxos ecológicos, regras de operação, critérios de utilização de infraestruturas hidráulicas alternativas, volume de reservas. Esses conceitos adotados devem sempre ser compatíveis com a cultura da área e com a gravidade do estado de escassez de água.

Na Espanha, além dos Planos de Secas, existem os Planos de Emergência, que são planos para situações de seca para localidades com população maior que 20.000 habitantes. Os objetivos de ambos são semelhantes, ou seja, buscar medidas de controle, avaliação de riscos, organização na tomada de decisões e implantação de medidas

mitigadoras necessárias para minimizar os impactos causados pela escassez de recursos. A diferença entre eles se encontra no fato de que o nível de detalhamento do primeiro é bem maior que o segundo, porém o Plano de Emergência deve seguir as regras, medidas, índices e limites estabelecidos no Plano de Secas.

Outro plano de secas espanhol, o *Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía em la Confederación Hidrográfica del Júcar* (2007), como último passo para a elaboração, define quando deve ser feita a atualização e a revisão do mesmo. A atualização do plano é uma adaptação de aspectos concretos em um determinado momento ou uma alteração que não afete os aspectos básicos do mesmo. Isso deve acontecer quando não ocorrer alterações significativas nos sistemas de organização, monitoramento, indicadores, limites e medidas, quando necessitar de correção de erros ou melhorias metodológicas, houver alteração de informações substantivas sobre os aquíferos e melhoria do conhecimento dos mecanismos.

Já a revisão é necessária quando houver mudanças significativas no sistema, ela deve acontecer em condições normais a cada seis anos, ou período inferior a média entre secas da região. Além disso, devem ocorrer revisões quando são requeridas mudanças significativas nos indicadores e alterações previstas para as medidas do plano, após ocorrer uma seca para avaliação dos resultados, necessidade de aumento da oferta, disponibilidade de novas estruturas operacionais ou quando houver modificação substancial nos resultados de modelos que levem em consideração mudanças climáticas.

Considerando todos os impactos causados pelas secas já discutidos anteriormente, a elaboração de um plano de secas se torna evidente, apesar de existir a possibilidade de um plano não conseguir abordar impactos não esperados na sua elaboração, pois os sistemas de água são vulneráveis a mudanças características e específicas em cada caso e situação.

2.4 Indicadores de seca

A definição dos índices de seca terá como base Rocha (2015), onde primeiramente será apresentada o cálculo dos índices de seca, através dos indicadores SPI (*Standardized Precipitation Index*) e Ie (Índice de estado), para que possa ser feita a definição dos limites da mesma. Em seguida será determinada a demanda da população

e o balanço hídrico da região. E por fim será mostrada como foi elaborada a estratégia para a escolha das medidas a serem tomadas em estado de seca.

2.4.1 Índices de seca

Os índices de seca podem ser classificados em três categorias: meteorológicas, hidrológicas ou agrícolas; O que diferencia uma das outras são as variáveis utilizadas no cálculo. Os Indicadores escolhidos para o estudo da região são o SPI, Índice de Seca Meteorológico, que estabelece uma relação com a precipitação e o estado em que se encontra a região, e o Ie, indicador de seca hidrológico, que fornece uma correlação entre a severidade da seca e o histórico volumétrico do reservatório. Com utilização de dois indicadores busca-se analisar de forma mais completa a região, tendo um panorama em relação à precipitação e sobre o reservatório.

O SPI já costuma obter bons resultados em diversos países como África do Sul, Portugal e Brasil. Alguns autores avaliam o indicador como um dos melhores índices para caracterizar a seca meteorológica e estimar a severidade da seca (KEYANTASH e DRACUP 2002, p.429 *apud* ALBURQUERQUE, 2010, p. 31). O índice utiliza a precipitação como variável principal, necessitando de no mínimo 30 anos de observação e ser representativa em relação ao reservatório de estudo para que se obtenha êxito na análise. As vantagens do indicador são: capacidade de ser utilizado em diferentes escalas de tempo e conseguir prever com antecedência a ocorrência de uma futura seca. O SPI classifica os resultados em faixas limites de estado de seca, mostrado na Tabela 1.

Tabela 1- Classificação da seca de acordo com o SPI

SPI	Classificação
$\geq 2,0$	Extremamente Úmido
1,5 a 1,99	Muito Úmido
1,0 a 1,49	Moderadamente Úmido
-0,99 a 0,99	Próximo do Normal
-1,0 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
$\leq -2,0$	Extremamente Seco

Fonte: ROCHA *apud* ALBURQUERQUE (2015)

Já o Ie faz um estudo sobre a variação do volume do reservatório para que se possa ter um melhor entendimento da oferta hídrica da região. Ele é um índice adimensional padronizado que permite acompanhar as mudanças no volume do

reservatório em relação ao tempo, associando a outra situação correspondente, ou seja, quantifica a distância entre o volume observado e a média das observações. (ALVAREZ et al., 2006). A Tabela 2 define as situações de seca associadas aos valores de I_e .

Tabela 2 - Classificação de seca de acordo com o Índice de Estado

Classificação	Índice de Estado
Normal	$I_e > 0,5$
Pré-Alerta	$0,5 \geq I_e > 0,3$
Alerta	$0,3 \geq I_e > 0,15$
Emergência	$0,15 \geq I_e$

Fonte: ROCHA (2015)

2.4.2 Análise das precipitações pelo SPI

O cálculo para a análise das precipitações do SPI é realizada a partir da aproximação de séries históricas a uma distribuição de probabilidade Gama. Essa função gama tem uma característica semelhante a das precipitações, o comportamento irregular. Os dados dela não são distribuídos de maneira uniforme em torno do valor médio, esses dados são dispostos de maneira irregular, apresentando desvios em relação à média (THOM et al., 1958). Esse modelo é mostrado na Equação 1 e 2 mostradas a seguir:

$$G(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

- $G(x)$ = Função densidade de probabilidade;
- $\Gamma(\alpha)$ = Função gama usual;
- α = Parâmetro de forma;
- β = Parâmetro de escala;
- x = Variável aleatória.

Segundo Lanna et al. (2001), os parâmetros de forma e escala podem ser aproximados pela Equação 3 e Equação 4, respectivamente. As funções são as seguintes:

$$\hat{\alpha} = \frac{(Xm)^2}{\delta^2} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\hat{\beta} = \frac{\delta^2}{Xm} \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:

- Xm = Média aritmética;
- δ = Desvio padrão.

A Eq. 3 e Eq. 4 devem ser diferentes de zero, pois a função gama é indefinida para valores nulos. Considerando:

$$t = x/\hat{\beta} \quad (\text{Eq. 5})$$

E substituindo as equações anteriores na Eq. 1, obtemos a função gama incompleta:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} \quad (\text{Eq. 6})$$

Por fim, ponderando as precipitações nulas, a função de probabilidade acumulada resultante é:

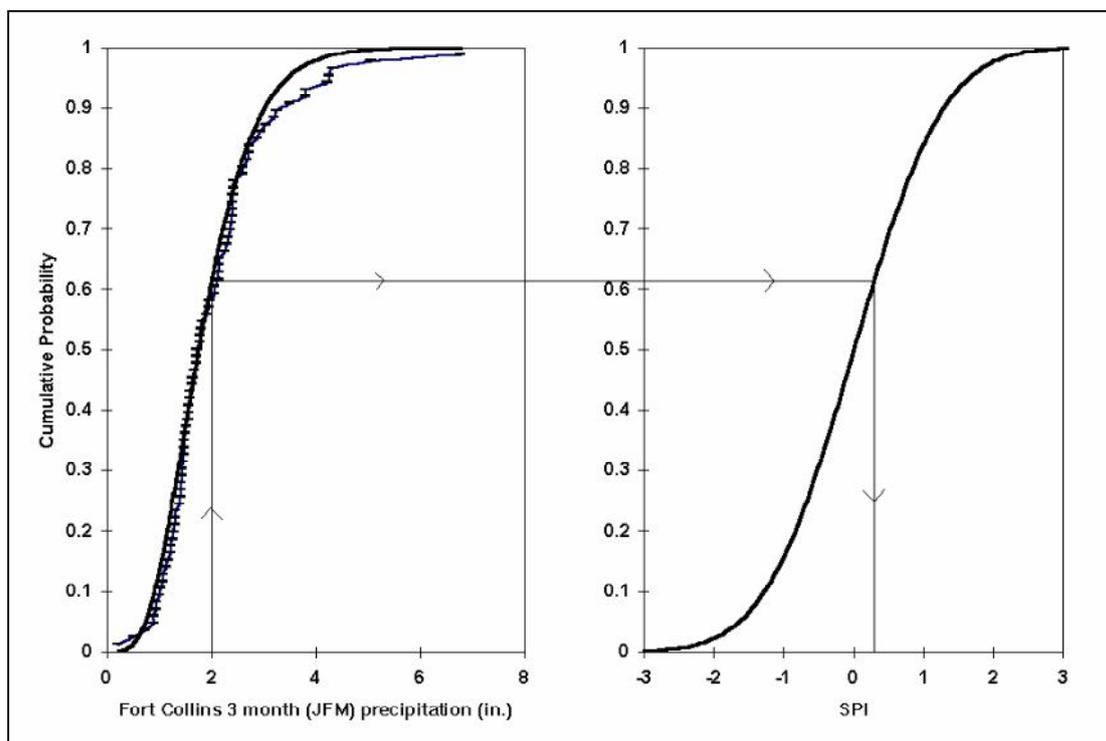
$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (\text{Eq. 7})$$

Sendo:

- $H(x)$ = Probabilidade acumulada;
- q = Probabilidade de uma precipitação nula.

O termo q pode ser calculado dividindo o número de observações nulas pelo total de observações. Após feita a aproximação da distribuição gama, o próximo passo é transformar a probabilidade acumulada $H(x)$ em uma função normal padrão, obtendo o valor do SPI. A Figura 2 demonstra esse método.

Figura 3 - Cálculo do valor SPI



Fonte: EDWARDS (1997).

O SPI do mês desejado, $n+1$, pode ser calculado utilizando os n meses anteriores mais o mês escolhido (EDWARDS 1997). Por exemplo, para determinar o SPI 4 do mês de abril será considerado os meses de janeiro, fevereiro, março e abril. Logo, se for necessário o SPI 12 ou SPI 24 será utilizado a precipitação total dos meses dos anos anteriores até o mês em análise.

2.4.3 Análise do histórico volumétrico do reservatório pelo I_e

Para a análise do histórico volumétrico foi utilizado uma função de regressão não linear para calcular um polinômio a partir de pontos conhecidos no diagrama cota-área – volume, estimando, assim, o histórico volumétrico do reservatório. Esse polinômio utiliza dados do monitoramento do nível ao longo dos meses, relacionando o mesmo com seu respectivo volume (ALVAREZ et al 2006). Com esse histórico, será calculado o índice de estado para cada mês através da Equação 8 ou Equação 9, mostrada a seguir:

$$V_i > V_m \rightarrow I_e = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{V_i - V_m}{V_{m\acute{a}x} - V_{m\acute{i}n}} \right] \quad (\text{Eq. 8})$$

$$Vi < Vm \rightarrow Ie = \frac{1}{2} \left[\frac{Vi - Vm}{Vm - V_{\min}} \right] \quad (\text{Eq. 9})$$

Onde:

- I_e = Índice de estado;
- V_m = Valor médio dos volumes observados;
- V_i = Volume observado;
- V_{\max} = Volume máximo observado;
- V_{\min} = Volume mínimo observado.

2.4.4 Definição dos limites de seca

A definição dos limites entre os diferentes quadros em que se encontra a seca na região será feita comparando resultados dos índices SPI e I_e ; Verificando as diferenças apresentadas, comparando os dados analisados, observando se os dois índices convergem para o mesmo resultado, e, por fim, as razões para as ocorrências de cada resultado.

Como a classificação SPI tem sete faixas para os estados de seca e o I_e apenas quatro faixas, o SPI será reagrupado para que possa ser dividido também em quatro faixas, como mostrado na Tabela 3, para que se possa obter uma melhor comparação com os dados.

