

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

BEATRIZ COSTA CANAMARY

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS COM ALTA
VARIABILIDADE DE DEFLÚVIOS SUPERFICIAIS:
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O CEARÁ NO NORDESTE DO BRASIL E O LESTE
DA AUSTRÁLIA

FORTALEZA

2013

BEATRIZ COSTA CANAMARY

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS COM ALTA
VARIABILIDADE DE DEFLÚVIOS SUPERFICIAIS:
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O CEARÁ NO NORDESTE DO BRASIL E O LESTE
DA AUSTRÁLIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Ticiania M. Carvalho Studart

FORTALEZA

2013

BEATRIZ COSTA CANAMARY

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS COM ALTA
VARIABILIDADE DE DEFLÚVIOS SUPERFICIAIS:
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O CEARÁ NO NORDESTE DO BRASIL E O LESTE
DA AUSTRÁLIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Recursos Hídricos.

Aprovada em __/__/____

Prof^ª. Ticiania M. de Carvalho Studart (orientadora), Doutor(a)
Universidade Federal do Ceará

Prof^ª. Renata Mendes Luna, Doutor(a)
Universidade Federal do Ceará

Prof^ª. Vanda Tereza Costa Malveira, Doutor(a)
Universidade Estadual Vale do Acaraú

Dedico, especialmente, aos meus pais, Aristóteles e Ana Lúcia, que me ensinaram a vida inteira, que o conhecimento e a riqueza intelectual representam o maior patrimônio humano.

Dedico ainda, aos meus filhos, que, tão pequeninos, souberam compreender, de alguma forma, as horas dedicadas à este trabalho e abdicadas à eles.

E, por fim, aos meus irmãos, pela ajuda, o carinho, o apoio e o incentivo.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Expresso aqui a minha mais profunda gratidão à professora Ticiania, por toda sua orientação, estímulo, apoio e incentivo, com o intuito maior de transmitir e compartilhar seu amplo conhecimento e suas experiências práticas à minha formação, acreditando e investindo em minha capacitação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, a Deus, por me conceder saúde, perseverança e determinação, para a conclusão deste trabalho.

À professora Vanda, maior responsável pela minha paixão à área de Recursos Hídricos, que desde a graduação me orientou e me incentivou a trilhar esse caminho, se fazendo presente em minha vida, de alguma forma, por todos esses anos.

Ao professor Francisco Osny Enéas da Silva, que, com todo seu conhecimento e seus ensinamentos, reafirmou em mim o interesse pela área.

Meus agradecimentos também à Wellington Leitão Filho, que esteve presente, ao meu lado, me dando apoio e incentivo.

Agradeço ainda, às amigas Andréa Cysne e Renata Leitão, que muito me estimulam a investir na área acadêmica, na arte do conhecimento e aprendizado.

E jamais poderia deixar de agradecer à algumas pessoas que estarão guardadas para sempre em minha memória: a Baina, ao amigo Trajano e às Irmãs Concepcionistas do Mosteiro de Santa Beatriz, que estão oram por mim.

*“Somos aquilo que fazemos
repetidamente. Excelência, então, não é
um modo de agir, mas um hábito”*

Aristóteles

RESUMO

As peculiaridades de cada país levam à utilização de mecanismos variados de alocação de recursos hídricos, não havendo uma regra geral para a resolução do problema de escassez de água. O conhecimento dos modelos experimentados internacionalmente, com a identificação de suas respectivas vantagens e desvantagens, são de grande utilidade.

O objetivo principal da gestão dos recursos hídricos é satisfazer a demanda, considerando as possibilidades e limitações da oferta de água. Entretanto, para isso, é necessário o conhecimento de todos os aspectos hidrológicos, climatológicos e físicos da região para realizar um planejamento adequado de oferta hídrica, além do conhecimento da população e dos múltiplos interesses, para um bom dimensionamento da demanda.

Entretanto, quando o sistema hídrico é alimentado por influxos espacial e temporalmente variáveis, que é o que ocorre em regiões semiáridas, a escolha de um modelo eficaz de gestão dos recursos hídricos torna-se ainda mais complexa, devido às incertezas presentes na avaliação dos futuros níveis de água. Nestes casos, as incertezas têm um importante papel na gestão dos recursos hídricos.

Em busca de um estudo mais profundo da gestão dos recursos hídricos nessas regiões de alta variabilidade climática, foram tomados como análise os modelos aplicados no Nordeste Brasileiro e na Austrália. O presente trabalho apresenta a semelhança nas características do clima dessas regiões, a semelhança nos problemas enfrentados por cada uma delas e, finalmente, traça um paralelo, através da análise e comparação dos diferentes métodos de gestão dos recursos hídricos disponíveis.

Palavras-chave: Gestão de Recursos Hídricos. Clima semiárido. Variabilidade. Leste da Austrália. Nordeste Brasileiro. Trajetória dependente.

ABSTRACT

The peculiarities of each country lead to the use of various mechanisms of water allocation. There is no general rule for solving the problem of water scarcity. Understanding the models experienced internationally, identifying their respective advantages and disadvantages are very useful.

The main objective of water management is to attend the demand, considering the possibilities and limitations of water supply. However, for this, it is necessary to know all hydrological, climatological and physical aspects of the region to conduct a proper planning of water supply, beyond the knowledge of the population and the multiple interests, to a good demand sizing.

However, when the water system is supplied by spatial and temporal variability of inflows, as in semiarid regions, the choice of an effective model for water management becomes more complex, due to the uncertainties presented in evaluating future water levels. In these cases, uncertainties have an important role in water resources management.

In the matter of a deep study of water resources management in these regions of high climate variability, models applied in Northeast Brazil and Australia were used as analysis. This paper presents the similarity of climate aspects, the similar problems faced by each region, and finally draws a parallel comparing different methods of available water management.

Keywords: Water Resources Management. Semiarid climate. Variability. Eastern Australia. Brazilian Northeast. Path dependence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Regiões semiáridas no mundo (Fonte: http://www.syngentafoundation.org , 2012, modificada)	21
Figura 2.2 – Fenômenos que influenciam o clima na Austrália (Fonte: BOM, 2011).	23
Figura 4.1 – Regiões áridas e semiáridas na Austrália. (Fonte: http://www.terreview.gov.au , 2010, modificada).	44
Figura 4.2 – Temperatura média máxima e mínima da Austrália (Fonte: Bureau of Meteorology, em 2010).	45
Figura 4.3 – Evaporação Média Anual na Austrália (BOM, 2010).	48
Figura 4.4 – Recarga média anual de mananciais superficiais (NLWRA, 2011).....	49
Figura 4.5 – Regiões de mananciais superficiais (NLWRA, em 2010).	50
Figura 4.6 – Mananciais subterrâneos da Austrália (NLWRA, 2010).....	52
Figura 4.7 – Geologia da Austrália (Geoscience of Australia, 2013, modificado).	53
Figura 4.8 – Região Semiárida do Nordeste Brasileiro (Fonte: IBGE, em 2012).	54
Figura 4.9 – Temperatura na região Nordeste (Fonte: www.ageitec.com.br , em 2013).....	56
Figura 4.10 – Precipitação média na região Nordeste (Fonte: www.ageitec.com.br , modificada)	57
Figura 4.11 – Geologia da região Nordeste (Fonte: www.ageitec.com.br , modificada)	58
Figura 4.12 – Vazão de mananciais superficiais da região Nordeste (Fonte: www.ageitec.com.br , modificada)	59
Figura 5.1 – A evolução dos mercados de água na Austrália (NWC, 2011).	60
Figura 5.2 – River Murray Water Agreement (NWC, 2011).	64
Figura 5.3 – Títulos e alocações de água comercializados na Austrália em 2009-10 (Fonte: NWC, 2011).....	81
Figura 6.1 – A evolução da gestão dos recursos hídricos no Estado do Ceará.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Objetivos e princípios da alocação da água. Adaptado de Wang (2005).....	33
Tabela 4.1 – Temperatura média máxima e mínima em estados da Austrália (BOM, 2011)	46
Tabela 4.2 – Precipitação média anual e coeficiente de variação da precipitação (CV).....	47
Tabela 4.3 – Alguns dos principais sistemas hídricos do mundo (Encyclopedia Britannica, Volume 26, 846)	50
Tabela 4.4 – Recursos hídricos superficiais da Austrália por bacias hidrográficas (NLWRA, 2011)	51
Tabela 4.5 – Temperatura média máxima e mínima em cidades do Ceará (Instituto Nacional de Meteorologia, 2012)	55

LISTA DE SÍMBOLOS

CV - Coeficiente de variação

COAG – Council of Australian Governments

ENOS – El Niño Oscilação Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

OIP – Oscilação Interdecenal do Pacífico

ODP – Oscilação Decenal do Pacífico

DOI – Dipolo do Oceano Índico

MAS – Modo Anular Sul

OAA – Oscilação Antártica

OMJ – Oscilação Maiden Julian

NWI – National Water Initiative

IOCS – Inspetoria de Obras Contra a Seca

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos

COGERH – Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará

ANA – Agência Nacional de Águas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Formulação do Problema	16
1.2	Organização do Trabalho	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Variabilidade Climática em Regiões Semiáridas	19
2.1.1	Austrália	22
2.1.2	Nordeste Brasileiro	26
2.2	Modelos de Gestão de Recursos Hídricos	29
2.2.1	Conceitos básicos	30
2.2.2	Alocação – Princípios e Objetivos	32
2.2.3	Direito de Uso da Água – Tipologia	33
2.2.4	Mecanismos de Alocação de Água	34
2.2.5	Alocação e realocação em regiões semiáridas – Experiências internacionais	37
2.3	Economia Institucional	40
3	METODOLOGIA	43
4	CARACTERÍSTICAS HIDROCLIMATOLÓGICAS	44
4.1	Austrália	44
4.2	Estado do Ceará no Nordeste Brasileiro	53
5	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA AUSTRÁLIA	60
5.1	Fase de Exploração (1788-1900)	61
5.2	Fase de Expansão e Desenvolvimento (1900-1980)	63

5.2.1	Sistemas de licenciamento e controles sobre a propriedade da água	66
5.3	Fase de Maturação – Emergência por Mercados de Água (1980-1994)	67
5.4	Fase de Maturação – Expansão dos Mercados de Água (1994-2007)	73
5.5	Elementos para o Projeto de Mercados de Água	75
5.6	Gestão para a Sustentabilidade Ambiental (a partir de 2007)	78
5.6.1	Modelos de alocação e transação	80
6	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO CEARÁ – NORDESTE BRASILEIRO	82
7	CONCLUSÕES	90
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

1 INTRODUÇÃO

Há algumas décadas não havia a percepção da limitação da água. Eram poucos os usos e os usuários; não havia conflitos entre os mesmos. Com o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico verificados, principalmente no Século XX, a água foi sendo disputada em praticamente todo o mundo. Há quem afirme que a água será a “*commodity*” do século XXI.