Tabela 3 - Classificação SPI para comparação com I_e

Classificação		Valores
D1	Normal	$SPI > 0$
D2	Seca suave/Moderada	$0 \geq SPI > -1,5$
D3	Seca Severa	$-1,5 \geq SPI > -2,0$
D4	Seca Extrema	$-2 \geq SPI$

Fonte: ROCHA (2015)

Os resultados serão comparados pela Probabilidade de Detecção (P.D.), ela irá contabilizar quantas vezes os resultados dos dois índices ficaram na mesma faixa. O Cálculo do P.D. será feito colhendo os dados que convergiram, número de vezes que o I_e foi classificado da mesma maneira que o SPI, e dividindo pelo total de observações onde o I_e seja de igual nível de alerta, independente da classificação do SPI. O objetivo disso é determinar os índices a serem utilizados para cada situação.

Além da comparação entre os estados de seca por diferentes índices, outro objetivo da análise será observar as variações dos estados de secas em diferentes meses. Isso poderá ser feito através de análise das classificações e transições entre as faixas. Também serão definidos os limites de seca a partir do volume do reservatório.

Como já falado, com essa determinação dos limites, será possível definir as ações a serem realizadas de acordo com a faixa de seca que a região estará no momento, ações que podem ser desde as mais brandas, como promover ações de reuso de água em indústrias à ações mais severas, como cortes do fornecimento em determinadas horas do dia.

2.4.5 Análise da demanda hídrica

No cálculo da demanda será considerada uma garantia de abastecimento de 90% (Q90), isso quer dizer que em 90% do período em análise o reservatório irá fornecer a vazão requerida. Apenas os dados de afluência e evaporação serão contabilizados para avaliação, pois é comum assumir desprezíveis os valores de infiltração e as contribuições vindas de aquíferos subterrâneos, pois como a região está localizada no semi-árido do nordeste e, como dita anteriormente, existe dificuldade de ocorrer fenômenos de infiltração e formação de aquíferos em embasamentos cristalinos (CAMPOS, 1996 *apud* MAMEDE; MEDEIROS, 2009).

Depois de feitas as considerações anteriores o volume mensal simulado será resultado da Equação 10, apresentada a seguir:

$$V_i = V_{i-1} + A_{i-1} - E_{i-1} - D_{i-1} - Ve_{i-1} \quad \text{(Eq. 10)}$$

Onde:

- V_i = Volume simulado;
- V_{i-1} = Volume observado no mês anterior;
- A_{i-1} = Afluência ao longo do mês anterior;
- E_{i-1} = Volume total evaporado no mês anterior;
- D_{i-1} = Demanda mensal (Maximizada);
- Ve_{i-1} = Volume vertido ou removido pela abertura das comportas ao longo do mês anterior.

A simulação é feita considerando que no primeiro mês o volume do reservatório é igual a 50% do total, a partir do mês seguinte será considerado os ganhos e perdas mensais devido a evaporação, afluência, demanda e vertimento, e, a cada mês, irá gerar um volume remanescente do mês anterior. Para que se possa obter o abastecimento desejado a cada mês é verificado se a demanda da população foi atendida para que se possa obter o valor máximo desejado para preencher o possível déficit.

As perdas por vertimento são aquelas em que a água atinge o nível da soleira do reservatório, então elas escoam para que possa se evitar possíveis acidentes quando a barragem estiver totalmente cheia. Além disso, em alguns reservatórios que operam abaixo do nível máximo por motivos de segurança, abrem-se as comportas para diminuir o volume, essa perda também é considerada como vertimento.

As perdas por evaporação são feitas por valores de evaporação médias mensais e multiplicadas pela área superficial da lâmina de água. Isso é feito por um polinômio que a partir de um diagrama cota- área- volume que relaciona o volume do mês com sua respectiva área superficial do reservatório para obter o volume total evaporado.

2.4.6 Balanço Hídrico

O balanço hídrico será necessário para que se tenha conhecimento de quanto é retirado para demanda da população. Da mesma maneira se utilizará apenas os dados de afluência, evaporação e a diferença de volume entre os meses seguidos. A partir de um rearranjo da Eq. 10 é estimado a retirada mensal da região, onde, a partir dessa equação e da Equação 11 será estabelecida a demanda a ser utilizada no estudo. A Eq 11 está mostrada a seguir:

$$R_{i+1} = V_{i-1} + A_{i-1} - E_{i-1} - V_i - Ve_{i-1} \quad (\text{Eq. 11})$$

Serão utilizados dados populacionais da região, estabelecendo um consumo per capita de 150 L/Hab/dia, valor usualmente empregado nesses estudos, para calcular qual a demanda que será necessária para o abastecimento populacional, para agricultura e para indústrias.

3 LOCAL DE APLICAÇÃO

No presente trabalho será realizado um estudo de caso para o sistema hídrico do Patu, localizado no município de Senador Pompeu, Ceará. Esse açude apresenta quadros de seca cada vez mais preocupante, estando em uma das bacias hidrográficas que menos chovem no estado, a bacia do Banabuiú.

Figura 4 - Localização do município de Senador Pompeu



Fonte: Wikipedia (2016)

3.1 Senador Pompeu

Senador Pompeu é um município localizado na região central do estado do Ceará, distante 273 km da capital Fortaleza. O Município possui área absoluta de 1.002,62 km², divididos em cinco distritos (Sede, Bonfim, Codia, Engenheiro José Lopes e São Joaquim do Salgado), e está a uma altura média de 177,3 m em relação ao nível do mar (IPECE, 2015). A população chega a 26.597 habitantes, sendo cerca de 55% residente na zona urbana e os outros 45% moradores da zona rural (IBGE, 2010).

O clima do Município é tropical quente semi-árido, com temperaturas médias de 26°C a 28°C e uma pluviosidade média anual de 730 mm (FUNCEME, 2015). O relevo é de depressão sertaneja e a vegetação típica é a caatinga.

O IDM-2012 foi de 24,46, sendo 100 o máximo para o IDM, Senador Pompeu se encontra em no 117º lugar em relação a todo estado. O IDH-2010, índice que varia de 0

a 1, sendo 1 o maior valor de desenvolvimento, foi de 0,619 colocando o município em 74º no ranking estadual. (IPECE, 2015)

O município está localizado, como já dito anteriormente, na bacia hidrográfica do Banabuiú possuindo uma área de drenagem de 19.829,46 km² que corresponde a cerca de 13% do território cearense e apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 2,8 bilhões de m³ em 19 açudes públicos, um deles sendo o açude do Patu. Outros doze municípios também fazem parte dessa bacia: Banabuiú, Boa Viagem, Ibicuitinga, Itatira, Madalena, Mombaça, Monsenhor Tabosa, Morada Nova, Pedras Brancas, Piquet Carneiro, Quixadá e Quixeramobim (CSBH Rio Banabuiú, 2015).

3.2 Açude Patu

A barragem do açude Patu foi construída em 1987 e está localizada a 3 km da Sede do município de Senador Pompeu. O açude barra o rio Patu, afluente do rio Jaguaribe e é subsistema do rio Banabuiú. Essa barragem tem como objetivo regularizar as vazões do rio que dá origem a seu nome, além de abastecer Senador Pompeu e servir para piscicultura.

O açude tem uma área de contribuição hidrográfica de 1.007 km², possibilitando um armazenamento de 71.829.000 m³. Essa bacia foi enquadrada como do tipo 2 (acidentada sem depressões evaporativas), com uma precipitação média anual de 771 mm, coeficiente de escoamento de 9,38% e cheia secular de 539 m³/s.

4 METODOLOGIA

A metodologia foi feita a partir da união de todas medidas presentes em 5 planos de secas estrangeiros, sendo 4 planos espanhóis e 1 americano, então, a partir daí, foram escolhidas as medidas que mais se adequaram ao sistema do Patu. Para uma melhor organização das medidas, se estabeleceu classes em que essas medidas possam ser agrupadas, o conjunto dessas classes foi adaptado do Plano de Gestão de Secas em Cidades: Sistema de Jucazinho (2014). Os planos estudados são dispostos a seguir.

4.1 Guía para la elaboración de planes de emergencia por sequía en sistemas de abastecimiento urbano

Elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente da Espanha, tem como objetivo servir de guia para elaboração de planos de emergência visando preparar todos os sistemas de abastecimento de acordo com as leis para questões relacionadas a seca no país. Os estados de seca que o plano definiu foram: situação estável, pré alerta, alerta e emergência. Como dito anteriormente o plano de emergência expõe uma lista de medidas que possam ser aplicadas nos dois quadros menos grave das secas, porém foca nos dois quadros mais severos, alerta e emergência, dividindo os dois estados em dois sub-estados cada.

O estado de alerta foi dividido em alerta, medidas preparatórias para uma possível seca com alta probabilidade de ocorrência imediata e que devem ser de responsabilidade interna, institucionais e de operação do sistema, não devendo prejudicar a população em geral. E o outro sub-estado é a fase de emergência 1 onde já existe uma probabilidade significativa de escassez de água, será uma fase de menor impacto econômico, as medidas serão atribuídas a utilização da reservas dos recursos.

Já o estado de emergência é dividido em fase de emergência 2, quando os indicadores mostram alta severidade do clima que devido a desvios nos padrões históricos de operação o que significa alta probabilidade de situações críticas por escassez, as medidas vão impor limitações nos usos para reduzir o consumo em cada setor. E por ultimo, o sub-estado fase de emergência 3, a situação mais grave e com alta probabilidade de escassez generalizada acarretando repercussões sociais e econômicas graves, será necessário aplicar o racionamento para assegurar as necessidades básicas e atividades econômicas essenciais.

4.2 Guía para la Redación de Planes Especiales de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía

Também elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente da Espanha. Mas, esse documento serve para estabelecer critérios de coordenação em relação a conteúdo e desenvolvimento metodológico para a elaboração dos planos de seca no país.

As medidas desse plano são separadas por classes sendo elas: alternativa de fornecimento, alterações no sistema de gestão, modificações na demanda e maiores controles ambientais. E essas classes estão englobadas dentro das medidas estratégicas, das medidas táticas e das medidas de emergência.

As medidas estratégicas são ações de longo prazo de caráter institucional, de infraestrutura, necessitam de grandes orçamentos, aceitação social e alterações legislativas. Medidas táticas são ações de curto prazo, se ativando nos estados de pré alerta e alerta, onde serão planejadas e validadas com antecipação. E por fim as medidas de emergência são adotadas em estágios de secas bem avançados em função da gravidade e duração da seca.

4.3 Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía em la Confederación Hidrográfica del Júcar

Plano de secas para a bacia hidrográfica do Júcar, na Espanha, também elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente do país. Nele foram selecionados medidas para cada um dos cenários de aplicação na pacia, considerando ideal para minimizar os impactos negativos da situação de seca. Para eles foram atribuídos 4 estados de seca: normalidade, pré alerta, alerta e emergência, onde as medidas são classificadas de acordo com a oferta, a demanda e a aspectos ambientais.

Após isso, para a definição de ações a serem tomadas posteriormente a seca, com o objetivo de reestabelecer a situação gradativamente ao normal e para revisão de todas as medidas para se otimizar os procedimentos em quadros de seca futuros, também foram coletadas a partir do plano de secas da bacia de Júcar, pois, dos documentos escolhidos para a compilação das medidas, apenas ele expôs uma lista de medidas para um quadro definido de situação pós-seca.

4.4 Plan Especial de Actuación em Situaciones de Alerta y Eventual Sequía em la Cuenca Hidrográfica del Elbro

Plano de secas para a bacia hidrográfica do Elbro, na Espanha, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente do país. Para esse plano a abordagem das alternativas, avaliações, comparação e seleção das propostas foram determinadas pelos responsáveis dos documentos em um processo de interatividade que levou a estados de secas são apenas 3: pré alerta, alerta e emergência.

4.5 Municipal Drought Management Plan Guidance Document

Plano de Secas elaborado para o estado do Colorado, Estados Unidos. Documento feito pelo *Colorado Water Conservation Board*, agência responsável por representar as bacias da região. Esse plano não aborda os estados de seca como os planos espanhóis, pois alega que uma fase de emergência de seca prematuramente chamado poderia resultar em um maior nível de preocupação do que o necessário ou uma fase de seca moderada e em que as restrições são graves a mensagem pode minar o público para poupar água sem necessidade.

Então o plano estabelece uma sequencia de termos descritivos para os níveis de alerta de abastecimento sendo: estado de observação, estado de aviso, estado de crítico e estado de emergência.

4.6 Plano de Gestão de Secas em Cidades: Sistema de Jucazinho

As classes das medidas foram pré-definidas a partir do plano de secas do sistema de Jucazinho , no município Surubim, no agreste de Pernambuco. No referido plano os estados de secas são divididos, também, em 4 estágios, sendo eles: alerta, seca, seca severa e seca extrema, os quais são associados ao volume do reservatório como indicador para a mudança de estágio.

As medidas foram selecionadas e classificadas de acordo com 10 categorias, e distribuídas nos 4 estados de secas. As categorias das classes são: medidas preventivas, medidas de gestão e operação do sistema, medidas de caráter institucional, medidas de caráter legal e normativo, medidas de impacto social, medidas de impacto ambiental, medidas para o cumprimento dos objetivos de gestão de secas, medidas de expansão e melhoria da infraestrutura e da disponibilidade hídrica, medidas para o acompanhamento da situação de risco e medidas preparatórias para a gestão hídrica.

A partir dessas classes, foram escolhidas as categorias que mais eram semelhantes ao conjunto de medidas escolhidos para o sistema do Patu. As classes de medidas legais e normativas, de impacto social e de impacto ambiental serão utilizadas preservando as mesmas descrições.

Já as categorias de gestão e operação do sistema e de expansão e melhoria da infraestrutura e da disponibilidade hídrica serão unidas gerando as medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema, isso ocorrerá, pois as medidas com essas características estão diretamente associadas uma a outra. Situação semelhante ocorrerá com as medidas institucionais e medidas para o cumprimento dos objetivos de gestão de secas sendo unidas apenas na medida institucionais.

Pela considerável quantidade de medidas que envolva alterações na economia em geral e captação de recursos para o cumprimento das medidas, foi adicionado as 6 classes escolhidas anteriormente uma categoria que não existe no plano de gestão de secas de jucazinho, as medidas financeiras.

Também foram atribuídas medidas para após os estados de seca sendo uma delas presente no plano de jucazinho, medidas de acompanhamento da situação de risco que mudará sua denominação para medidas de análise e acompanhamento, porém será mantido sua classificação. A outra medida usada no estado pós seca são as medidas de recuperação que, assim como as medidas financeiras, necessitou ser criada pois há uma grande quantidade de medidas que se adaptam diretamente com essa classe.

As medidas preventivas e as medidas preparatórias para gestão de secas não foram consideradas, pois nos planos estrangeiros assume-se que essas medidas já estejam contempladas no estado de normalidade, não necessitando essas duas categorias para cada estado de seca.

5 RESULTADOS

Após a definição dos indicadores de limites de seca, os resultados das medidas escolhidas de acordo com os diferentes estados de seca que, como falado anteriormente, são: normalidade, pré alerta, alerta e emergência.

Durante o estado de normalidade nenhum sinal que indique uma seca é verificado. Já o estado de pré-alerta é o estado inicial de situação de seca, nele foram verificados sinais que prenunciam escassez de água. O estado de alerta é representado quando a situação de seca é agravada, estando caracterizado como seca severa, sendo necessário tomar medidas para conservação dos recursos. E o estado de emergência, último nível de seca, é declarado quando é necessário aplicar medidas excepcionais para garantir o abastecimento, pois houve agravamento e persistência do fenômeno.

Então, a partir dos planos de seca estudados foram coletadas 83 medidas, sendo 21 para o estado de normalidade, 24 pré-alerta, 19 alerta, 19 emergência. Já para as classes de medidas nos quatro estados de seca (normalidade, pré alerta, alerta e emergência) foram escolhidas 6 categorias, sendo 5 delas retiradas do plano do município de Jucazinho, como dito antes, e uma nova em que as medidas não se adaptavam a nenhuma dessas categorias escolhidas. São elas: medidas normativas, medidas de impactos ambientais, medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema, medidas sociais, medidas financeiras e medidas institucionais.

A primeira classe, medidas normativas, são ações que devem ser tomadas em relação às leis, decretos e normas voltadas ao quadro de gestão dos recursos hídricos tanto a nível municipal quanto a nível estadual e federal. A próxima classe é a das medidas de impactos ambientais e tem como intuito diminuir os impactos ambientais gerados não só pela escassez de água, mas pelas medidas que possam ser tomadas no combate à seca.

As medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema vêm logo após. Elas devem contemplar ações voltadas à gestão e operação do sistema de abastecimento público para aumentar a disponibilidade de água em todo o sistema. Posteriormente são explicitadas as medidas sociais que servem para assegurar a informação adequada aos consumidores a respeito da diminuição da demanda hídrica.

Em seguida, estão as medidas destinadas a outros setores que não seja o abastecimento público, ou seja, a irrigação e o abastecimento industrial, que por demandar grandes quantidades de água, devem mudar seus processos para incluir a redução e reutilização de suas águas. Posteriormente são mostradas as medidas

financeiras, que são ações com o caráter de obtenção de recursos para o combate contra a seca. Por fim as medidas institucionais, sendo elas todas as ações voltadas à integração e que devem ser de responsabilidade de entidades com competência para lidar contra a seca.

Medidas pós-seca têm como objetivo a detecção dos efeitos adversos que foram produzidos sobre o meio ambiente, como resultado dos Planos de Seca, para que possam ser tomadas as medidas adequadas para evita-lo em uma ocasião futura. Trata-se, principalmente, de se verificar o cumprimento das determinações, previsões e objetivos do plano, assim como a avaliação das medidas (magnitude, causas e reversibilidade). Então, após essa avaliação devem ser executadas propostas para ajustar as medidas e determinações do plano, no caso, a revisão do mesmo.

Foram reunidas 14 medidas para o estado de pós-secas, e elas serão divididas em duas classes: medidas de recuperação e medidas de análise e acompanhamento. Medidas de recuperação têm como objetivo recuperar de forma eficiente a situação em que o sistema se encontrava antes da seca e cancelar algumas medidas antes tomadas. As medidas de análise e acompanhamento servem, como o nome já diz, tanto para analisar as medidas, verificando se foram eficientes para possível aperfeiçoamento em um quadro de seca futuro, quanto para acompanhar e monitorar todos os indicadores de seca para se prevenir de futuras secas.

Os estados de secas, as classes das medidas e as medidas são apresentados a seguir e, também, em forma de tabela no Apêndice A.

5.1 Estado de Normalidade

5.1.1 Medidas Normativas

- Enumerar os regulamentos estaduais ou federais: Levantamento de todas as legislações a respeito de questões relacionadas à escassez de água.
- Fornecer as mudanças necessárias na regulamentação: Se necessário, elaborar ou efetuar mudanças em leis para que a mitigação dos impactos da seca esteja englobado pela lei.

5.1.2 Medidas de impacto ambiental

- Estudos sobre as águas subterrâneas e aquíferos: Elaborar levantamento quanto a quantidade, qualidade e a recarga das águas subterrâneas e aquíferos da região.
- Controle das utilizações da água: Definição de como e para que o manancial e os aquíferos serão utilizados, a fim de que todos os setores tenham a quantidade de água necessária.
- Estudos sobre o impacto das alterações climáticas: Levantamento de todos os possíveis impactos que possam ser causados com mudanças no clima para que os mesmos sejam mitigados.

5.1.3 Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema

- Inventário de fontes alternativas de abastecimento: É necessário para o conhecimento do que pode ser utilizado para suprimento hídrico da região.
- Novas estruturas de armazenamento: Estudo sobre possíveis novas estruturas de armazenamento de água para que se possa aumentar a quantidade de água retida no sistema que seria usada em necessidades futuras
- Estudo de medidas alternativas para assegurar padrões de qualidade: Com todas as mudanças planejadas é necessário que os padrões de qualidade da mesma sejam mantidos evitando grandes gastos com tratamento
- Estudo de reabilitação de zonas de abastecimento fora de uso: Listagem de todas as formas possíveis de abastecimento individual ou coletivo na região para saber o que pode ser usado em estados mais severos de seca.
- Estudo de reabilitação de zonas de abastecimento fora de uso: Listagem de todas as formas possíveis de abastecimento individual ou coletivo na região para saber o que pode ser usado em estados mais severos de seca.
- Planejamento e modificação das regras de operação do reservatório: Servirá como um manual explicando como deve proceder a operação do reservatório em cada nível de seca.
- Estudos sobre formas de dessalinização: Problema recorrente de aquíferos em regiões semiáridas do nordeste é a salinização das águas, então são

necessários estudos sobre formas de dessalinização que não sejam tão caras para a população.

5.1.4 Medidas Sociais

- Efeitos socioeconômicos das reduções dos usos da água em diferentes setores: Verificar o impacto da redução da demanda na socioeconomia.
- Elaboração de um Plano de Comunicação: Devido ao desentendimento das medidas e o desconforto da população em ajudar a tomar certas medidas é de vital importância que seja elaborado um plano de comunicação a fim de sensibilizar a sociedade.
- Conscientização sobre uso de águas residuais: Desmitificar possíveis conceitos sobre águas residuais, mostrando que podem ser usadas para diversos fins menos nobres, evitando, assim, a utilização de água potável para essas atividades.

5.1.5 Medidas Destinadas a Outros Setores

- Estudos sobre o impacto da modernização da irrigação: Estudo para ter conhecimento se novas formas de irrigação podem ou não afetar a demanda de todo o sistema.
- Mudanças no sistema de irrigação: Propor mudanças no sistema de irrigação, seja pelo equipamento usado, seja pelo método de irrigação, para que diminua a quantidade de água usada nesse processo.
- Economia e reutilização de água no setor industrial: Sendo um dos setores que mais gasta água, é necessário propor a redução de água nas indústrias, assim como incentivar que a água utilizada na mesma seja reutilizada.

5.1.6 Medidas Financeiras

- Captação de recursos: Devem ser verificadas possíveis fontes para captação de recursos para o combate contra a Seca. Processo que pode ser demorado e, por isso, é necessário que a captação seja feita com antecedência.
- Cobrança de taxas com modificação cíclicas: Alterar o valor do metro cúbico da água de acordo com a hora do dia que será usado.

5.1.7 Medidas Institucionais

- Planejamento da exploração temporária de reservas em aquíferos: Elaborar um planejamento para que se tenha conhecimento de quanto foi retirado dos aquíferos em determinados intervalos de tempo. Com esse planejamento e estudo é capaz de ter noção do volume de água subterrânea existente na região.

- Alterações em relação ao uso de águas públicas: Elaborar mudanças de como e quanto é utilizado às águas públicas, promovendo a economia da mesma.

5.2 Estado de Pré alerta

5.2.1 Medidas Normativas

- Medidas de vigilância: Com o aumento dos cortes em relação a demanda de água, se torna necessário o aumento de vigilância a respeito de possíveis fraudes, consumos irregulares ou outras atitudes ilegais que possam afetar diretamente na quantidade de água para o fornecimento.

- Medidas para a resolução de conflitos: Com o aumento das fiscalizações a respeito do consumo de água, conflitos de interesses certamente serão gerados. Logo, é indispensável a elaboração de medidas para a proteção legal e clara definição de soluções mais comuns que possam vir a ocorrer.

- Análise sobre taxas: Análise tanto do faturamento da companhia de água, como da tecnologia necessária para o tratamento da mesma, se necessário, aumentar as taxas para que os custos sejam pagos.

5.2.2 Medidas de impacto ambiental

- Avaliação do impacto ambiental: Analisar os impactos ambientais que estão sendo causados pelas medidas tomadas para que possa mitigar esses problemas através de medidas que prejudiquem menos o meio ambiente.

- Aumento do monitoramento de parâmetros hidrometeorológicos: O aumento do monitoramento resultará em melhor precisão nos dados recebidos e, com isso, melhores soluções poderão ser encontradas.

5.2.3 Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema

- Manutenção de instalações de abastecimento alternativas: Um dos principais motivos das perdas de água é a falta de manutenção das instalações de abastecimento, para isso é necessário aumentar essa manutenção tornando-a constante.
- Medidas para melhorar a eficiência do sistema: Elaborar estudos e medidas para diminuir as perdas de água no sistema, aumentando, assim, a eficiência do mesmo.
- Expansão da capacidade produtiva das águas subterrâneas: Se, após estudos, for comprovado que existe boa quantidade de água subterrânea, devem existir novos esforços para a expansão da produtividade com a abertura de novos poços.
- Estudo de reabilitação de zonas de abastecimento fora de uso: Listagem de todas as formas possíveis de abastecimento individual ou coletivo na região para saber o que pode ser usado em estados mais severos de seca.
- Reutilização de água: Começar a aplicar com mais ênfase a reutilização da água para fins menos nobres.
- Renovação de instalações ineficientes: Renovar instalações que apresentem problemas com gastos de água desnecessários.
- Melhorias no processo de purificação e limpeza: Otimizar o processo de tratamento da água para que existam menos perdas no tratamento da mesma.
- Controle das descargas para os rios: Qualquer perda de água, por menor que seja, já é prejudicial para todo planejamento, sendo assim é preciso que exista um controle maior nas descargas para os rios, a fim de aproveitar essa água para outra finalidade.
- Monitoramento intenso de consumo: Aumentar o monitoramento no consumo resulta em maior precisão da quantidade de água que está sendo consumida, para que se possa fazer um balanço com o que ainda tem para dispor para a população.