Até pouco tempo, o problema da escassez de água era abordado apenas pelo lado da oferta. A solução era disponibilizar volumes crescentes de água que pudessem acompanhar o crescimento contínuo da demanda. Entretanto, através desta prática foram vivenciados alguns problemas graves, como: o custo para a criação dessas estruturas hídricas; a oferta de água à população de forma igualitária e o aumento indiscriminado da demanda, que não estimula o uso racional da água, levando ao desperdício. Assim, chegou-se à conclusão de que o enfoque pelo lado da oferta não se constituía a estratégia mais adequada para combater a escassez de água, sendo necessária a gestão da sua demanda, embora as duas formas não sejam excludentes (Campos et. al, 2000).

O aumento de eficiência no uso significa, basicamente, redução do desperdício. Portanto, a eficácia na gestão dos recursos hídricos disponíveis tornou-se, indiscutivelmente, uma questão de sobrevivência do Homem.

Em algumas regiões do Planeta, a escassez proveniente de usos crescentes e conflitantes é, ainda, potencializada por secas frequentes, originadas de condições climáticas e hidrológicas adversas, e que apresentam uma enorme incerteza nas suas precipitações. São classificadas como regiões semiáridas. Estimativas mostram

que elas ocupam cerca de um terço da superfície terrestre, abrigando mais de um bilhão de pessoas.

Dentre essas regiões, o presente trabalho destacará o Estado do Ceará situado no nordeste brasileiro e o leste da Austrália. Ambas se caracterizam pela alta variabilidade na distribuição de chuvas, tanto no espaço como no tempo (intra e interanual), altos índices de evaporação, predominância de rios intermitentes, com elevados coeficientes de variação de vazão. Tais características fazem com que essas regiões semiáridas vivam a incerteza do armazenamento de água e a certeza da crescente demanda, fazendo com que o gerenciamento dos recursos hídricos torne-se uma questão cada vez mais desafiadora.

1.1 Formulação do Problema

As regiões semiáridas do Brasil e da Austrália apresentam características hidroclimatológicas bastantes semelhantes e enfrentam as mesmas dificuldades, como secas severas, incerteza da disponibilidade hídrica e crescente escassez de água.

No que se refere à solução deste problema, o nordeste do Brasil sempre foi visto pelo governo central como uma área monocromática, e as políticas públicas no setor de recursos hídricos refletiram este olhar, sendo sempre de caráter regional. Sua política de gestão passou por diversas fases de evolução até se implantar um modelo de gestão mais eficiente, que pudesse atender à demanda. As fases tiveram características mais emergenciais e foram classificadas como: Fase Império, para compreender as manifestações climáticas causadoras de secas em busca de soluções para minorar seus efeitos; Fase Hidráulica, focando-se na construção de

infraestrutura hídrica; Fase SUDENE, para dar suporte ao processo de implantação dessas novas infraestruturas; e a Fase Estado, caracterizada pela transição da complementação da infraestrutura hídrica e sua gestão (Taddei et. al., 2007). Esta última fase, que se inicia no final da década de 1980, coincide com a promulgação da Constituição Federal, a qual passa muitos poderes para os Estados da Federação. A partir de então, cada ente foi tomando seu próprio caminho. Para analisar a Fase Estado na gestão dos recursos hídricos da Região Nordeste, foi tomado como exemplo o Estado do Ceará, inserido no Semiárido Brasileiro e pioneiro a instituir sua política das águas em 1992.

Da mesma forma, a evolução da política de gestão de água na Austrália, foi marcada por diversas fases. Após a colonização da Inglaterra em 1788, a Austrália iniciou com a Fase de Exploração, onde a população adotava o sistema ribeirinho como único direito de acesso à água. Percebendo que o sistema ribeirinho – onde a população sem acesso à água naturalmente já adotava mecanismos de troca –, não atendia à demanda, foi iniciada a Fase de Expansão e Desenvolvimento, caracterizada pela construção desenfreada de infraestrutura hídrica para suportar a demanda. Contudo, com as secas frequentes e a falta de regras claras e critérios de alocação, as novas fontes hídricas ainda não eram suficientes, dando início à Fase de Escassez e Emergência por Mercados de Água. Sua evolução deu início à Fase de Maturação e Expansão dos Mercados e, finalmente, a partir de 2007, a política nacional da água na Austrália entra para a Fase de Transição para Sustentabilidade Ambiental, visando, sobretudo, a preservação do meio ambiente.

Assim, a presente pesquisa procura traçar as semelhanças hidrológicas entre as regiões semiáridas da Austrália e do Brasil e fazer um paralelo entre os modelos de

gestão de água nessas duas regiões, possibilitando a troca de experiências de projetos ou planos implantados em cada uma delas. Por se tratar de países com culturas distintas, provenientes de diferentes colonizações, cada um traçou diferentes trajetórias.

1.2 Organização do Trabalho

O trabalho foi organizado em sete capítulos. O presente capítulo trata da formulação do problema e discorre a maneira como o documento foi estruturado.

O Capítulo II apresenta uma revisão bibliográfica sobre a variabilidade climática em regiões semiáridas, destacando o Ceará e o Leste da Austrália; sobre conceitos de gestão de Recursos Hídricos e modelos implementados em diferentes regiões do mundo; e o conceito de Economia Institucional.

O Capítulo III descreve a Metodologia do Trabalho adotada para as análises e conclusões.

O Capítulo IV descreve as características hidroclimatológicas das regiões semiáridas do Brasil e da Austrália. Neste capítulo, é feita uma breve abordagem dos principais mecanismos climatológicos, suas interações e os impactos que causam nas duas regiões, caracterizando-as com alta variabilidade climática.

Os Capítulos V e VI descrevem a evolução dos modelos de Gestão de Recursos Hídricos implementados na Austrália e no Ceará, respectivamente.

E finalmente, o Capítulo VII apresenta as conclusões desta pesquisa para futuros estudos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo será apresentado em três pilares distintos. O primeiro trata da variabilidade climática em regiões semiáridas, destacando o leste da Austrália e o Ceará e os principais sistemas meteorológicos que provocam essa variabilidade. O segundo pilar descreve conceitos e modelos de gestão de Recursos Hídricos, citando, como exemplo, experiências internacionais de regiões semiáridas. E o terceiro, descreve o conceito de Economia Institucional, abordando sua influência sobre a seleção de modelos de Gestão.

2.1 Variabilidade Climática em Regiões Semiáridas

Embora o objetivo principal do presente trabalho seja a avaliação de diferentes modelos de gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas, especificamente no Brasil e na Austrália, o conceito de incertezas requer bastante atenção, visto que a alta variabilidade climática gera um grande aumento de incertezas e quanto maior o grau de incertezas, maior o grau de complexidade na escolha e implantação de modelos de gestão de recursos hídricos e de tomadas de decisão.

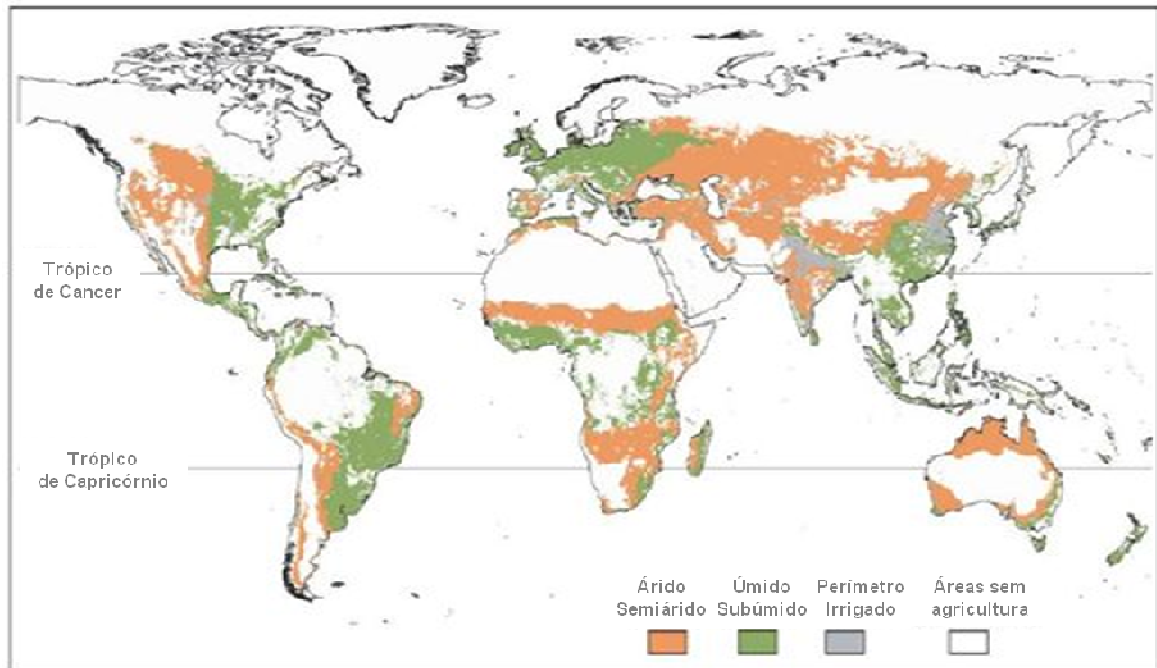
Segundo o dicionário Aurélio, “variabilidade” significa qualidade de variável, disposição para variar, inconstância, volubilidade. No que se refere à variabilidade climática, a ciência descobriu que o clima varia naturalmente, independentemente das ações antrópicas, ou seja, mesmo que o ser humano não habitasse o planeta, as estações do ano não teriam sempre as mesmas temperaturas. Isso porque, antes de qualquer coisa, o clima é dependente da intensidade da radiação solar.

A variabilidade climática é uma das maiores fontes causadoras de incertezas na gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas.

Vincens et al. (1975) apud Studart (2000) propuseram uma metodologia para a classificação de incertezas inerentes a modelos matemáticos, sendo: Incertezas do Tipo I - ocasionadas pelo desconhecimento do verdadeiro modelo que rege o processo natural; Incertezas do Tipo II - geradas na avaliação dos parâmetros dos modelos matemáticos e Incertezas do Tipo III - aquelas inerentes aos processos naturais. No caso de regiões semiáridas, as incertezas do Tipo III são fruto da alta variabilidade climática, característica típica dessas regiões. É claro que, quanto maior o grau de incerteza, maior a dificuldade na escolha de modelos de gestão dos recursos hídricos.