5.2.4 Medidas Sociais

- Racionamento durante a noite: Implantar o racionamento durante o período em que a população menos usa água, no caso, durante a madrugada.
- Informação do consumidor: O consumidor é o principal consumidor de água então, ele deve estar a par de todas as resoluções, medidas e tomadas de decisões, para que possa tomar as atitudes adequadas ao consumo.
- Informações para a mídia: A mídia é o principal meio de comunicação sobre todas as decisões tomadas pelas autoridades legais, informando a população em geral.
- Participação do usuário no planejamento da seca: Promover a participação da população no planejamento contra seca através de campanhas de conscientização e de ações em que o usuário possa dar ideias para o combate contra a mesma.
- Campanhas de persuasão para reduzir o consumo: É necessário sensibilizar a população sobre os problemas que a seca pode causar e com isso propor atitudes para que a população ajude a economizar água.

5.2.5 Medidas Destinadas a Outros Setores

- Orientação quanto ao tipo de colheita: Orientar os métodos que possam gastar menos água para cada tipo de colheita específica.

5.2.6 Medidas institucionais

- Nomeação de uma comissão ou grupo de trabalho para gerir a situação em diferentes estágios: Nomear grupos de profissionais da área para tratar de cada estágio da seca, não existindo sobrecarga em um único grupo, assim, cada comissão poderá focar em um único estado.
- Avaliação periódica das situações previsíveis: Diminuir o tempo entre avaliações, promovendo reuniões para debates e tomadas de decisões de acordo com a situação encontrada.
- Avaliação do impacto econômico e social: Avaliar quais impactos socioeconômicos estão sendo causados por essas medidas e, assim, revisar, atualizar ou eliminar aquelas que forem negativas.

- Examinar e identificar as instituições e entidades com algum envolvimento na gestão de secas: Identificação e comunicação com todos os setores envolvidos para criação do comitê de secas.

5.3 Estado de alerta

5.3.1 Medidas Normativas

- Rever e atualizar o plano de emergência: Atualizar e rever as medidas de emergência de acordo com a situação que o sistema se encontra.
- A Agência de Bacia pode recomendar aos governos regionais afrouxar as condições gerais de ajuda à agricultura irrigada: Recomendar ao governo a redução à ajuda para a irrigação em plantações próximas ao sistema, tendo em vista o alto consumo que é necessário para manter certos cultivos.

5.3.2 Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema

- Execução de obras de emergência: Com o prenúncio de seca, obras de emergência já devem ser feitas com antecedência, para quando a situação se agravar as mesmas estejam finalizadas.
- Recursos não convencionais, potencial reutilização sustentável: Aplicar a reutilização, além de fins menos nobres, também como forma de abastecimento para a população com devidos cuidados para que estejam nos padrões potáveis.
- Recursos não convencionais, dessalinização: Aumentar os processos de dessalinização, utilizando processos com maior custo benefício, dispondo essa água para abastecimento público com devidos cuidados para que estejam nos padrões potáveis.
- Intensificação das campanhas de poupança no fornecimento: Aumentar a quantidade de campanhas para sensibilização e conscientização sobre importância da economia de água.
- Aumento da retirada de águas subterrâneas: Intensificar a retirada de água de aquíferos subterrâneos para o abastecimento da população.
- Correção de perdas em redes de abastecimento: Diminuir ao máximo todas as perdas que venham a acontecer nas redes de abastecimento.

- Intensificação de indicadores de monitoramento da qualidade da água: Devido a utilização de águas de baixa qualidade, é indispensável a intensificação do monitoramento para manter os padrões de qualidade.
- Controle das descargas para os rios: Qualquer perda de água é prejudicial para todo o planejamento, sendo assim, é preciso que haja um controle maior nas descargas para os rios, a fim de aproveitar essa água para outros fins.
- Interconectar subsistemas hídricos: Mesmo sendo de alto custo e necessitando de base gerencial, institucional e legal para ser realizada, com a diminuição da disponibilidade de água, a interconexão se torna evidente.

5.3.3 Medidas Sociais

- Informar aos usuários a situação de escassez e o risco acumulado: Informar a população sobre a situação real, explicando o porquê de estar acontecendo, o que pode acontecer e como tentar amenizar o quadro geral de escassez.
- Racionamento: Executar o racionamento de água devido o estado crítico em que se encontra o sistema.

5.3.4 Medidas Destinadas a Outros Setores

- Em grandes esquemas de irrigação que estabelece normas de seca, rateios entre os usuários: Uma solução para os sistemas de irrigação é o rateio entre os usuários para tentar diminuir os prejuízos causados pelo racionamento de água.

5.3.5 Medidas institucionais

- Criar uma estratégia para gerir a eventual identificação de seca iminente: Elaborar indicadores de avaliação e acompanhamento adequado para definir com mais exatidão a seca que se aproxima.
- Criação de um comitê de secas: Criação de um comitê com representantes de todos os setores envolvidos no sistema para decisão de quando e como as medidas de emergência devem ser tomadas.

- Preparação das ações e medidas para eventual entrada na fase de emergência: Preparar a sociedade para ações mais severas, tentando evitar conflitos maiores em um quadro emergencial.
- Desenvolvimento de atividades alternativas para o grande consumidor de água: Incentivar a economia de água para os grandes consumidores de água, propondo atividades para mudanças no seu mecanismo para que consumam menos água.
- Fontes alternativas para o abastecimento, Carros pipa: Solicitar ao governo carros pipa, utilizando a água de outros reservatórios para abastecimento da população.
- Avaliação do desenvolvimento esperado das respostas contra a seca: Avaliar todos os resultados das medidas para análise dos resultados e manutenção das mesmas.

5.4 Estado de Emergência

5.4.1 Medidas Normativas

- Solicitar ao Governo a promulgar um Decreto de Seca: Solicitar ao governo a decretar estado de seca severa e tomar as devidas medidas para ajudar a região a se recuperar desse estado de emergência.
- Medidas para reduzir a água não controlada: Águas que antes eram não controladas e poderiam ser utilizadas por qualquer indivíduo devem ser controladas para evitar grandes perdas.
- Reforçar de perto os indicadores de qualidade e a quantidade das águas: Acompanhar ainda mais os indicadores dos padrões de qualidade tanto do afluente, quanto do efluente gerado.

5.4.2 Medidas de impacto ambiental

- Adaptação gradual ao regime ambiental natural, tentando proteger esses ecossistemas mais vulneráveis ou mais valiosos: Com o pouco da água existente destinando-se quase totalmente para o abastecimento público, podem existir grandes perdas a respeito de habitats naturais, com isso, é essencial que existam esforços para manter os ecossistemas mais vulneráveis e valiosos da região.

- Plano de Polícia e controle de água pública: O aumento da necessidade da água poderá gerar estresse na população e causar situações que venham a ser irregulares, como uso da água pública para consumo individual, logo, se faz necessário um plano de polícia para possíveis casos como esse.
- Uso dos volumes mortos dos reservatórios: Utilizar o volume morto do reservatório para abastecimento público.

5.4.3 Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema

- Intensificar extrações de água subterrânea: Intensificar ao máximo a utilização de águas subterrânea, garantindo o tratamento adequado para manter os padrões de potabilidade.
- Recursos não convencionais - reutilização do potencial máximo: Reutilização total do efluente gerado para o abastecimento público, garantindo o tratamento adequado para manter os padrões de potabilidade.
- Recursos não convencionais de dessalinização - Máximo potencial: Aplicar as medidas com mais eficácia no tratamento de dessalinização, em relação ao maior aproveitamento de água, garantindo o tratamento adequado para manter os padrões de potabilidade.
- Medidas para aumentar a disponibilidade para a garantia baseada no consumo correspondente a esta fase: Mesmo com a escassez de água, os governantes devem tentar garantir o consumo para o abastecimento mínimo.
- Medidas para garantir água de boa qualidade a montante: Aplicar medidas para que a água que venha a montante seja menos poluída, visando diminuir os custos com tratamento.

5.4.4 Medidas Sociais

- Dias de Cortes total: Aumentar os períodos de racionamento. Durante alguns dias da semana será cortado o abastecimento público.
- Medidas de racionamento para os usuários consumidores: As medidas nesta fase serão necessariamente corretivas com grande impacto socioeconômico.

5.4.5 Medidas Destinadas a Outros Setores

- Redução do consumo de irrigação: Reduzir ainda mais o consumo voltado para a irrigação, destinando apenas o necessário para o setor não entrar em colapso.
- A demanda por tratamento de água de efluentes urbanos e industriais com base nos objetivos de qualidade ambiental da água: Melhorar o tratamento dos efluentes para que eles possam ser reutilizados para abastecimento da população.

5.4.6 Medidas Financeiras

- Controle e monitoramento de pontos de venda: Com a diminuição da disponibilidade vem o aumento da procura, logo é imprescindível que exista um controle nos locais que possam vender água para que os preços não se tornem abusivos.

5.4.7 Medidas institucionais

- Redução da oferta em usos públicos (irrigação de parques e jardins, limpeza de ruas, etc.): Com o quadro de seca próximo, o foco do abastecimento deve ser para consumo, devendo, então, diminuir o fornecimento de água para fins que sejam menos nobres.
- Verificação se planos de emergência foram ativados: Verificação de que as medidas de emergência estão sendo devidamente efetuadas para que não existam erros de execução
- Fontes alternativas de abastecimento - Carro pipa: Solicitar mais carros pipa para o governo devido ao estado de seca extrema em que se encontra a região.

5.5 Estado de Pós Seca

5.5.1 Medidas de Recuperação

- Desativar as medidas de fornecimento e abastecimento: Desativar medidas tomadas que restringiam o fornecimento e o abastecimento gradativamente para que a situação volte aos poucos, evitando desperdícios.

- Determinar as restrições de uso: Elaborar análise de demanda necessária para liberar concessões de uso das águas.
- Remoção das tarifas adicionais: Retirada das tarifas adicionais pagas pela população em geral.
- Não utilização e reestabelecimento das reservas estratégicas e emergenciais: Proibição do uso das reservas estratégicas até o reestabelecimento do mesmo.
- Restauração da mata ciliar: Medidas adicionais que possam restaurar a mata ciliar, introduzindo espécies de valor ambiental afetado.
- Zonas hídricas afetadas pela seca: Possibilidade de uma oferta adicional de água de qualidade adequada para zonas que foram gravemente afetadas pela escassez de água.

5.5.2 Medidas de análise e acompanhamento

- Análise da situação dos reservatórios: Proceder em reservatórios uma análise da situação da eutrofização e sua relação com a biomassa existente, incluindo explorar a possibilidade de remover essa biomassa em excesso.
- Análise da situação dos aquíferos: Acompanhamento e controle da recuperação do nível de águas subterrâneas e da quantidade de suas águas.
- Catalogação das dificuldades enfrentadas e de conhecimentos adquiridos no período de enfrentamento da seca: Catalogar as dificuldades para análise e estudo de como evita-las em um próximo quadro de seca.
- Análise da efetividade do sistema de monitoramento e prevenção e aprimoramento do sistema: Avaliar se o monitoramento apresentou resultados esperados e, se necessário, buscar atualizações para melhorar o sistema.
- Análise sobre a necessidade de expansão da infraestrutura: Avaliar se o problema foi pela falta de infraestrutura e estudar formas de captação de recurso para começar a expansão da mesma.
- Avaliação, validação e atualização da gestão de secas estratégicas: Rever as disposições do plano de emergência, tendo em conta o que aconteceu e a evolução de previsão. Qualquer revisão do Plano deve ser acordada com a organização da bacia e as autoridades competentes.