A Figura 2.1 apresenta as regiões de climas semiáridos em todo o mundo, representadas por regiões como: oeste dos Estados Unidos, região sul e central da África, regiões da Austrália, nordeste brasileiro, Índia, Arábia Saudita, Espanha, México, Chile, Marrocos, e outros.

Figura 2.1 – Regiões semiáridas no mundo



Fonte: <http://www.syngentafoundation.org>, modificada (2012)

As regiões semiáridas representam quase um terço da superfície do planeta, abrigando mais de um bilhão de pessoas e sendo responsáveis por quase 22% da produção mundial de alimentos. São áreas importantes pela extensão de terras, pelo contingente populacional e potencial econômico envolvidos, assim como pelos desequilíbrios que podem provocar, quando mal manejadas, no clima e na biodiversidade.

Apesar do grande potencial produtivo destas regiões, uma série de fatores históricos e estruturais vem condicionando os padrões de organização social e exploração dos recursos naturais nestas áreas, provocando perdas econômicas e ambientais significativas, destruindo a produtividade da terra e contribuindo para o aumento da pobreza.

O presente capítulo discorre sobre as causas da variabilidade climática de duas regiões semiáridas: o nordeste Brasileiro, destacando o Estado do Ceará, e o leste da Austrália.

2.1.1 Austrália

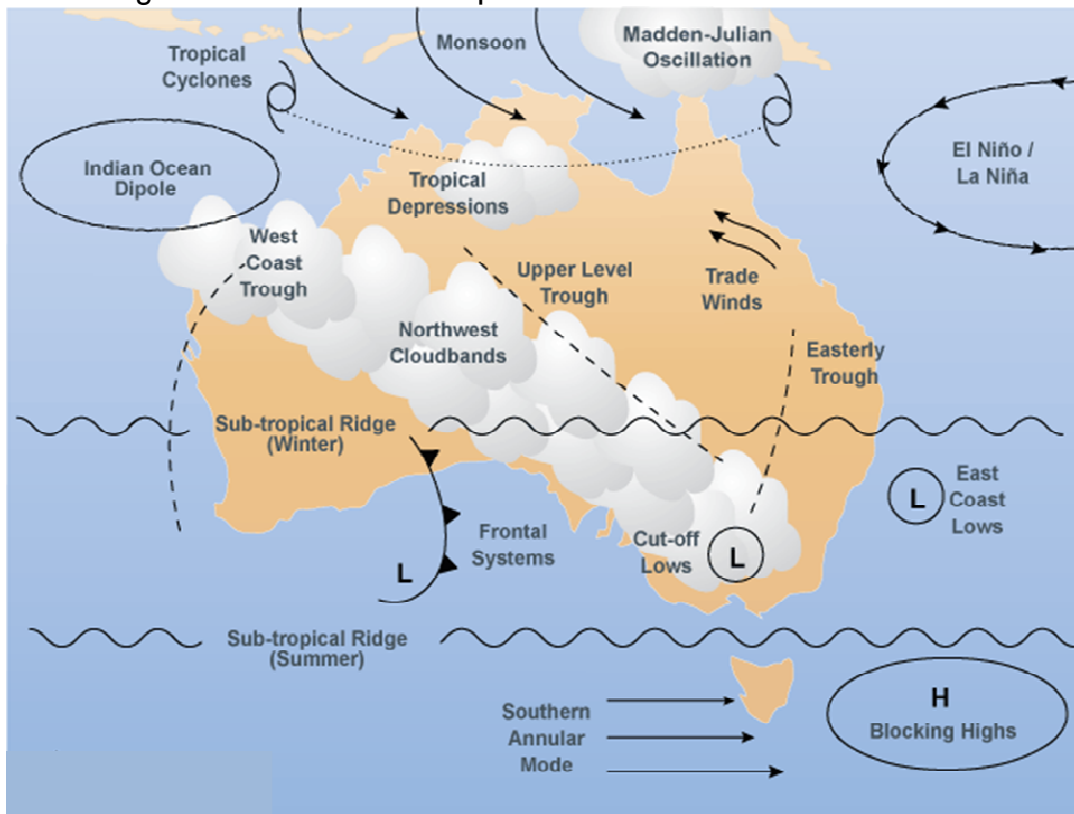
Os primeiros estudos científicos sobre o clima da Austrália foram feitos por Jevons em 1859 (Nicholls, 1997), que, inicialmente, observou a temperatura atmosférica, através do monitoramento, durante 16 anos, das temperaturas diurna e noturna, em diferentes localidades e concluiu que a temperatura média anual na Austrália era quase que invariável.

Em relação às chuvas, Jevons concluiu que sua variabilidade interanual era muito grande. Tratando-se do Oeste da Austrália, o autor concluiu que as chuvas apresentavam menor variabilidade do que nas demais áreas, pois essa região não experimentava longos períodos de seca, como no restante do país. (Nicholls, 1997).

Quanto aos cursos d'água, Jevons observou que os mesmos variavam tão quanto às chuvas, por estarem diretamente relacionados. Observou ainda que a oeste e sudoeste do continente quase não havia presença de rios, e as regiões nordeste e sudeste possuíam uma grande bacia hidrográfica.

Taschetto et. al., (2009) também afirma que as chuvas em toda a Austrália exibem um alto índice de variabilidade e o clima em todo o continente é extremamente afetado pelos oceanos que o circundam.

Figura 2.2 – Fenômenos que influenciam o clima na Austrália



Fonte: BOM (2011).

Em termos de interação oceano-atmosférico, uma das mais expressivas contribuições para a variabilidade interanual na precipitação do continente, em especial nas regiões sudeste, norte e leste, vem dos efeitos do El Niño Oscilação Sul (ENOS). Eventos quentes de El Niño são geralmente seguidos por precipitações abaixo da média sobre o leste e nordeste da Austrália (Lau et. al., 2006).

A Temperatura Superficial do Mar (TSM) no Oceano Índico também têm um grande impacto sobre os padrões de chuva em grande parte da Austrália. Em geral, a temperatura superficial mais quente do Oceano próximo ao continente pode aumentar o índice de precipitação, e quando essa temperatura está mais fria do que a média pode resultar na diminuição das chuvas.

O Dipolo do Oceano Índico (DOI) causa uma variabilidade interanual no padrão de chuvas no continente. Quando o DOI está em fase positiva, a TSM em torno da Indonésia está mais fria do que a média e mais quente no oposto, à oeste da Austrália. Há, então, um aumento nos ventos de leste em todo o Oceano Índico em associação a esse padrão de TSM, reduzindo a convecção em áreas próximas à Austrália, causando uma supressão das chuvas no oeste. Durante a fase negativa ocorre o inverso, resultando em um aumento na precipitação na mesma região (Saji et. al., 1999). O DOI também causa variação das chuvas na região sudeste (Risbey et. al., 2009).

Na zona intertropical do Hemisfério Sul a circulação geral da atmosfera é dominada por fortes ventos de oeste em latitudes médias. Há grande variação na intensidade e na posição desses ventos. Esse padrão característico de variabilidade nos ventos de oeste é conhecido como o Modo Anular Sul (MAS).

Segundo Hall et. al. (2002) e Murphy et. al. (2008), o MAS, também é conhecido como Oscilação Antártica (OAA), tem um grande impacto nos ventos superficiais, na temperatura superficial dos oceanos, no degelo e nos fluxos de calor. Ele afeta as variações interanuais e interdecadais das chuvas na região sudeste e sudoeste da Austrália (Risbey et. al., 2009).

O MAS é representado por um índice com base na diferença de pressão entre as latitudes 40° S e 65° S. A fase positiva do MAS está associada a um aumento na intensidade dos ventos de oeste e de mudança de direção, no sentido às regiões polares, causando fortes chuvas. Como resultado desse padrão de ventos, os sistemas de alta pressão intertropicais que migram de oeste para leste em torno de

latitude 30° afastam-se do equador, afetando as condições meteorológicas locais. O inverso ocorre durante a fase negativa do MAS: os ventos de oeste são mais fracos e situados mais próximos à linha do equador, com fraca incidência de chuvas e frentes frias mais localizadas nas regiões subtropicais (Taschetto et. al., 2009).

Um dos principais fenômenos observados que causam variabilidade intersazonal de chuvas na Austrália são os *Blocking Highs*. Fenômenos causados por uma anomalia na circulação dos ventos fortes que sopram em camadas de ar muito elevadas, de alta pressão, e interrompem o fluxo de sistemas meteorológicos, impedindo que massas de ar se instalem na região sul da Austrália. (Risbey et. al., 2009).

Outro fenômeno de grande influência na variabilidade intersazonal são os *East Coast Lows*, sistemas intensos de baixa pressão que ocorrem, em média, várias vezes no ano, ao longo da costa leste, em particular do sul de Queensland, New South Wales (NSW) e Victoria, trazendo chuvas torrenciais e rajadas de ventos fortes. (Risbey et. al., 2009). São configurados como um dos sistemas meteorológicos mais perigosos que afetam essa região.

Há também os *Cutt-off Lows*, sistemas de baixa pressão que afetam as chuvas na região sul do continente (Risbey et. al., 2009).

A *Subtropical Ridge* é uma característica dinâmica da circulação geral da atmosfera. Sua mudança de posição afeta a variação intersazonal das chuvas na Austrália e está presente durante todo o ano, tendo maior efeito sobre as regiões sul e central da Austrália. Encontra-se, na maior parte do ano, sobre a região central, suprimindo as atividades de frentes frias. À medida que se aproxima dessa região, as frentes

frias associadas aos sistemas de baixa pressão começam a aumentar no sul do continente (Risbey et. al., 2009).

Outro mecanismo observado é a Oscilação Maiden-Julian (OMJ). Assim como o El Niño é o principal modelo de variabilidade interanual no Oceano Pacífico, a OMJ é o modelo de variabilidade intersazonal na atmosfera tropical. (Murphy et. al., 2008). É um mecanismo que está associado à variações de vento, nebulosidade e pluviosidade, afetando principalmente as chuvas no norte do continente (Risbey et. al., 2009).

2.1.2 Nordeste Brasileiro

Anjos et. al. (1994) indicam que a variabilidade climática ocorre em diferentes escalas de tempo, onde as variabilidades interanual e intersazonal são as que representam maior impacto sobre as chuvas na região semiárida do Nordeste Brasileiro.

Devido à sua posição geográfica, a região poderia apresentar uma distribuição pluviométrica semelhante à de outras regiões próxima ao Equador. Porém, sua precipitação média anual é bem inferior à precipitação média equatorial, apresentando em quase toda a sua totalidade, baixos índices pluviométricos (Moura et. al., 1981).

Hasternrath et. al. (1977) afirma que a semiaridez da região é devido à adjacência à Floresta Amazônica, onde ocorrem movimentos convectivos amplos e intensos, sendo um dos ramos ascendentes da Circulação de Walker. O ar ascendente sobre a Amazônia adquire movimento anticiclônico nos níveis altos, diverge e parte dele desloca-se para leste, criando o ramo descendente e uma forte inversão

psicotérmica. O centro de subsidência se posiciona sobre o Atlântico Sul, se estendendo até o Nordeste Brasileiro.

A variabilidade interanual está associada a variações de padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico, modulando as chuvas da região (Hastenrath et. al., 1977; Moura et. al., 1981).

Os principais fenômenos de grande escala que afetam a variabilidade interanual são o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e o dipolo de pressão e temperatura do Oceano Atlântico.

Dentre os fenômenos atmosféricos que afetam a variabilidade intersazonal das chuvas na região, estão sistemas transientes como oscilações de 30-60 dias (SRH, 2004), vórtices ciclônicos de ar superior, distúrbios ondulatórios de leste (Goswami et. al., 1994), linhas de instabilidade associadas à brisa marítima e instabilidades termodinâmicas locais induzidas por aquecimento diferencial da superfície, convergência de umidade e convecção. Tais fenômenos contribuem para modular a distribuição temporal da pluviometria, ocasionando períodos de estiagem intercalados por ocorrências de precipitações mais abundantes.

A ZCIT, cujo posicionamento latitudinal guarda estreita relação com o gradiente meridional de TSM sobre o Atlântico Tropical (Moura et. al., 1981) e Pacífico Equatorial (Mechoso et al., 1990), apresenta flutuações nas escalas de tempo intersazonal.

Uvo et. al. (1998) afirma que a ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuante nos trópicos, sendo parte integrante da circulação geral da atmosfera. É um verdadeiro cinturão de baixa pressão, que se desloca na direção meridional, formado sobre os oceanos equatoriais, sendo uma faixa para onde os ventos alísios dos dois Hemisférios convergem. Constitui uma banda de grande convecção, altos índices de precipitação e movimento de ar ascendente.

A ZCIT alcança sua posição mais ao norte durante o verão do Hemisfério Norte e a sua posição mais ao sul entre os meses de janeiro a abril, situando-se sobre as regiões norte e central do Nordeste Brasileiro (Ceará, oeste do Rio Grande do Norte e interior dos Estados da Paraíba e Pernambuco), que caracterizam a região semiárida, coincidindo também com o aparecimento de Linhas de Instabilidade.

As áreas da costa leste (do leste do Rio Grande do Norte até o sul da Bahia) recebem a máxima precipitação durante maio e junho, e são influenciadas pelo escoamento médio e brisas terra-mar, pelos aglomerados convectivos que se propagam para oeste, pelos vórtices ciclônicos de ar superior (VCAS) e pelos remanescentes dos sistemas frontais na parte sul. (Studart, 2002).

Como afirma Kousky et. al. (1994) os vórtices constituem sistemas de baixa pressão, cuja circulação ciclônica fechada caracteriza-se por baixas temperaturas em seu centro (com movimento subsidente de ar seco e frio) e temperaturas mais elevadas em suas bordas (com movimento ascendente de ar quente e úmido). Com relação às características de tempo associadas a estes sistemas, observam-se condições de céu claro nas regiões localizadas abaixo de seu centro e tempo chuvoso nas regiões abaixo de sua periferia. Em geral as partes sul e central do nordeste Brasileiro

apresentam diminuição de nebulosidade à medida que o vórtice se move para a costa; a parte norte, por sua vez, experimenta um aumento de nebulosidade associada a chuvas fortes.

As zonas frontais – regiões de descontinuidade térmica separando duas massas de ar de características diferentes – são, em geral, zonas de transição entre uma massa de ar quente (menos densa) e massa de ar frio (mais densa). A penetração de sistemas frontais no nordeste Brasileiro ocasiona prolongados períodos de chuvas no centro-sul da Bahia e desempenham um importante papel no seu regime de precipitação, cujo máximo é atingido nos meses de Dezembro e Janeiro. (Siqueira et. al., 2010).

2.2 Modelos de Gestão de Recursos Hídricos

A crescente demanda por água de boa qualidade em um contexto de limitações na oferta tem motivado à sociedade a pesquisar novos modelos legais e institucionais de gestão de recursos hídricos. A formulação e aperfeiçoamento de modelos que conduzam o processo de alocação de águas a um maior nível de eficiência tem tido uma especial atenção por parte de pesquisadores e de formuladores de políticas de água (Campos et. al, 2000).

Existe um número infinito de modelos de gestão dos recursos hídricos. Eles podem variar nas características daqueles que tomam decisões – o governo, os usuários de água, um órgão independente ou todos os atores, na definição dos direitos à água – personalizado, vinculado à terra, transferível, intransferível, quantificação absoluta ou proporcional à vazão atual e na alocação inicial baseada em ordem de prioridade

de chegada, critérios administrativos e técnicos, ou leilões. As combinações possíveis são infinitas (Kemper et. al, 2005).

2.2.1 Conceitos básicos

Muitas teorias foram e continuam sendo desenvolvidas para tratar da questão da alocação de recursos em regime de escassez. Neste contexto, o enfoque principal está em identificar a melhor metodologia de alocação. Através do enfoque nos processos que formam um sistema de alocação, que engloba desde as atividades de avaliação das disponibilidades até as atividades de realocação, as quais somente têm lugar após o comprometimento de todos os recursos, são definidos conceitos básicos que regem o processo de alocação de águas, tais como (Campos et. al., 2000):

Classes de uso: São as modalidades nas quais os técnicos de recursos hídricos dividem os usos da água. As principais classes são: usos consuntivos, quando há consumo efetivo da água (abastecimento urbano, irrigação e abastecimento industrial); uso não consuntivo, quando não há consumo de água (recreação, geração de energia elétrica e assimilação de esgotos).

Usuário: Aquele que, por direito proveniente de uso, frui as utilidades da coisa. No caso em pauta, o usuário não é, necessariamente, uma pessoa física ou uma empresa. Um conjunto de pessoas e/ou empresas, pode formar um único usuário com vistas à alocação de águas, como, por exemplo, um distrito de irrigação.

Alocação: Representa o ato de distribuir um determinado recurso entre usuários. O usuário passa a ter um direito de uso daquela quantidade que lhe foi alocada.

Alocação Inicial: Representa a primeira distribuição, entre os diversos usuários, da totalidade das disponibilidades hídricas conhecidas. Normalmente acontece conforme a organização do sistema institucional de gestão de recursos hídricos.

Realocação: Representa o ato de redistribuir um determinado recurso, anteriormente alocado. A realocação procura redirecionar o uso do recurso escasso para novo objetivo, procurando acompanhar a dinâmica da Sociedade. O mercado de águas é um instrumento de realocação.

Transferência temporária da água: Consiste em transferir, pelo titular do direito de uso da água, em caráter temporário, uma parte ou a totalidade das águas sobre a qual tem direito. Essa transferência pode se dar, por exemplo, em momentos de secas.

Transferência do direito de uso da água: Ocorre quando o titular do direito de uso da água transfere, em caráter definitivo, uma parte ou a totalidade das águas sobre a qual tem direito. Essa transferência requer uma sanção legal para assegurar ao comprador, definitivamente, o direito de uso da água.

Custos de transações de águas no mercado: As transferências de direito de usos da água no mercado envolvem um custo que, por vezes, chega a inviabilizá-las. Os principais custos são: i) custos da infraestrutura física necessária para medir e transportar a água, incluindo as perdas por infiltração e evaporação, quando houver; ii) custos da procura de compradores e de negociação do contrato; iii) custo de validar a posse legal do direito de uso (Campos et. al, 2002).

No último quartil do Século XX, principalmente após a difusão do conceito de desenvolvimento sustentável, governantes, estudiosos e a sociedade em geral passaram a buscar, em medidas não estruturais, um novo modelo de gestão de águas. Nessa nova teoria foram firmados princípios e instrumentos de gestão.

Os instrumentos para a gestão da demanda podem ser classificados em três grandes grupos, segundo Campos et. al. (2000).

- Medidas conjunturais
- Incentivos
- Intervenção direta.

As medidas conjunturais são formadas por arranjos legais e institucionais, privatização e políticas macroeconômicas.

Os mecanismos de alocação de água são baseados em objetivos específicos, fundamentados em princípios que os regem. A partir desses objetivos, são identificados os direitos de uso da água classificados por doutrinas. Esses conceitos são apresentados a seguir:

2.2.2 Alocação – Princípios e Objetivos

De acordo com Wang (2005), o objetivo principal da alocação de água é o de maximizar os benefícios da água para a sociedade. Esse objetivo pode ser subdividido em aspectos sociais, econômicos e ambientais. Cada um desses objetivos pode ser regido por princípios como: equidade, eficiência e sustentabilidade, classificados de acordo com a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Objetivos e princípios da alocação da água

Objetivo	Princípio	Resultado
Social	Equidade	Responde às necessidades sociais: <ul style="list-style-type: none"> • Água para consumo humano. • Água para saneamento básico. • Água para garantir os alimentos.
Econômico	Eficiência	Maximiza o valor econômico da produção. <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da agricultura e da indústria. • Geração de energia. • Desenvolvimento regional.
Ambiental	Sustentabilidade	Mantém a qualidade ambiental. <ul style="list-style-type: none"> • Manutenção da qualidade da água. • Preservação da fauna e flora. • Adoção de valores estéticos e naturais.

Fonte: Wang (2005).

2.2.3 Direito de Uso da Água – Tipologia

Em geral, cada país tem desenvolvido seus próprios direitos de uso da água para resolver questões de planejamento, desenvolvimento, alocação e distribuição dos recursos hídricos. Esses direitos podem ser classificados, basicamente, a partir de três doutrinas principais: Ripariana, Apropriativa e Alocação Pública (Pabón, 2009) (Tabela 2.2):

Tabela 2.2 – Direitos de uso da água

Doutrina de Uso da Água	Descrição
Ripariana	A água pertence ao proprietário da terra adjacente ao rio. Esse sistema é adotado na parte leste dos Estados Unidos.
Apropriativa	É baseado na doutrina da apropriação, na qual o direito à água é adquirido pelo usuário efetivo, sendo as prioridades estabelecidas pela data de primeira utilização. Esse sistema é adotado na parte oeste dos Estados Unidos, uma região tipicamente árida.
Alocação Pública	Envolve a distribuição administrada da água, e ocorre em países de “lei civil”, que derivam seu sistema legal do código napoleônico, como França, Itália, Espanha, Portugal e os países sob sua influência histórica.

Fonte: Pabón (2009).