- Contínuo acompanhamento da situação através de variáveis hidrometeorológicas: Acompanhamento e estudo para análise de quando poderá ocorrer um estado semelhante ou pior que o último.
- Acompanhamento do consumo pós-seca: Análise do consumo para evitar desperdícios desnecessários, prejudicando o sistema.

6 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a partir de estudo de planos de secas utilizados em outros países, foi possível elaborar diversas medidas a serem tomadas no combate contra a seca para o sistema Patu, desde níveis de normalidade, onde a região não apresenta quadro de seca, porém já são necessárias medidas preventivas para o prolongamento desse estado, até medidas pós seca, em que reestabelece e analisa todos o quadro para reestruturação da situação normal da região, fechando o ciclo.

Algumas medidas dos estados de alerta e emergência podem ser mais severas e ir de encontro com o conforto da população, então é necessário um trabalho de sensibilização e conscientização da população, pois ela é um fator determinante e que certamente irá colaborar com a escolha das medidas a serem tomadas.

Além do sistema do Patu, outros sistemas no estado do Ceará podem e devem elaborar seu plano de secas, que pela semelhança de ecossistema e clima serão semelhantes, com o objetivo de integrar todo o estado e poder compartilhar tanto análises e monitoramento, como experiências negativas e positivas, facilitando a gestão de secas como um todo.

É necessário reintegrar que o plano de secas não acaba com a escolha dessas medidas, além de ser necessário executá-las de forma correta, ele deve ser contínuo, onde após acabar uma seca já devem começar as medidas da próxima, legalizando todo processo e criando uma melhora na gestão hídrica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Fatos e Tendências. ÁGUA**. Brasília. 2009. 1 p. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf>.

Acesso em 15 janeiro 2016.

ALBUQUERQUE, Tatiana Máximo Almeida. **Estudo dos processos de gestão de seca: Aplicação no estado do Rio Grande do Sul**. 2010. 303 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/31769>>. Acesso em: 19 maio 2015.

ALVAREZ, Joaquin Andreu et al. **Drought Management and Planning for Water Resources**. Boca Raton: Crc Press, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. 2005. Disponível em:

<http://www.asabrasil.org.br/UserFiles/File/cartilha_delimitacao_semi_arido.pdf>.

Acesso em: 20 dezembro 2015

CAMPOS, J. N. B. **Vulnerabilidades hidrológicas do semi-árido às secas**. Revista Planejamento e Políticas Públicas. n. 16. Dezembro de 1997.

CNM. **Análise sobre a seca do nordeste**. 2013. Disponível em:

<http://www.nordeste.cnm.org.br/img/download/estudoCNM/Estudo_Seca_Nordeste_Final.pdf>. Acesso em 15 janeiro. 2016

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECA. **Açude Patu**.

Fortaleza. Disponível em: <

<http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem%20do%20Ceara/patu.htm>>. Acesso em 15 janeiro 2016.

EDWARDS, Daniel C. **Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales**. 1997. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Atmosféricas, Department Of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, 1997. Cap. 3. Disponível em: <<http://ccc.atmos.colostate.edu/edwards.pdf>>.

Acesso em: 04 janeiro 2016.

GAN, Manoel Alonso; KOUSKY, Veron Edgar. Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera no Oceano Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**. V. 1. 1986. Disponível em <

https://www.google.com.br/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0x9bwwO_KAhWKGpAKHdZwBq8QFgg0MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.rbmet.org.br%2Fport%2Frevista%2Frevista_dl.php%3Fid_artigo%3D583%26id_arquivo%3D873&usg=AFQjCNF44xvFM_5oGlm-MFw_uFr4WQMpOQ>. Acesso em : 11 janeiro 2016.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Edard Blucher Ltda, 1988.

GONZÁLEZ, F. C.; MORCILLO, J. C. **Guía para La elaboración de planes de emergência por sequía em sistemas de abastecimento urbano**. Ministerio de Medio Ambiente: Asociación Española de abastecimientos de agua y saneamento. 2007.

Guía para la Redación de Planes Especiales de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía. Ministerio de Medio Ambiente: Dirección General del Agua. 2005.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica – 2015**. São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em 15 janeiro 2016.

IPECE. **Perfil Básico Municipal 2015. Senador Pompeu**. Fortaleza, 2015. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2015/Senador_Pompeu.pdf>. Acesso em 15 janeiro 2016.

LANNA, Antonio Eduardo Leão et al. Elementos de estatística e probabilidades. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli et al (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Rio Grande do Sul: Ufrgs, 2001. Cap. 4, p. 134.

MAMEDE, George Leite; MEDEIROS, Pedro Henrique Augusto. Variabilidade da curva de garantia de oferta hídrica para diferentes intervalos de simulação: O caso do Reservatório Orós. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. **Anais...** . Campo Grande: Abrh, 2009. p. 1 - 13.

MOURA, Magna Soelma Beserra de et al. Clima e água de chuva no semi-árido. In: BRITO, Luiza Teixeira de Lima; MOURA, Magna Soelma Beserra de (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Cap. 2. p. 37-59. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/159649>>. Acesso em: 20 dezembro 2015.

Municipal Drought Management Plan Guidance Document. *Colorado Water Conservation Board*. 2010.

NOBRE, Paulo. Zona de Convergência Intertropical Sobre o Oceano Atlântico: Climatologia. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Cachoeira Paulista: Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/04.13.17.20/doc/Melo_A%20Zona%20de%20convergencia.pdf> Acesso em: 15 de janeiro de 2016.

PINTO, Nelson L. de Souza; HOLTZ, Antônio Carlos Tatit; Martins, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. **Hidrologia Básica**. 2. ed. São Paulo: Edard Blucher Ltda, 1976. p. 1, 44, 45.

Plan Especial de Actuación em Situaciones de Alerta y Eventual Sequía em la Cuenca Hidrográfica del Elbro. Ministerio de Medio Ambiente: Confederación Hidrográfica del Elbro. 2007.

Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía em la Confederación Hidrográfica del Júcar. Ministerio de Medio Ambiente: Secretaría General para el Territorio y La Biodiversidad. 2007.

RIGHETTO, Antonio Marozzi. **Hidrologia e Recursos Hidricos.** Sao Carlos: EESC/USP, 1998.

ROCHA, Renan Vieira. **Gestão da Infraestrutura de Oferta Hídrica em Anos Secos: Estudo de Caso do Açude do Patu.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduando em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SHUKLA, Shraddhanand; WOOD, Andrew W.. Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought. **Geophysical Research Letters**, Seattle, v. 35, n. 2, p.1-7, jan. 2008. Wiley-Blackwell. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2007GL032487/full>>. Acesso em: 20 dezembro 2015.

SILVA, Ana Paula Nunes et all. Correlação Entre as Temperaturas da Superfície do Mar e a Quantidade da Precipitação na Estação Chuvosa no Nordeste do Estado de Pernambuco: **Revista Brasileira de Meteorologia**. V. 26, n.1, p. 149-156, 2011. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v26n1/a13v26n1.pdf>>. Acesso em : 11 janeiro 2016.

SOUZA FILHO, Francisco de Assis de. **Elementos de hidrometeorologia.** Fortaleza: Vídeo, 2013. Colorido.

SOUZA FILHO, Francisco de Assis de et al. **Plano de Gestão de Secas em Cidades: SISTEMA JUCAZINHO.** Universidade Federal do Ceará. 2014.

SUASSUNA, J. **Semi-árido: proposta de convivência com a seca.** Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2002. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=659&Itemid=376>. Acesso em: 20 dezembro 2015.

THOM, H.C.S. **A note on the gamma distribution.** *Monthly Weather Review*, Washington, v86, 1958, p.117-122.

TUCCI, Carlos E. M. (organizador). **Hidrologia Ciência e Aplicação Básica.** 2. ed. Porto Alegre: Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e Climatologia.** 2. ed. Recife. 2006. Disponível em: < http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf> Acesso em: 15 janeiro 2016.

APENDICE A - MEDIDAS A SEREM TOMADAS NOS ESTADOS DE SECAS E EM SITUAÇÃO PÓS-SECA SEPARADAS POR CLASSES E COM COM SUAS RESPECTIVAS DESCRIÇÕES

Estado de normalidade

Classe	Código	Medida	Descrição
Medidas normativas	N.1	Enumerar os regulamentos estaduais ou federais	Levantamento de todas as legislações a respeito de questões relacionadas a escassez de água
	N.2	Fornecer as mudanças necessárias na regulamentação	Se necessário elaborar ou efetuar mudanças em leis para que a mitigação dos impactos da seca esteja todos englobados pela lei
Medidas de impacto ambiental	N.3	Estudos sobre as águas subterrâneas e aquíferos	Elaborar levantamento quanto a quantidade, qualidade e a recarga das águas subterrâneas e aquíferos da região
	N.4	Controle das utilizações da água	Definição de como e para que o manancial e os aquíferos serão utilizados, para que todos os setores tenham a quantidade de água necessária
	N.5	Estudos sobre o impacto das alterações climáticas	Levantamento de todos os possíveis impactos que possam ser causados com mudanças no clima para que os mesmos sejam mitigados
Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema	N.6	Inventário de fontes alternativas de abastecimento	É necessário para o conhecimento do que pode ser utilizado para suprimento hídrico da região

	N.7	Novas estruturas de armazenamento	Estudo sobre possíveis novas estruturas de armazenamento de água para poder aumentar a quantidade de água retida no sistema que seria usada em necessidades futuras
	N.8	Estudo de medidas alternativas para assegurar padrões de qualidade	Com todas as mudanças planejadas é necessário que os padrões de qualidade da mesma sejam mantidos evitando grandes gastos com tratamento
	N.9	Estudo de reabilitação de zonas de abastecimento fora de uso	Listagem de todas as formas possíveis de abastecimento individual ou coletivo na região para saber o que pode ser usado em estados mais severos de seca
	N.10	Planejamento e modificação das regras de operação do reservatório	Servirá como um manual explicando deve proceder a operação do reservatório em cada nível de seca
	N.11	Estudos sobre formas de dessalinização	Problema recorrente de aquíferos em regiões semiáridas do nordeste é a salinização das águas, então é necessário estudos sobre formas de dessalinização que não sejam tão caras para a população
Medidas Sociais	N.12	Efeitos socioeconômicos das reduções dos usos da água em diferentes setores	Verificar o impacto da redução da demanda na socioeconomia.
	N.13	Elaboração de um Plano de Comunicação	Devido ao desentendimento das medidas e o desconforto da população em ajudar a tomar certas medidas é de vital importância que seja elaborado um Plano de comunicação a fim de sensibilizar a sociedade

	N.19	Conscientização sobre uso de águas residuais	Desmitificar possíveis conceitos sobre águas residuais, mostrando que podem ser usadas para diversos fins menos nobres, evitando, assim, a utilização de água potável para essas atividades
Medidas Destinadas a Outros Setores	N.12	Estudos sobre o impacto da modernização da irrigação	Estudo para ter conhecimento se novas formas de irrigação podem ou não afetar toda a demanda de todo o sistema
	N.13	Mudanças no sistema de irrigação.	Propor mudanças no sistema de irrigação, seja pelo equipamento usado ou pelo método de irrigação, para que diminua a quantidade de água usada nesse processo
	N.14	Economia e reutilização de água no setor industrial	Sendo um dos setores que mais gastam água é necessário propor a redução de água nas indústrias, assim como incentivar que a água utilizada na indústria seja reutilizada.
Medidas Financeiras	N.15	Captação de recursos	Devem ser verificadas possíveis fontes para captação de recursos para o combate contra a Seca. Processo que pode ser demorado e por isso é necessário que a captação seja feita com antecedência
	N.16	Cobrança de taxas com modificação cíclicas	Alterar o valor do metro cúbico da água de acordo com a hora do dia que será usado
Medidas institucionais	N.20	Planejamento da exploração temporária de reservas em aquíferos	Elaborar um planejamento para que se tenha conhecimento de quanto foi retirado dos aquíferos em determinados intervalos de tempo. Com esse planejamento e com estudo de água tem em cada aquífero se terá noção de quanto de água subterrânea existe na região

	N.21	Alterações em relação ao uso de águas públicas	Elaborar mudanças de como e quanto é utilizado as águas públicas, promovendo a economia da mesma
--	------	--	--