Na concepção básica da doutrina ripariana, o direito à água pertence ao proprietário da terra adjacente ao rio. Já a doutrina apropriativa trata a água como propriedade privada. Nesse sentido, o usuário se apropria da água de acordo com o princípio *“first in time, first in right”*. Os usuários que chegaram primeiro serão atendidos prioritariamente que os que chegaram depois. Na alocação pública, a água é considerada um bem público e o Estado é o dono das águas. Nesse sistema, os direitos de uso da água são alocados administrativamente mediante permissões do governo (Pabón, 2009). O Brasil, de maneira geral, utiliza essa doutrina de direito de uso da água e Austrália, ripariana.

2.2.4 Mecanismos de Alocação de Água

Os direitos de uso da água e os princípios de alocação discorrem sobre os princípios gerais da distribuição da água, provendo as bases para os mecanismos

institucionais de alocação dos recursos hídricos. Dinnar et al. (1997) sugere a existência de quatro mecanismos institucionais de alocação de água, discorrendo sobre as suas vantagens e desvantagens, sendo estes: fixação do preço baseada no custo marginal, alocação de água por uma instituição pública, mercados de água e alocação baseada nos usuários. Na prática, a maioria dos países apresenta uma combinação desses mecanismos (Wang, 2005).

a) Fixação do preço baseada no custo marginal:

O preço da água é igual ao custo marginal de suprimento da última unidade de água. Uma alocação que iguale o preço unitário da água (o preço marginal da água) com o custo marginal é considerada economicamente eficiente, ou socialmente ótima. A vantagem principal desse mecanismo é que ele permite atingir o máximo valor econômico e evitar a subvalorização da água, e, em consequência, a sua superutilização. Sua maior eficiência se dá em sistemas onde o suprimento é feito por meio de sistemas construídos para atender às diversas demandas da sociedade. Nessa situação, a valoração do bem se torna mais factível.

A desvantagem é a dificuldade para calcular o custo marginal, já que esse pode variar no período de tempo pelo qual é medido e também com o tipo de incremento da demanda (temporal ou permanente).

b) Alocação de água por uma instituição pública:

Esse modelo se caracteriza pela gestão sob a responsabilidade do Estado, através de agentes públicos legalmente constituídos para autorizar o uso do bem aos diversos tipos de atividades. Esse método é utilizado porque a água é de difícil

tratamento em comparação com os outros bens do mercado, sendo, também, considerada como um bem público. Nesse mecanismo, o Estado tem a função mais importante, já que considera todos os usuários da água e tem jurisdição sobre todos os setores que usam a água. A alocação por uma instituição pública sempre estará mais preocupada em cumprir os princípios de equidade, de soberania, e o benefício da comunidade, o que não impede, muitas vezes, certo grau discricionário na alocação. No Brasil, como toda a água é de domínio público, cabe ao poder público, federal ou estadual, outorgar o seu uso para agentes públicos ou privados. No entanto, conforme preconiza a Lei 9433/97, as diretrizes de outorga e os valores de referência podem ser definidos pelos respectivos comitês de bacia, nas suas esferas de competência, com a aprovação dos respectivos conselhos de recursos hídricos.

c) Alocação baseada nos usuários:

Esse modelo se caracteriza pela ação coletiva das instituições responsáveis pela alocação da água, sendo elas, órgãos da administração pública e organizações de usuários, legalmente constituídas, com poder de estabelecerem os critérios e limites para o uso da água, por setor e por usuário. Esse mecanismo é empregado em poços comunitários, em sistemas de irrigação gerenciados pelos agricultores e em sistemas de abastecimento e saneamento gerenciados por associações de usuários. O fator crítico nesse mecanismo é a dificuldade de se ajustarem os direitos de uso e de propriedade da água, principalmente onde recurso hídrico não é um bem exclusivamente público. As principais vantagens desse mecanismo são a flexibilidade de adaptação aos diversos usos da água, a viabilidade, a sustentabilidade administrativa e a aceitabilidade pública. Uma das desvantagens é

a limitação de considerar os interesses dos diferentes setores, já que aqueles setores aliados da associação de usuários não estarão representados.

d) Mercados de águas:

Esse modelo se caracteriza pela aplicação das leis de mercado, com a presença do estado extremamente reduzida. Os mercados podem ser definidos, basicamente, como instituições que facilitam a transação dos direitos à água. Essa transação pode ocorrer em dois níveis: transação de direito ao uso da água realizado no curto prazo; e transação de direito à propriedade da água, em que esses direitos existem em perpetuidade. Teoricamente, os mercados de água produzem uma alocação bastante eficiente, pois os recursos podem se mover aos usos de maior valor e com isso atingir a mais alta eficiência econômica. A vantagem é a distribuição segura dos direitos de uso da água entre os usuários, provendo incentivos para o uso eficiente da água. As desvantagens, entre outras, mais importantes são a dificuldade de quantificar a água usada, e a definição dos direitos de uso quando as vazões são variáveis.

2.2.5 Alocação e realocação em regiões semiáridas – Experiências internacionais

A seguir, são apresentados exemplos internacionais de alocação e realocação de água em algumas regiões com características de clima semiárido (Dinar et. al, 2007):

a) Preço com base no custo marginal:

No Sul da França, a *Société du Canal de Provence et d'Aménagement* da região de *Provençale*, a água de irrigação é geralmente vendida com base numa tarifa binomial, aplicada respectivamente para os custos no “pico” e fora do “pico”. No período de “pico”, os custos marginais de longo prazo são acrescidos dos custos operacionais, e nos períodos fora do “pico” são computados apenas os custos operacionais.

b) Alocação baseada nos usuários:

Os reservatórios do sul da Índia, sejam eles pequenos ou com mais de mil hectares de área, existem há centenas de anos. Embora sua maior utilização seja para irrigação, a água é também utilizada para uso doméstico, animal, para criação de peixes e horticultura. Pequenas aldeias, templos, ou associações têm tradicionalmente gerenciado os recursos hídricos desses reservatórios, decidindo questões como o volume de água a ser alocado para a irrigação, piscicultura, uso doméstico ou animal. No entanto, desde o período colonial o Estado assumiu um papel mais amplo na gestão desses reservatórios, sob o Departamento de Obras Públicas para a Irrigação, Departamento de Pesca e várias outras repartições.

c) Alocação por Instituição Pública:

Na Indonésia foi criado o mecanismo conhecido como PASTEN. O sistema PASTEN é um processo de alocação, de proporções fixas de recursos hídricos entre as unidades de irrigação, e consiste nas seguintes premissas (Dinar et. al., 1997): a cada quinze dias as necessidades de água de cada unidade são calculadas em função das suas culturas; à esta necessidade é acrescida a quantidade estimada de perda, obtendo-se a necessidade total de cada unidade; e o somatório das

necessidades de todas as unidades é comparado com a disponibilidade total de água no sistema, para estimar o índice PASTEN (K). Se a água disponível no sistema for igual ou superior à demanda das unidades ($K \geq 1$), não há escassez e todos serão plenamente atendidos. Se $K < 1$, a alocação e o corte serão compartilhados em proporções fixas por todos os usuários.

O sistema PASTEN leva em consideração as perdas de transporte e operação do canal, os diferentes tipos de cultura e o respectivo estágio até à fase da colheita, e estabelece uma série de princípios a serem seguidos pelos administradores do sistema no controle do fluxo nos pontos de entrada dos canais.

d) Mercados de Águas:

O Chile é um dos poucos países em desenvolvimento que encorajam o mercado de água, o qual é mais ativo nas regiões norte e central do país, onde a água é escassa e os custos de transação são baixos. O Código Nacional de Águas, instituído em 1981, estabelece a água como um bem público, mas permite a transferência do seu direito de uso independentes da propriedade da terra, seja para usos consuntivo ou não-consuntivo, seja para água superficial ou subterrânea (Campos et. al, 2000). Os direitos de uso podem ser classificados como: (i) Direitos permanentes, ou direitos contingentes, somente disponíveis quando há um excedente; ou (ii) Direitos consuntivos ou não-consuntivos.

Os direitos de uso da água podem ser adquiridos por solicitação, leilão do governo, baseados em direito histórico ou comprados de algum proprietário. Em 1966, todos os direitos sobre os recursos hídricos foram desapropriados pelo governo, porém após a promulgação do Código Nacional de Águas ficou estabelecido, como uma

condição legal de funcionamento do mercado, que todos esses direitos seriam restaurados.

A transação mais comum nos mercados de água do Chile é o aluguel de direito de uso entre agricultores vizinhos (Dinar et. al., 1997).

2.3 Economia Institucional

A seleção de um modelo de Gestão de Recursos Hídricos que possa atender às demandas de toda uma sociedade, suprindo-a em suas mais diversas atividades, deve considerar; além dos aspectos físicos da região, disponibilidade hídrica propriamente dita e capacidade de oferta; diversos outros fatores que estejam inseridos na esfera social, cultural, econômica e institucional. Arranjos institucionais são estruturas dentro das quais as tomadas de decisão são praticadas.

A Economia Institucional é uma teoria econômica que propõe que as instituições têm um papel fundamental na evolução da sociedade em âmbito multidisciplinar, ou seja, envolvendo a Filosofia, Psicologia, Antropologia, Sociologia e Biologia (Salles, 2012).

Essa teoria visa descrever o comportamento dos agentes econômicos, incorporando à economia, conceitos derivados de outras ciências, introduzindo a importância das instituições como elemento fundamental para entender a dinâmica do sistema e o desenvolvimento econômico. Portanto, tem relação direta com a escolha de um modelo de gestão dos Recursos Hídricos.

Uma Instituição é qualquer padrão organizado de comportamento coletivo constitutivo do universo cultural e sua evolução. As instituições podem ter diversas

naturezas, tais como: organizações (universidades, bancos, família, IJSN), leis, códigos, regras, conjunto de usos e costumes, hábitos, modos de pensar e de agir, culturalmente sedimentados.

A importância das instituições é de proporcionar um sistema que permite organizar o comportamento dos agentes e estruturar as interações sociais, dando um caráter diferenciado do processo de desenvolvimento econômico, já que o ambiente econômico envolve disputas, antagonismos e conflitos entre grupos, dentro de uma sociedade. O papel do Estado, neste contexto, é de reconciliar e assegurar o bem comum e o bom funcionamento do sistema econômico.

A mudança institucional é um processo no qual o princípio de seleção natural é aplicado em relação aos hábitos de pensamento dominantes (instituições) (Salles, 2012).

As interações entre indivíduos e o poder são marcadas por correlações de forças, conflitos de interesses e mecanismos de coerção, onde a economia não é representada por um sistema autorregulado, compreendendo parte de um todo em evolução (cultura). O indivíduo e sua racionalidade apresentam-se sempre institucionalizados, pois estão inseridos em um meio cultural e condicionados por este.

As instituições, portanto, seguem o caráter de *path dependence* (trajetória dependente), ou seja, fatos aleatórios e remotos no tempo têm uma influência destacada para a evolução institucional. (Moreira et. al., 2006). Dessa forma, quanto mais livre de instituições anacrônicas uma sociedade estiver, maiores serão suas possibilidades de desenvolvimento e quanto mais arcaicos forem os hábitos de

pensamento prevalecentes, mais agudos serão os problemas que a sociedade enfrentará para se adaptar às novas circunstâncias materiais.

Aspectos históricos, econômicos, sociais, políticas e culturais influenciam na constituição de uma rede institucional, estabelecendo formas específicas e locais do padrão de desenvolvimento.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho, para a análise da gestão dos recursos hídricos nas regiões semiáridas do Brasil e da Austrália, é de caráter comparativo.

Inicialmente avalia-se o fenômeno da variabilidade climática, fator que gera alto grau de incertezas, que caracteriza as regiões semiáridas. Em seguida, os fenômenos atmosféricos, causadores dessa variabilidade nas duas regiões estudadas, são identificados para fins de comparação.

Com o intuito de entender os diferentes modelos de gestão de recursos hídricos aplicados hoje em todo o mundo, foram apresentados alguns conceitos que regem o processo de alocação da água, com seus princípios e objetivos, e as principais doutrinas que classificam o direito de uso. A partir daí, descreve-se os quatro mecanismos de alocação e realocação da água, exemplificando-os através de experiências internacionais bem sucedidas aplicadas em diferentes regiões.

O conceito de Economia Institucional é analisado neste trabalho, tendo em vista que as instituições possuem um papel fundamental na evolução dos sistemas econômico, político, social e jurídico, sendo, portanto, fatores determinantes para tomadas de decisão para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

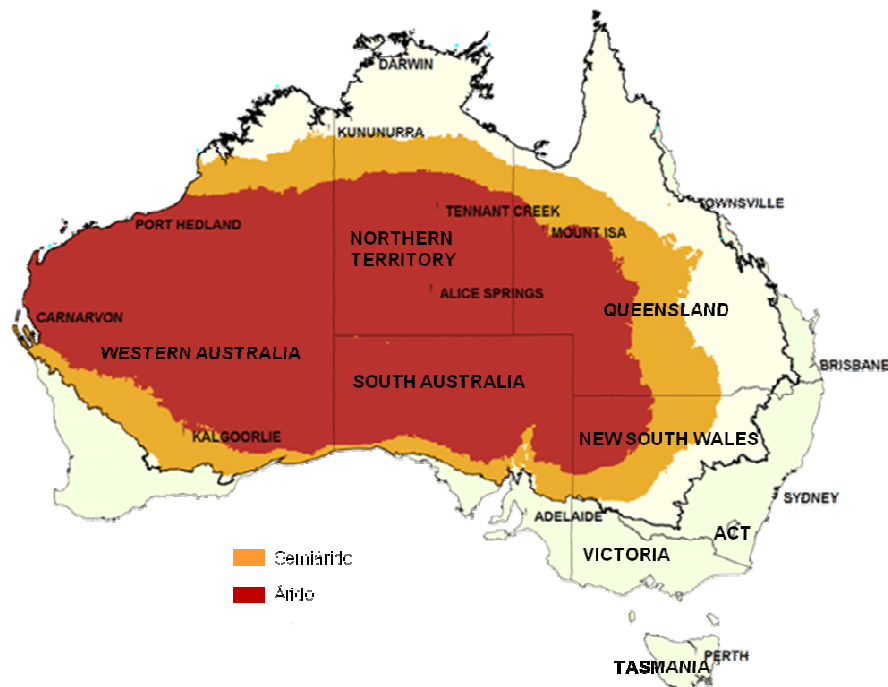
Em seguida, são analisados os aspectos hidrológicos e climatológicos das duas regiões, especificamente o leste da Austrália e o Ceará no nordeste do Brasil, a fim de se identificar semelhanças entre elas. E, finalmente, analisam-se quais os caminhos que cada região traçou para implantação de seu modelo de Gestão dos Recursos Hídricos.

4 CARACTERÍSTICAS HIDROCLIMATOLÓGICAS

4.1 Austrália

A Austrália, uma grande ilha continental, localizada no hemisfério sul, com uma área de 7.617.930 km², possui aproximadamente 70% de seu território inserido em regiões áridas ou semiáridas (Figura 4.1). Nas regiões áridas praticamente não há densidade populacional, estando a maior parte da população localizada nos estados de Australian Capital Territory (160 hab/km²), Victoria (25 hab/km²), New South Wales (9,1 hab/km²) e Tasmania (7,5 hab/km²). Os demais estados e territórios – Queensland, South Australia, Western Australia e Northern Territory – possuem uma densidade populacional de 2,6; 1,7; 0,9 e 0,2 habitantes por km², respectivamente (ABS, 2012).

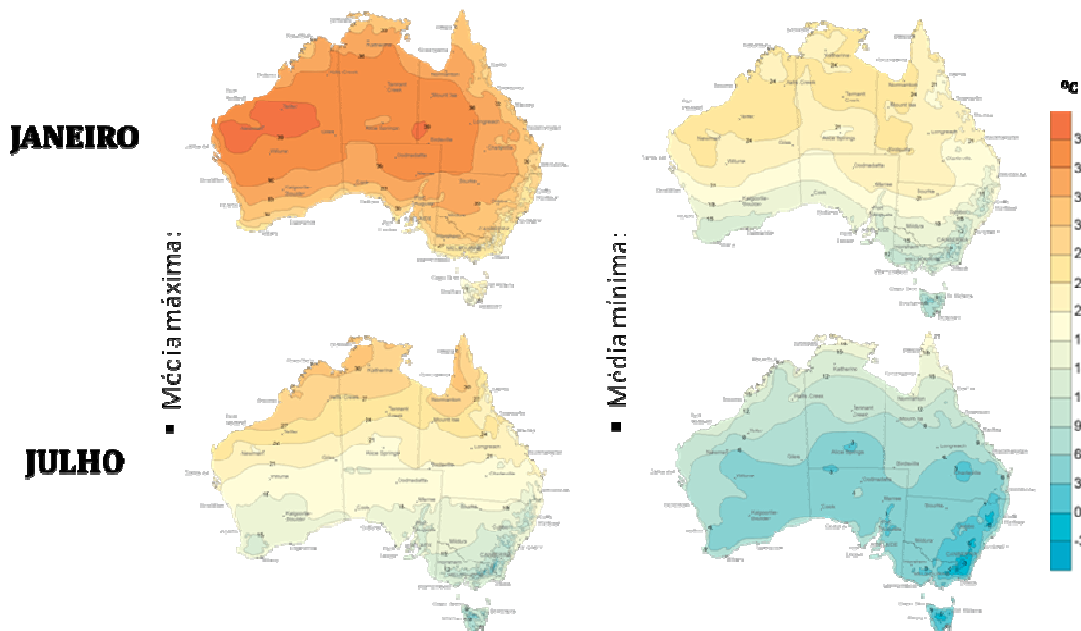
Figura 4.1 – Regiões áridas e semiáridas na Austrália



Fonte: <http://www.terreview.gov.au>, modificada (acessado em 2011).

Devido à sua posição geográfica, localizada sobre o Trópico de Capricórnio, a Austrália apresenta estações do ano bem definidas, com verão ocorrendo de dezembro a janeiro; outono, de março a maio; inverno, de junho a agosto; e primavera, de setembro a novembro. As flutuações sazonais podem ser grandes com temperaturas variando de até 50°C a valores abaixo de zero. A Figura 4.2 apresenta a temperatura média anual, máxima e mínima, registrada nos últimos 50 anos e a Tabela 4.1 apresenta os valores dessas temperaturas médias mensais de algumas cidades, destacando-se as regiões áridas e semiáridas.

Figura 4.2 – Temperatura média máxima e mínima da Austrália



Fonte: Bureau of Meteorology (acessado em 2012).

Além das condições de temperatura, a precipitação na Austrália é distribuída de forma desigual, tanto geograficamente como sazonalmente, com pouca incidência e alta variabilidade. 80% do continente têm uma precipitação média anual de menos de 600 mm e 50% recebem menos de 300 mm/ano, e em algumas partes do leste e norte de Queensland e oeste da Tasmânia a chuva excede 3.000 mm/ano. A maioria parte dessa chuva não escoar para os sistemas fluviais (BOM, 2010).