Estado de Pré- Alerta

Classe	Código	Medida	Descrição
Medidas Normativas	P.1	Medidas de vigilância	Com o aumento dos cortes em relação a demanda de água se torna necessário o aumento de vigilância a respeito de possíveis fraudes, consumos irregulares ou outras atitudes ilegais que possam afetar diretamente na quantidade de água para o fornecimento
	P.2	Medidas para a resolução de conflitos	Com o aumento das fiscalizações a respeito do consumo de água, conflitos de interesses certamente irão ser gerados. Então é indispensável a elaboração de medidas para a proteção legal e clara definição de soluções mais comuns que possam vir a ocorrer
	P.3	Análise sobre taxas	Análise tanto do faturamento da companhia de água, como da tecnologia necessária para o tratamento de água, se necessário aumentar as taxas para que os custos sejam pagos
Medidas de impacto ambiental	P.4	Avaliação do impacto ambiental	Analisar os impactos ambientais que estão sendo causados pelas medidas tomadas para que possa mitigar esses problemas através de medidas que prejudiquem menos o meio ambiente

	P.5	Aumento do monitoramento de parâmetros hidrometeorológicos	O aumento do monitoramento resultará em melhores precisões nos dados recebidos e com isso melhores soluções poderão ser encontradas
Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema	P.6	Manutenção de instalações de abastecimento alternativas	Um dos principais motivos das perdas de água é a falta de manutenção das instalações de abastecimento, para isso é necessário aumentar essa manutenção tornando-a constante
	P.7	Medidas para melhorar a eficiência do sistema	Elaborar estudos medidas para diminuir as perdas de água no sistema, aumentando, assim, a eficiência do mesmo
	P.8	Expansão da capacidade produtiva das águas subterrâneas	Se, após estudos, for comprovado que existe boa quantidade de água subterrânea, devem existir novos esforços para a expansão da produtividade com a abertura de novos poços.
	P.9	Reutilização de água	Começar a aplicar com mais ênfase a reutilização da água para fins menos nobres
	P.10	Renovação de instalações ineficientes	Renovar instalações que apresentem problemas com gastos de água desnecessários
	P.11	Melhorias no processo de purificação e limpeza	Otimizar o processo de tratamento da água para que haja menos perdas no tratamento da mesma
	P.12	Aumento do processo de dessalinização	Aplicar estudos feitos sobre a dessalinização ainda para fins que sejam menos nobres

	P.13	Controle das descargas para os rios	Qualquer perda de água por menor que seja já é prejudicial para todo planejamento, sendo assim é preciso que haja um controle maior nas descargas para os rios, afim de aproveitar essa água para outros fins
	P.14	Monitoramento intenso de consumo	Aumentar o monitoramento no consumo resulta em maior precisão de quanto de água está sendo consumido para que possa fazer um balanço com o que ainda tem para dispor para população
Medidas Sociais	P.15	Racionamento durante a noite	Implantar o racionamento durante o período em que a população menos usa água, no caso durante a madrugada
	P.16	Informação do consumidor	O consumidor é o principal consumidor de água, então ele deve estar a par de todas as resoluções, medidas e tomadas de decisões para que possa tomar as atitudes adequadas ao consumo
	P.17	Informações para a mídia	A mídia é o principal meio de comunicação para passar todas as decisões tomadas pelas autoridades legais à população em geral
	P.18	Participação do usuário no planejamento da seca	Promover a participação da população no planejamento contra seca através de campanhas de conscientização e de ações em que o usuário possa dar ideias para o combate contra a seca

	P.19	Campanhas de persuasão para reduzir o consumo	É necessário sensibilizar a população sobre os problemas que a seca pode causar e com isso propor atitudes para que a população ajude a economizar água
Medidas Destinadas a Outros Setores	P.20	Orientação quanto ao tipo de colheita	Orientar os métodos que possam gastar menos água para cada tipo de colheita específica
Medidas Institucionais	P.21	Nomeação de uma comissão ou grupo de trabalho para gerir a situação em diferentes estágios	Nomear grupos de profissionais da área para tratar de cada estágio da seca, não existindo sobrecarga em um único grupo e, logo, cada comissão poderá focar em um único estado
	P.22	Avaliação periódica da situações previsíveis	Diminuir o tempo entre avaliações, promovendo reuniões para debates e tomadas de decisões de acordo com a situação encontrada
	P.23	Avaliação do impacto econômico e social	Avaliar quais os impactos sócio econômicos estão sendo causados por essas medidas e, assim, revisar, atualizar ou eliminar aquelas que forem negativas
	P.24	Examinar e identificar as instituições e entidades envolvidas com algum envolvimento na gestão de secas	Identificação e comunicação com todos os setores envolvidos para criação do comitê de secas

Estado de Alerta

Classe	Código	Medidas	Descrição
Medidas Normativas	A.1	Rever e atualizar o plano de emergência	Atualizar e rever as medidas de emergência de acordo com a situação que o sistema se encontra
	A.2	A Agência de Bacia pode recomendar aos governos regionais afrouxar as condições gerais de ajuda à agricultura irrigada	Recomendar ao governo a reduzir a ajuda para a irrigação em plantações próximas ao sistema, tendo em vista o alto consumo que é necessário para manter certos cultivos
4Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema	A.3	Execução de obras de emergência	Com o prenuncio de seca obras de emergência já devem ser feitas com antecedência, para quando a situação se agravar elas já estejam finalizadas
	A.4	Recursos não convencionais: potencial reutilização sustentável	Aplicar a reutilização, além de fins menos nobres, também como forma de abastecimento para a população com devidos cuidados para estar nos padrões potáveis
	A.5	Recursos não convencionais: dessalinização	Aumentar os processos de dessalinização, utilizando processos com maior custo benefício, dispondo essa água para abastecimento público com devidos cuidados para estar nos padrões potáveis
	A.6	Intensificação das campanhas de poupança no fornecimento	Aumentar a quantidade de campanhas para sensibilização e conscientização de que é de vital importância a economia de água
	A.7	Aumento da retirada de águas subterrâneas	Intensificar a retirada de água de aquíferos subterrâneos para o abastecimento da população

	A.8	Correção de perdas em redes de abastecimento	Diminuir ao máximo todas as perdas que venham a acontecer nas redes de abastecimento
	A.9	Intensificação de indicadores de monitoramento da qualidade da água	Devido a utilização de águas de baixa qualidade, é indispensável a intensificação do monitoramento para manter os padrões de qualidade
	A.10	Interconectar subsistemas hídricos	Mesmo sendo de alto custo e necessitando de base gerencial, institucional e legal para ser realizada, com a diminuição da disponibilidade de água, a interconexão se torna evidente
Medidas Sociais	A.11	Informar aos usuários a situação de escassez e o risco acumulado	Informar a população sobre a situação real, explicando o porquê está acontecendo, o que pode acontecer e como tentar amenizar o quadro geral de escassez
	A.12	Racionamento	Executar o racionamento de água devido ao estado crítico em que se encontra o sistema
Medidas Destinada a Outros Setores	A.13	Em grandes esquemas de irrigação que estabelece normas de seca : rateios entre os usuários	Uma solução para os sistemas de irrigação é o rateio entre os usuários para tentar diminuir os prejuízos causados pelo racionamento de água
Medidas Institucionais	A.14	Criar uma estratégia para gerir a eventual identificação de seca iminente	Elaborar indicadores de avaliação e acompanhamento adequado para definir com mais exatidão a seca que se aproxima
	A.15	Criação de um comitê de secas	Criação de um comitê com representantes de todos os setores envolvidos no sistema para decisão de quando e como as medidas de emergência devem ser tomadas

	A.16	Preparação das ações e medidas para eventual entrada na fase de emergência	Preparar a sociedade para ações mais severas, tentando evitar conflitos maiores em um quadro emergencial
	A.17	Desenvolvimento de atividades alternativas para o grande consumidor de água	Incentivar a economia de água para os grandes consumidores de água, propondo atividades para mudanças do seus métodos para que consumam menos água
	A.18	Fontes alternativas para o abastecimento: Carros pipa	Solicitar ao governo carros pipa, utilizando a água de outros reservatórios para abastecimento da população
	A.19	Avaliação do desenvolvimento esperado das respostas contra a seca	Avaliar todos os resultados das medidas para análise dos resultados e manutenção das mesmas

Estado de emergência

Classe	Código	Medidas	Descrição
Medidas Normativas	E.1	Solicitar ao Governo a promulgar um para Decreto Seca	Solicitar ao governo a decretar estado de seca severa e tomar as devidas medidas para ajudar a região a se recuperar desse estado de emergência
	E.2	Medidas para reduzir a água não controlada	Águas que antes eram não controladas e poderiam ser utilizadas para qualquer indivíduo devem ser controladas para evitar grandes perdas
	E.3	Reforçar de perto os indicadores de qualidade e a quantidade das águas	Acompanhar ainda mais os indicadores dos padrões de qualidade tanto do afluente, quanto do efluente gerado
Medidas Ambientais	E.4	Adaptação gradual ao regime ambiental natural , tentando proteger esses ecossistemas mais vulneráveis ou mais valiosos	Com o pouco da água existente indo quase totalmente para o abastecimento público, podem existir grandes perdas a respeito de habitat naturais, com isso é essencial que haja esforços para manter os ecossistemas mais vulneráveis e valiosos da região
	E.5	Plano de Polícia e controle de água pública	O aumento da necessidade da água poderá gerar estresse na população e causar situações que venham a ser irregulares como uso da água pública para consumo individual, logo se faz necessário um plano de polícia para possíveis casos como esse

	E.6	Uso dos volumes mortos dos reservatórios	Utilizar o volume morto do reservatório para abastecimento público
Medidas de operação e melhoria da infraestrutura do sistema	E.7	Intensificar extrações de água subterrânea	Intensificar ao máximo a utilização de águas subterrânea, garantindo o tratamento adequado para manter os padrões de potabilidade
	E.8	Recursos não convencionais : reutilização do potencial máximo	Reutilização total do efluente gerado para o abastecimento público, garantindo o tratamento adequado para manter os padrões de potabilidade
	E.9	Recursos não convencionais de dessalinização : Máximo potencial	Aplicar as medidas com mais eficazes, em relação apenas ao maior aproveitamento de água, no tratamento de dessalinização, garantindo o tratamento adequado para manter os padrões de potabilidade
	E.10	Medidas para aumentar a disponibilidade para a garantia baseada no consumo correspondente a esta fase	Mesmo com a escassez de água, os governantes devem tentar garantir o consumo para o abastecimento mínimo
	E.11	Medidas para garantir de água de boa qualidade a montante	Aplicar medidas para que a água que venha a montante seja menos poluída para diminuir os custos com tratamento
Medidas Sociais	E.12	Dias de Cortes total	Aumentar os períodos de racionamento, durante alguns dias da semana será cortado o abastecimento público

	E.13	Medidas de racionamento para os usuários consumidores	As medidas nesta fase será necessariamente corretiva, com grande impacto socioeconômico
Medidas Destinada a Outros Setores	E.14	Redução do consumo de irrigação	Reduzir ainda mais o consumo voltado para a irrigação, destinando apenas o necessário para o setor não entrar em colapso
	E.15	A demanda por tratamento de água de efluentes urbanos e industriais com base nos objetivos de qualidade ambiental da água	Melhorar o tratamento dos efluentes para que eles possam ser reutilizados para abastecimento da população
Medidas Financeiras	E.16	Controle e monitoramento de pontos de venda	Com a diminuição da disponibilidade, vem o aumento da procura, logo é imprescindível que tenha um controle de onde possa vender água para que os preços não se tornem abusivos
Medidas Institucionais	E.17	Redução da oferta em usos públicos (irrigação de parques e jardins, limpeza de ruas, etc.)	Com o quadro de seca próximo, o foco do abastecimento deve ser para consumo, devendo, então, diminuir o fornecimento de água para fins que sejam menos nobres
	E.18	Verificação se planos de emergência foram ativados	Verificação de que as medidas de emergência estão sendo devidamente efetuadas para que não haja erros de execução
	E.19	Fontes alternativas de abastecimento: Carro pipa	Solicitar mais carros pipa para o governo devido ao estado de seca extrema em que se encontra a região

Estado Pós Seca

Classe	Código	Medidas	Descrição
Medidas de Recuperação	PS.1	Desativar as medidas de fornecimento e abastecimento	Desativar medidas tomadas que restringia o fornecimento e o abastecimento gradativamente para que a situação volte aos poucos, evitando desperdícios
	PS.2	Determinar as restrições de uso	Elaborar análise de demanda necessária de setores para liberar concessões de uso das águas
	PS.3	Remoção das tarifas adicionais	Retirada das tarifas adicionais pagas pela população em geral
	PS.4	Não utilização e reestabelecimento das reservas estratégicas e emergenciais	Proibição do uso das reservas estratégias até o reestabelecimento do mesmo
	PS.5	Restauração da mata ciliar	Medidas adicionais que possam ser de restauração da mata ciliar a introdução de espécies de valor ambiental afetado
	PS.6	Zonas hídricas afetadas pela seca	Possibilidade de uma oferta adicional de água de qualidade adequada para zonas que foram gravemente afetadas pela escassez de água
Medidas de Análise e Acompanhamento	PS.7	Análise da situação dos reservatórios	Proceder em reservatórios uma análise da situação da eutrofização e sua relação com a biomassa existente, incluindo explorar a possibilidade de remover essa biomassa em excesso.