Tabela 4.1 – Temperatura média máxima e mínima em estados da Austrália

Cidade	Temperatura Média (°C)																							
	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín
Adelaide	29.3	17.1	29.4	17.2	26.3	15.2	22.7	12.4	18.9	10.2	16.1	8.1	15.3	7.5	16.7	8.2	19.0	9.7	21.8	11.5	25.1	14.0	27.0	15.6
Alice Springs	36.4	21.5	35.0	20.7	32.6	17.5	28.2	12.6	23.0	8.2	19.8	5.0	19.7	4.1	22.6	6.0	27.2	10.3	30.9	14.8	33.6	17.8	35.4	20.2
Boulia	38.5	24.5	37.4	24.0	35.4	21.8	31.4	17.1	26.7	12.5	23.3	8.9	22.9	7.7	25.8	9.5	30.2	13.6	34.2	17.9	36.9	21.3	38.6	23.4
Brisbane	30.1	20.2	30.3	20.1	29.0	18.3	27.0	15.1	25.0	11.9	21.9	9.2	21.8	7.5	23.6	8.0	25.9	11.0	26.6	14.3	28.0	17.1	29.7	19.0
Canberra	29.0	14.0	28.5	14.2	25.6	11.6	20.6	6.5	15.9	1.85	12.5	1.3	11.8	-0.1	13.7	1.1	17.3	4.1	20.7	6.5	24.4	9.5	27.6	12.1
Carnarvon	31.7	25.5	32.4	25.4	31.5	24.6	31.2	23.2	28.5	20.2	25.1	17.1	25.5	16.2	27.1	17.2	29.5	20.6	32.0	23.7	33.1	25.7	33.4	26.2
Darwin	31.8	24.8	31.4	24.7	31.9	24.5	32.7	24.0	32.0	22.1	30.6	19.9	30.5	19.3	31.4	20.4	32.6	23.0	33.2	24.9	33.3	25.3	32.6	25.3
Giles	29.7	14.5	29.3	14.6	26.6	12.7	21.5	10.1	17.5	7.9	14.2	6.2	13.5	5.3	15.0	5.8	17.9	6.9	21.3	8.8	25.1	11.2	27.9	13.2
Hobart	21.7	11.9	21.6	12.0	20.1	10.9	17.3	8.9	14.4	7.0	12.0	5.2	11.7	4.6	13.1	5.2	15.1	6.4	17.0	7.8	18.7	9.3	20.3	10.8
Kalgoorlie	33.7	18.3	32.1	17.8	29.5	16.1	25.2	12.6	20.6	8.7	17.5	6.2	16.7	5.0	18.6	5.6	22.2	8.0	25.7	11.0	29.0	14.1	31.9	16.6
Kununurra	35.9	25.1	35.0	24.7	35.5	24.2	35.3	22.0	32.8	18.9	30.2	15.9	30.5	15.2	32.6	16.0	36.5	20.3	38.5	23.6	38.9	25.2	37.1	25.4
Marree	37.9	21.4	36.8	21.1	33.9	18.0	28.5	13.3	23.1	9.0	19.6	5.9	19.1	4.9	21.4	6.3	25.6	9.8	29.4	13.4	33.2	16.8	36.0	19.5
Melbourne	25.9	14.3	25.8	14.6	23.9	13.2	20.3	10.8	16.7	8.6	14.1	6.9	13.5	6.0	15.0	6.7	17.2	8.0	19.7	9.5	22.0	11.2	24.2	12.9
Mount Isa	36.3	23.7	35.3	23.3	34.2	21.7	31.8	18.5	27.8	13.8	24.8	10.0	24.7	8.6	27.3	10.3	31.2	14.2	34.6	18.6	36.3	21.4	37.1	23.0
Perth	27.9	13.3	27.2	13.3	24.5	10.8	20.1	6.7	15.7	3.4	12.2	1.6	11.3	0.6	12.9	1.3	16.4	3.4	19.9	6.2	23.3	8.9	26.3	11.6
Port Hedland	36.4	25.6	36.2	25.5	36.7	24.5	35.2	21.4	30.6	17.2	27.6	14.1	27.2	12.3	29.1	13.2	32.3	15.4	34.8	18.4	36.2	21.3	36.6	24.0
Sydney	25.9	18.7	25.8	18.8	24.7	17.6	22.4	14.7	19.4	11.5	16.9	9.3	16.3	8.0	17.8	8.9	20.0	11.1	22.1	13.6	23.6	15.6	25.2	17.5
Tennant Creek	36.7	24.9	35.7	24.5	34.3	23.2	31.6	20.3	27.5	16.3	24.5	12.8	24.6	12.3	27.5	14.4	31.5	18.4	34.7	21.7	36.4	23.7	37.2	24.9
Tibooburra	36.1	22.1	35.2	21.7	32.1	18.6	27.0	13.9	21.9	9.4	18.4	6.4	17.8	5.4	20.4	6.9	24.5	10.3	28.4	14.1	32.0	17.6	34.9	20.3
Townsville	31.3	24.3	31.1	24.1	30.7	22.9	29.6	20.6	27.6	17.6	25.6	14.6	25.1	13.6	26.0	14.7	27.7	17.4	29.4	20.7	30.7	22.9	31.5	24.1

Fonte: BOM (acessado em 2011).

Através de um estudo da precipitação média anual de diversos postos pluviométricos em todo o continente australiano, em uma série história de 50 anos, foi observado e calculado o Coeficiente de Variação (CV) da precipitação em diferentes regiões.

De acordo com a Tabela 4.2, a precipitação média anual inferior a 500 mm está representada em amarelo, acima de 1.000 mm, em azul e o CV acima de 0,4, em verde (os postos pluviométricos podem ser localizados na Figura 4.3).

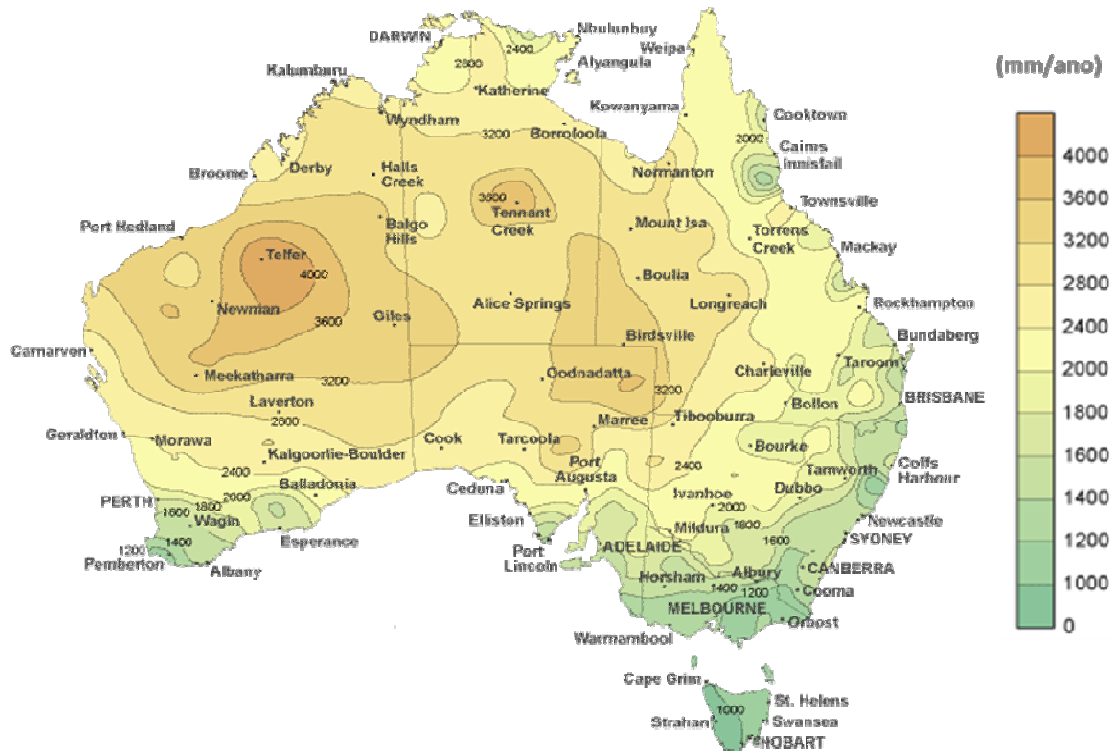
Tabela 4.2 – Precipitação média anual e coeficiente de variação da precipitação (CV)

Estado ou Território	Cidade	Precipitação média anual (mm)	Coeficiente de variação (CV)
Western Australia	Perth	755,53	0,19
	Kalgoorlie	549,57	0,36
Northern Territory	Giles	286,62	0,58
	Darwin	1.757,45	0,21
Queensland	Alice Springs	285,77	0,59
	Bundaberg	961,90	0,39
	Taroom	599,87	0,31
	Boulia	252,53	0,61
South Australia	Charleville	467,56	0,33
	Adelaide	509,48	0,23
	Marree	165,75	0,56
New South Wales	Tibooburra	235,90	0,56
	Coffs Harbour	1.648,92	0,25
	Sydney	1.232,42	0,28
	Ivanhoe	321,60	0,39
Victoria	Melbourne	622,91	0,22
Tasmania	Hobart	583,43	0,21

Fonte: elaborada pelo autor.

Além da incerteza e alta variabilidade das chuvas, a Austrália também apresenta elevados índices de evaporação, podendo chegar a valores até 4.000mm ao longo do ano, conforme apresentados na Figura 4.3. (BOM, 2010).

Figura 4.3 – Evaporação Média Anual na Austrália

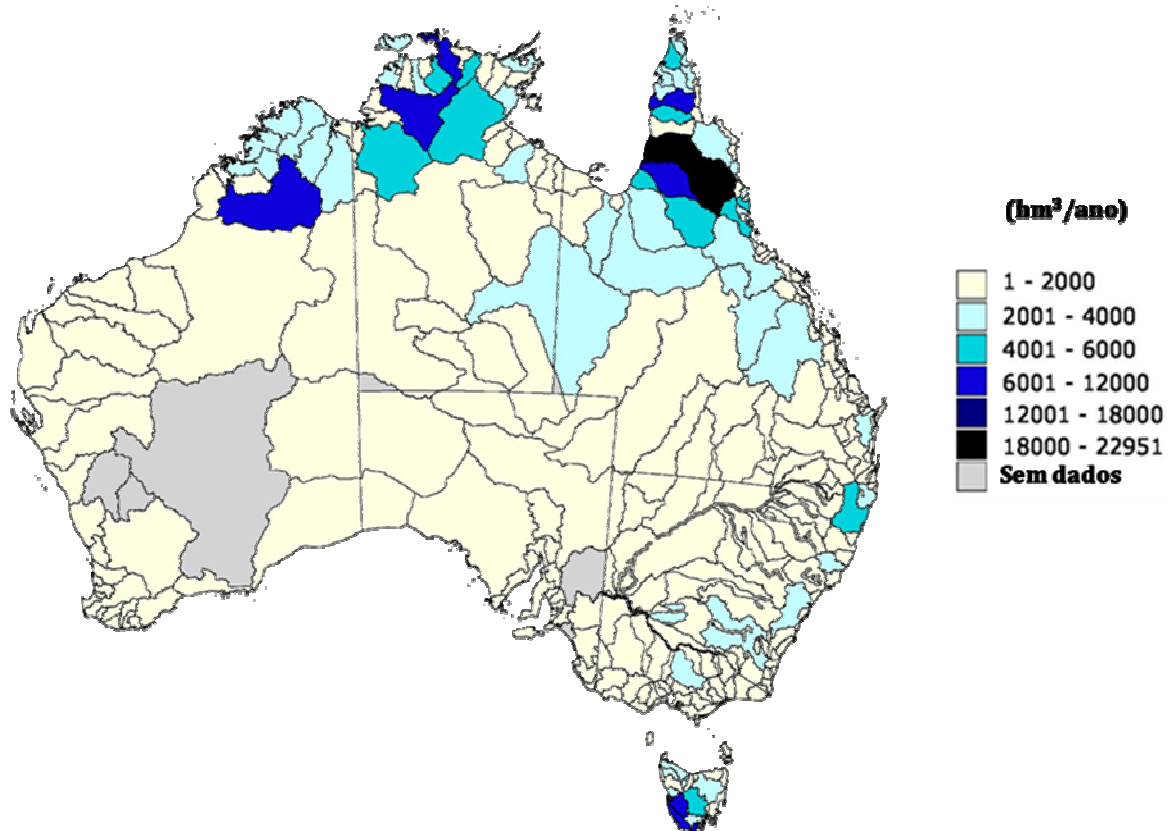


Fonte: BOM (acessado em 2010).