	PS.8	Análise da situação dos aquíferos	Acompanhamento e controle da recuperação do nível de águas subterrâneas de massas de água subterrâneas. ade
	PS.9	Catálogo das dificuldades enfrentadas e de conhecimentos adquiridos no período de enfrentamento da seca	Catálogo das dificuldades para análise e estudo de como evita-las em um próximo quadro de seca
	PS.10	Análise da efetividade do sistema de monitoramento e prevenção e aprimoramento do sistema	Avaliar se o monitoramento apresentou resultados esperados e se necessário buscar atualizações para melhorar o sistema
	PS.11	Análise sobre a necessidade de expansão da infraestrutura	Avaliar se o problema foi pela falta de infraestrutura e estudar formas de captação de recurso para começar a expansão da mesma
	PS.12	Avaliação, validação e atualização da gestão de secas estratégicas	Rever as disposições do plano de emergência, tendo em conta o que aconteceu e a evolução de previsão. Qualquer revisão do Plano deve ser acordada com a organização da bacia e as autoridades competentes
	PS.13	Contínuo acompanhamento da situação através de variáveis hidrometeorológicas	Acompanhamento e estudo para análise de quando poderá ocorrer um estado semelhante ou pior que o último
	PS.14	Acompanhamento do consumo pós-seca	Análise do consumo para evitar desperdícios desnecessários, prejudicando o sistema.

APENDICE B – COMPILAÇÃO DAS MEDIDAS

Guía para la elaboración de planes de emergencia por sequía en sistemas de abastecimiento urbano

Medidas Normativas e Pré alerta
Medidas Preventivas
Determinação dos limites de inicio de performances
Desenvolvimento de sistemas de alerta precoce
Parâmetros de monitoramento hidrometeorológico
Avaliação periódica do estado das unidades populacionais
Acompanhamento do consumo
Monitoramento da qualidade da água
Inventário de fontes alternativas de abastecimento
Medidas de gestão e operação do sistema
Desenvolvimento de procedimentos operacionais
Operação integrada e equilibrada das diferentes fontes de abastecimento
Medidas para melhorar a eficiência do sistema .
Manutenção de instalações de abastecimento alternativas
Medidas institucionais
Estabelecer um quadro para a informação e diálogo com as autoridades e instituições responsáveis por cada área.
Estabelecimento de acordos de transferência de direitos de opções de concessão.
Medidas de política
Análise sobre taxas
Decretos ou proclamações sobre limitações ou restrições ao uso da água .
Medidas de vigilância
Medidas para a resolução de conflitos
Medidas de impacto social
Informação do consumidor
Informações para a mídia
Campanhas de persuasão para reduzir o consumo
Promover a informação eficiente
Participação do usuário no planejamento da seca
Limitações do uso da água
Interrupções de racionamento noite
Medidas de impacto ambiental
Reduções no fornecimento de exigências ambientais
Acompanhando a exploração dos aquíferos
Controle das descargas para os rios
Reutilização de água
Medidas para objetivos da reunião
Nomeação de uma comissão ou grupo de trabalho para gerir a situação em diferentes estágios
Disponibilização de recursos financeiros e humanos para resolver a seca
Monitoramento intenso de reservas e consumo
Medidas infraestrutura de atualização e disponibilidades
Execução de obras de emergência
Subsistema de interconexão
Expansão da capacidade produtiva das águas subterrâneas
Abertura de novos poços
Uso dos volumes mortos dos reservatórios
Renovação de instalações ineficientes
Melhorias no processo de purificação e limpeza
Assegurar a disponibilidade poços
Medidas para controlar a situação e os riscos
Aumento do monitoramento de parâmetros hidrometeorológicos
Monitoramento intenso de consumo

Avaliação periódica da situações previsíveis
Monitoramento da qualidade da água tratada na origem
Medidas preparatórias
Planejamento de atividades em cada uma das fases
Planejamento e projeto de campanhas de informação
Desenvolvimento de Padrões e decretos
Avaliação do impacto econômico e social
Avaliação do impacto ambiental
Estudos de fontes alternativas
Avaliação e desenvolvimento de instalações de abastecimento alternativas
Fases de alerta e emergência
Fase 0 (Alerta)
Criação de um comitê de secas
Rever e atualizar o plano de emergência
Criar uma estratégia para gerir a eventual identificação de seca iminente. Indicadores de avaliação e acompanhamento adequado
Examinar e identificar as instituições e entidades envolvidas com algum envolvimento na gestão de secas
Informar aos usuários a situação de escassez e o risco acumulado
Elaboração de um Plano de Comunicação
Preparação das ações e medidas para eventual entrada na fase de emergência
Medidas de acompanhamento da fase de alerta
Emergência Fase 1
Declaração Oficial da seca pelo órgão competente .
Medidas de persuasão para redução voluntária do consumo
Plano de Atualização Comunicação
Medidas para reduzir a água não controlada
Medidas para reduzir as perdas reais em infraestrutura de abastecimento e distribuição
Medidas para aumento da disponibilidade que ocorreriam sob condições naturais
Medidas para a transferência de direitos
Preparação das ações e medidas para a eventual entrada em Fase 2 .
Medidas de acompanhamento da Fase 1
Emergência Fase 2
Avaliação, validação e atualização da gestão de secas estratégicas. Ele irá rever as disposições do plano de emergência, tendo em conta o que aconteceu e a evolução de previsão. Qualquer revisão do Plano deve ser acordado com a organização da bacia e as autoridades competentes.
Plano de Atualização Comunicação
Medidas para reduzir a água não controlada
Medidas para reduzir as perdas reais em infraestrutura de abastecimento e distribuição
Medidas para reduzir o consumo dos usuários. As medidas nesta fase serão necessariamente corretivas e de redução geral induzida. Também será necessário na maioria dos casos recorrer a medidas de execução e acompanhamento individual.
Medidas para aumento da disponibilidade que ocorreriam sob condições naturais
Medidas para a transferência de direitos
Preparação das ações e medidas para a eventual entrada em Fase 3
Medidas de acompanhamento na fase 2
Emergência Fase 3
Declaração de emergência crítica institucional com a ativação dos protocolos correspondentes e comitês de crise .
Plano de Atualização Comunicação
Medidas para reduzir a água não controlada.
Medidas para reduzir as perdas reais em infraestrutura de abastecimento e distribuição
Medidas de racionamento para os usuários consumidores. As medidas nesta fase será necessariamente corretiva , com grande impacto socioeconômico .
Medidas para aumentar a disponibilidade para a garantia baseada no consumo correspondente a esta fase
Medidas para a transferência de direitos .
Medidas para garantir o fornecimento de água potável a montante
Medidas de acompanhamento na fase 3

Guía para la Redación de Planes Especiales de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía

Medidas estratégicas (normalidade)
Alternativas de fornecimento
Novas estruturas de armazenamento
Novos depósitos de recursos
Estudo de reabilitação de zonas de captação fora de uso
Novos elementos de interconexão de sistema
Dessalinização
Reutilização de águas residuais
Mudanças no sistema de gestão
Uso conjunto
Coordenar o funcionamento dos Centros de troca de água Direitos de Uso
Planejamento da exploração temporária de reservas em aquíferos .
Planejamento e modificação das regras de operação do reservatório .
Fornecer as mudanças necessárias na regulamentação
Planejamento inter- coordenação.
Mudança na demanda
Restrições voluntárias e uso obrigatório .
taxas cíclicas modificadas
Mudanças no sistema de irrigação.
Minimização e reuso industrial.
Desenvolvimento de atividades alternativas para o consumidor usa de água
Alterações em relação ao uso de águas públicas
Redução nos requisitos ambientais
Estudo de redução cíclica dos fluxos ambientais
Estudo de medidas alternativas para assegurar padrões de qualidade.
Medidas Táticas (Pré -alerta e alerta)
Alternativas de fornecimento
Ativação de novos depósitos de recursos ou reabilitação de depósitos abandonados
Reordenar extrações
Novos elementos de interconexão de sistema
Exploração de dessalinização
Mudanças no sistema de gestão
Aumento da exploração de esquemas de utilização conjunta das águas subterrâneas
Alteração das regras de operação do reservatório.
Ativar o funcionamento dos Centros de troca de água Direitos de Uso
Ativação inter- coordenação
Mudança na demanda
campanhas de poupança
Restrições voluntárias e uso obrigatório
Mudar as taxas cíclicas
Redução nos requisitos ambientais
Validação da redução cíclica dos fluxos ambientais
Seleção de medidas alternativas para garantir padrões de qualidade
Medidas de Emergência
Alternativas de fornecimento
Exploração de reservas em depósitos de recursos subterrâneos
Dessalinização
Importação de água em barcos
Mudanças no sistema de gestão
Superexploração temporal das reservas de águas subterrâneas
Regras mudam para reservatórios operacionais
Padrões cíclicos
inter- coordenação
Mudança na demanda

restrições de uso obrigatório
Ativar o funcionamento dos Centros de troca de água Direitos de Uso
Mudar as taxas cíclicas
Redução nos requisitos ambientais
Redução de caudais ambientais cíclicas
Aplicação de medidas alternativas para garantir padrões de qualidade

Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía em la Confederación Hidrográfica del Júcar

Pré alerta, alerta e emergência
Oferta
Acelerar o desenvolvimento de novas infraestruturas de seca já programadas e agendadas
Medidas para aumentar os recursos de água subterrânea : extrações de água subterrânea (poços secos ou outras)
Medidas para aumentar os recursos não convencionais : Reutilização e Dessalinização
Medidas para mobilizar recursos alternativos para aquelas fontes com possibilidade de diversificar a fonte de abastecimento, incluindo os potenciais volumes de transferências de água de outros sistemas
Ativação de Direitos de Compensação para garantir o abastecimento urbano
Demanda
Campanhas de conservação de água voluntariamente
A redução do volume de água para irrigação : Campanhas poupança voluntária, reduções na demanda e restrições
Ativação de planos de emergência para o abastecimento de mais de 20.000 habitantes
Meio ambiente
Plano de Monitoramento Ambiental
Plano de Polícia e controle de água pública
Ativação de Direitos de Compensação para evitar a deterioração irreversível das massas de água
Manutenção, como regra geral, os requisitos mínimos de água por razões ambientais estabelecidos no Plano Hidrológico, salvando o abastecimento de água à população
Restrições relativas aos requisitos mínimos de água do ambiente, quando são essenciais para garantir o abastecimento urbano , desde que a restrição não afete condição de ecossistemas, habitat e espécies consideradas altamente vulneráveis a condições de seca
Evite a utilização direta de zonas úmidas de água vulneráveis em situações de seca
Aumentar o controle de apuramento da operação de estações de tratamento de águas residuais, as práticas agrícolas e da qualidade da água
Áreas de remoção e de recolocação de fauna ameaçadas e criação de salvaguardar as espécies aquáticas
Normalidade
Enumerar os regulamentos estaduais ou federais
Estudos para melhorar o conhecimento de massas de águas subterrâneas e aquíferos
Estudos para melhorar o conhecimento do comportamento hidrogeológico das zonas úmidas
Estudos sobre o habitat e situação ideal de diferentes espécies fluviais
Estudos sobre problemas causados pela elevada condutividade
Controle das utilizações da água
Controle de poços secos
Estudos sobre o impacto das alterações climáticas
Estudos sobre o impacto da modernização da irrigação
Efeitos socioeconômicos das reduções dos fluxos de usos diferentes
Pré-Alerta
Campanhas para promover a poupança de água voluntários no fornecimento
Campanhas para promover a conservação da água voluntária entre irrigantes
Acelerar o desenvolvimento de novas infraestruturas de seca
Intensificar o Uso da água controlado
Alerta
Aumento da retirada de águas subterrâneas
Recursos não convencionais : potencial reutilização sustentável
Recursos não convencionais : dessalinização
Considerações sobre o aproveitamento hidrelétrico
Reduzir o volume de água para a irrigação superficial fornecido
Reduzir o volume de água fornecido à superfície do fornecimento
Medidas ambientais: Plano de Vigilância
Emergência
Extrações de água subterrânea : Intensificar extrações
Recursos não convencionais : reutilização do potencial máximo
Recursos não convencionais de dessalinização : Máximo potencial

Fontes alternativas de abastecimento
Considerações sobre aproveitamento hidrelétrico
Restringir o volume de água de superfície fornecido para irrigação
Restringir o volume de água fornecido à superfície do fornecimento
Medidas ambientais: Plano de Polícia e controle de água pública
Recuperação
Desativar as medidas de abastecimento
Determinar as restrições ao fornecimento
Determinar as restrições de uso
Acompanhamento do desenvolvimento do estado ecológico e químico das massas de água de superfície afetadas pela seca proporcionando maior controle para aqueles que têm um valor ambiental elevado
Restauração da mata ciliar
Zonas hídricas afetadas pela seca
Análise da situação dos reservatórios
Análise da situação dos aquíferos

Plan Especial de Actuación em Situaciones de Alerta y Eventual Sequía em la Cuenca Hidrográfica del Elbro

Pré-alerta
Acompanhamento detalhado da situação
Desenvolver previsões
Orientação colheita
Sensibilização sobre racionamento
Informação dos utilizadores
Alerta
Constituição de uma "Comissão Permanente da seca"
Verificação se os planos de emergência foram ativados
Maior controle e acompanhamento de medidas de verificação da conformidade
Intensificação das campanhas de poupança no fornecimento
Redução da oferta em usos públicos (irrigação de parques e jardins, limpeza de ruas, etc.)
Redução do abastecimento agrícola em até 10%
Colocação de poços secos em infraestruturas existentes (sistemas de interconexão, etc.)
Verificação da infraestrutura de seca existente (poços secos, sistemas de interconexão, etc.)
Correção de perdas em redes de abastecimento
Acompanhamento e avaliação de fluxos ambientais
Ativação da compensação dos direitos de concessão, uma vez criado
Intensificação de indicadores de monitorização da qualidade da água e, quando apropriado , o estado das massas de água
Controle e monitoramento de pontos de venda e respeito condicionado
Em grandes esquemas de irrigação que estabelece normas de seca : rateios entre os usuários
Informação para as comunidades autônomas a tomar as medidas que considerem adequadas. A Agência de Bacia pode recomendar aos governos regionais afrouxar as condições gerais de ajuda à agricultura irrigada.
Emergência
Solicitar ao Governo a promulgar um para Decreto Seca
Verificação que fornece os planos de emergência foram ativados
Para o abastecimento de água urbana, quando não tiver o seu plano de emergência, podem impor medidas destinadas a restringir a proibição de consumo em:
i) Rega de jardins, praças, árvores, parques e áreas de esportes, pública ou privada
ii) Irrigação e lavagem de estradas, ruas, caminhos e calçadas, públicas ou privadas
iii) Encher todos os tipos de piscinas para uso privado
iv) Fontes para o consumo humano que não tem elementos de bloqueio automático.
v) Lavagem de todos os tipos de veículos , exceto a limpeza por uma empresa dedicada a esta atividade.
vi) Ar -condicionado e refrigeração em instalações sem recuperação do sistema em execução
Fornecimento dia Cortes em certos períodos
Redução do consumo de irrigação
Adaptação gradual ao regime ambiental natural , tentando proteger esses ecossistemas mais vulneráveis ou mais valiosos
Reforço dos controles sobre as descargas de águas residuais, o funcionamento e as práticas agrícolas e acompanhar de perto os indicadores de qualidade e do estado das massas de água.
Adicionar novos recursos alternativos
A demanda por tratamento de água de efluentes urbanos e industriais com base nos objetivos de qualidade ambiental da água.
Reutilização de água liberada de acordo com as normas vigentes
Instalação de dispositivos em usuários de grandes e médias empresas e os empregos temporários medição
Divulgação de informações e aplicação do regime de sanções permitido por informações de status da seca em campanhas semanal

Municipal Drought Management Plan Guidance Document

Oferta (Mitigação e Estratégia de resposta)
Elementos de gestão do plano de secas
Estabelecer responsáveis principais, objetivos e prioridades
Estabelecer autoridade e processo para declarar uma seca emergencial
Desenvolver fases de seca , pontos de gatilho , e metas de resposta
Preparar leis sobre medidas de seca
Avaliar os impactos da seca históricos
Monitorar indicadores de seca
Monitorar a qualidade da água
Acompanhar a percepção pública e a eficácia das medidas de seca
Melhorar a precisão das previsões de escoamento e abastecimento de água
Resposta de emergência
Declarar uma emergência devido à seca
Restringir ou proibir novas ligações
Solicitar ajuda ao o estado e a federação
Fornecer água de emergência para o bom usuário domestico
Importar água em caminhões ou trem
Medidas para melhorar o abastecimento
Estabelecer reservas de seca
Extrair reservas de seca
Reativar poços abandonados
Desenvolver caudais máximos em poços
Misturar oferta primária de água de menor qualidade para aumentar a oferta
Reabilitar poços de exploração
Empregar dessalinização em águas subterrâneas salobras
Aumentar a utilização de água reciclada
Utilizar água vala ou efluente tratada para irrigação paisagismo e parques
Construir novas instalações para melhorar desvio ou desviar novos suprimentos
Diminuir estruturas de tomada de reservatório
Adquirir armazenamento adicional
Usar reservatório de armazenamento morto
Construção de barragens de emergência
Reativar barragens abandonadas
Semeação de nuvens
Medidas para melhorar a eficiência de distribuição de água
Conserte os vazamentos no sistema de distribuição
Reduzir a pressão do sistema de distribuição
Substituir métodos imprecisos
Instalar medidores em pontos de distribuição de chaves para isolar áreas de uso excessivo e vazamento provável
Minimizar os derramamentos de reservatório
Mudança de operações para otimizar a eficiência e distribuição de suprimentos
Mudar o padrão de armazenamento de água e as operações para otimizar a eficiência
Reduzir a evaporação do reservatório (ou seja, reduzir o armazenamento em reservatórios com altas taxas de evaporação)
Reduzir a infiltração reservatório (ou seja, reduzir o armazenamento em reservatórios com altas taxas de infiltração)
Aumentar a eficiência das instalações de tratamento de água
Gestão de direitos das águas e acordos de cooperação
Retomar os direitos da água que os usuários estão autorizados a utilizar
Comprar água de outras entidades
Alugar direitos de irrigação dos agricultores
Alugar poços particulares
Organizar fornecimento para o comércio
Cancelar concessões municipais de água aos agricultores

Uso de decretos de irrigação
Invocar reservas de seca que permitam redução das necessidades de by-pass
Negociar compras ou "opções"
Renegociar suprimentos contratualmente controlados
Desenvolver transferências de água com outras entidade
Desenvolver banco de água para facilitar a transferência de água em épocas de seca
Desenvolver interligações com outras entidades
Demanda (Mitigação e Estratégia de resposta)
Fornecedor/ Município
Desenvolver campanha de educação pública com as estratégias de gestão de secas a curto prazo e de longo prazo
Identificar os clientes de uso de água de alta e desenvolver metas de poupança de água
Implementar medidas de conservação que também fornecem benefícios de economia de água durante períodos de seca (ou seja, os descontos de dispositivo elétrico de água)
Restringir a emissão de novas ligações
Aplicar sobretaxas de seca
Implementar uma estrutura de taxa modificado para períodos de seca
Realizar auditorias de irrigação em parques municipais e espaços abertos
Educar fornecedor / funcionários municipais sobre como economizar água
Fornecer recursos instrucionais para as empresas no desenvolvimento de um escritório / negócio específico
Plano de mitigação e resposta
Eliminar / reduzir a irrigação em parques Municipal de propriedade do fornecedor
Limitar a rega ao ar livre para momentos específicos do dia
Limitar o número de dias de rega por semana
Definir limite de tempo para regar
Proibir a rega durante o outono, inverno e início da primavera
Converter aspersores de rega de baixo volume de para onde apropriado
Restringir dispositivos de nebulização ao ar livre
Reduzir limpeza de rua, calçada, garagem e lavagem
Limitar / impedir a lavagem de veículos da frota da cidade
Limite o uso de água para treinamento de incêndio
Elimine todos hidrante, exceto as necessárias para segurança pública
Desligue fontes ornamentais em edifícios e parques
Instalar dispositivos elétricos de poupança de água, banheiros, e / ou aparelhos de provedor / edifícios municipais de propriedade
Residencial
Impor restrições de rega paisagem
Limitar a rega ao ar livre para momentos específicos do dia
Limitar o número de dias de rega por semana
Definir limite de tempo para regar
Proibir a rega do gramado durante o outono , inverno e início da primavera
Converter aspersores de rega de baixo volume de para onde apropriado
Restringem dispositivos de nebulização exterior limite
Impor restrições à pulverização de superfícies impermeáveis
Proibir / limite de máquina de lavar roupa
Proibir enchimento de piscinas
Impor restrições de água interiores
Promover o uso de águas residuais
Fornecer meios para auxiliar os clientes na identificação de vazamentos
Proporcionar o uso de água mensal histórico em contas de água
Promover / impor redução da água do ar condicionado
Promover / impor a instalação de equipamentos eficientes de água e aparelhos (ou seja, vasos sanitários, torneiras, etc.)
Comercial
Proibir / limitar o uso de água para construção
Impor restrições de rega paisagem ao ar livre
Promover / exigir auditorias de água interiores e exteriores, onde aplicável

Desligue fontes ornamentais de interior e exterior
Proibir / enchimento limite de uso de piscinas
Promover / impor a instalação de equipamentos eficientes de água e aparelhos (ou seja, vasos sanitários, torneiras, etc.)
Desligue bebedouros públicos
Proibir / limite a concessionária de lavagem de veículos
Impor restrições ao uso da água em lavagens de carro comerciais
Promover / impor serviço de água em restaurantes apenas mediante pedido
Promover / impor redução na frequência de roupa de cama e toalha de lavagem em hotéis
Fornecer recursos instrucionais no desenvolvimento de um plano de negócios / escritório específico conservação
Promover a recirculação da água ar condicionado
Exigir edifícios com recirculação da água de ar condicionado para elevar a temperatura modestamente
Industrial
Proibir / limitar o uso de água em construção
Impor restrições de rega paisagem ao ar livre
Promover / exigem auditorias internas e externas , quando aplicável
Promover / exigir conversão de torres de resfriamento e outros processos de água industrial usando
Promover a recirculação da água ar condicionado
Exigir edifícios com recirculação da água de ar condicionado para elevar a temperatura modestamente
Informação Pública
Informar status das condições de seca atuais e fase seca
Sustentabilidade a longo prazo do sistema de abastecimento de água
Onde os clientes podem acessar plano de mitigação da seca
Medidas e / ou impactos que os clientes podem esperar se a seca continuar ou se intensificar
Fatores que poderiam influenciar o abastecimento de água
Ações do provedor de água para economizar água e / ou adquirir nova água
Recomendações de políticas , requisitos e sanções
Aplicação das políticas de seca
Explicação de aumentos da taxa / custo adicional seca
Aumento de anúncio de incentivos de conservação em planos de conservação e da seca
Dicas de poupança de conservação de água
Dicas de paisagismo durante uma seca
O uso de água cinza onde legal e apropriado
Maneiras de limpar calçadas e outras superfícies duras sem o uso de mangueiras
Maneiras para lavar veículos para minimizar o desperdício de água
Metas de poupança de água e consumo real por cliente individual, cidade e etc.
Instrução aos clientes sobre como configurar um plano de uso da água para suas casas ou negócios
Instruções sobre como controlar o uso da água dentro de casa
Divulgar os esforços de indivíduos e empresas como exemplos de como reduzir o uso de água
Incentive intensa discussão pública e envolvimento da mídia a respeito de maneiras de reduzir o uso da água, minimizando os impactos
Fornecer aos clientes com um cartão de relatório seca no ano ou mensal durante a seca