Com esse padrão de chuvas e de evaporação, os mananciais superficiais sofrem baixos índices de recarga, a maior parte das chuvas não escoa para esses sistemas (Figura 4.4). Em média, apenas 12% dessa precipitação se armazenam nos rios, menos de 3% nas áreas mais secas e até 24% nas áreas mais úmidas. A chuva, na grande maioria, se perde com a evaporação ou se armazena em lagos, pântanos e aquíferos subterrâneos.

O continente é dividido em 12 bacias hidrográficas, das quais apenas cinco contam com 88% do total de água explorada no país, cobrindo 26% do território nacional. Quase 50% da vazão média anual na Austrália entram no Gulf of Carpentaria, região de pouco desenvolvimento de recursos hídricos, e no Timor Sea, ambas localizadas ao norte do continente (NLWRA, 2011).

Figura 4.4 – Recarga média anual de mananciais superficiais

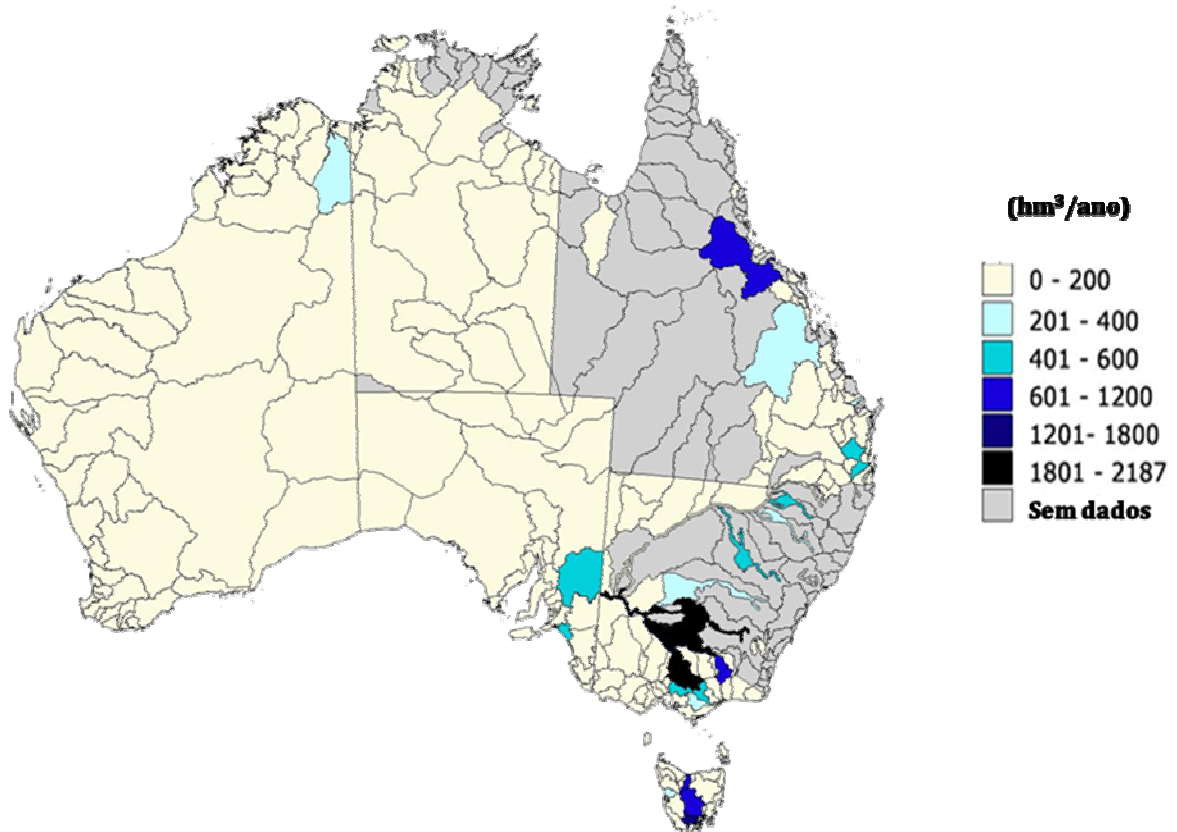


Fonte: NLWRA (acessado em 2011).

A Figura 4.5 apresenta áreas de desenvolvimento de mananciais superficiais, onde, ao sudeste do continente, encontra-se a Bacia de *Murray-Darling* – compreendida pelos rios *Murray*, *Darling* e *Murrumbidgee*, abrangendo cerca de 14% da área do continente.

O sistema hídrico de *Murray-Darling* é um dos principais sistemas fluviais do mundo. É o décimo quinto maior em termos de comprimento, com 3.780km de extensão e vigésimo primeiro em termos de área, com 1.060.000km². (NLWRA, 2010). Porém, quando comparado aos demais sistemas, apresenta um dos mais baixos índices de vazão de descarga – 0,40 milhões de litros por segundo, e coeficiente de variação de 1,12 – valor bem acima da média mundial de 0,31 (McMahon et. al., 2007). (Tabela 4.3).

Figura 4.5 – Regiões de mananciais superficiais



Fonte: NLWRA (acessado em 2010).

Tabela 4.3 – Alguns dos principais sistemas hídricos do mundo

Sistema superficial	Comprimento (km)	Área do espelho d'água (km ²)	Vazão média (x10 ⁶ L/s)	CV
Murray-Darling, Australia	3.780	1.057.000	0,40	1,12
Nelson, North America	2.575	1.072.000	2,00	0,12
Indus, Asia	2.900	1.166.000	5,00	0,53
Danube, Europe	2.850	816.000	7,00	0,16
Ganges-Brahmaputra, Asia	2.897	1.621.000	38,00	0,18
Zambesi, Africa	3.500	1.330.000	7,00	0,39
Tocantins, South America	2.699	906.000	10,00	
Tigris-Euphrates, Middle East	2.800	1.114.000	1,00	0,40

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 4.4 apresenta os principais indicadores de mananciais superficiais por regiões hidrográficas, destacando-se a Bacia *Murray-Darling*, em terceira posição em termos de área e sexta posição em termos de escoamento médio anual.

Tabela 4.4 – Recursos hídricos superficiais da Austrália por bacias hidrográficas

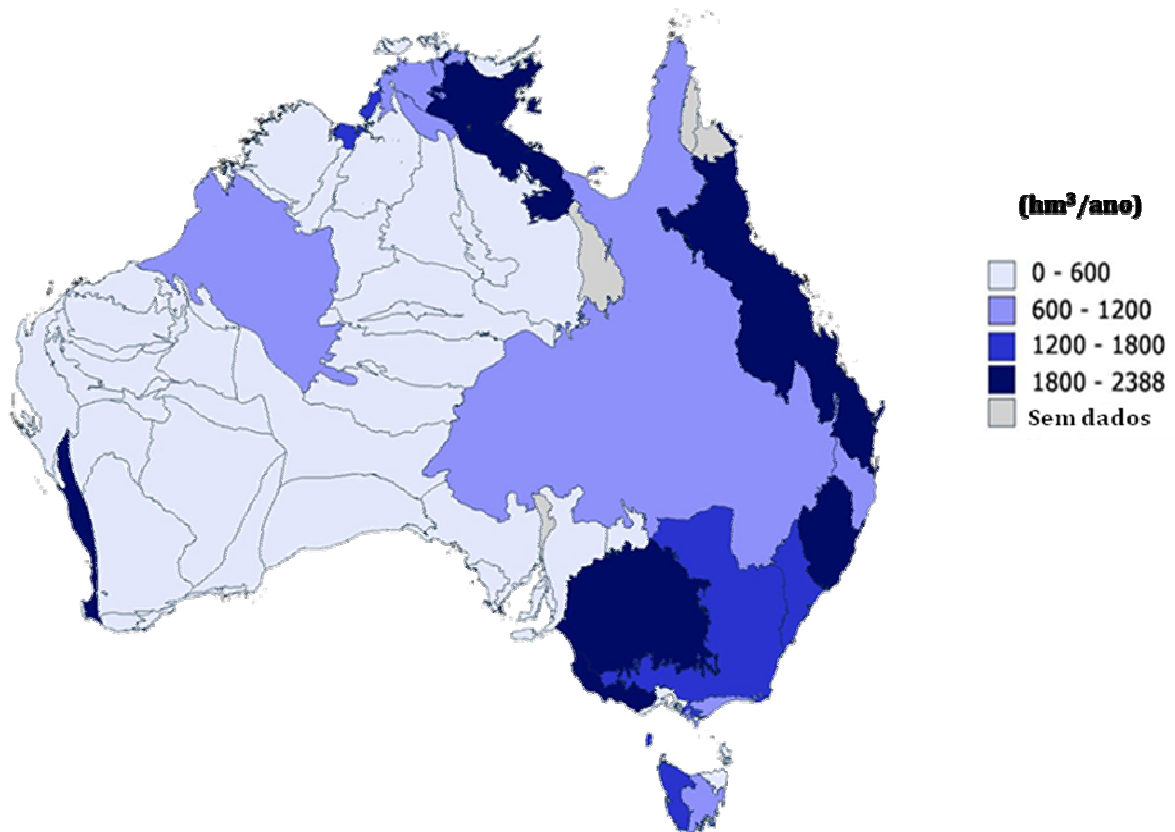
Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	Fontes hídricas superficiais (hm ³)	
		Vazão média de infiltração anual	Descarga média anual
North-East Coast	451.000	83.900	83.900
South-East Coast	274.000	41.900	41.900
Tasmania	68.200	52.900	52.900
Murray-Darling	1.060.000	24.300	12.200
South Australian Gulf	82.300	877	767
South-West Coast	315.000	6.670	6.600
Indian Ocean	519.000	3.960	3.840
Timor Sea	547.000	80.700	80.700
Gulf of Carpentaria	641.000	92.500	92.500
Lake Eyre	1.170.000	63.100	0
Bulloo-Bancannia	101.000	1.090	0
Western Plateau	2.450.000	1.580	0
Total	7.680.000	453.477	375.307

Fonte: NLWRA (acessado em 2011).

Com respeito aos mananciais subterrâneos, a Austrália possui 25.780 hm³ de água disponível em seus aquíferos podendo ser extraída de forma sustentável a cada ano para fins de uso doméstico ou para a agricultura (Figura 4.6). Contudo, apenas 10% dessa água, ou 2.489 hm³, são utilizados, variando por região. No *Western Australia*, o uso de água subterrânea é duas vezes maior do que o uso de águas superficiais. Em *New South Wales* e *Victoria*, o uso é predominantemente de mananciais superficiais.

A Austrália conta com um dos maiores leitos subterrâneos do mundo: o *Great Artesian Basin*, com área de 1,7 milhões de km² e capacidade de armazenamento de 8.700.000 hm³. Cada ano, o *Great Artesian Basin* fornece 570 hm³ de água para diversos usos, sobretudo para pastagem e mineração.

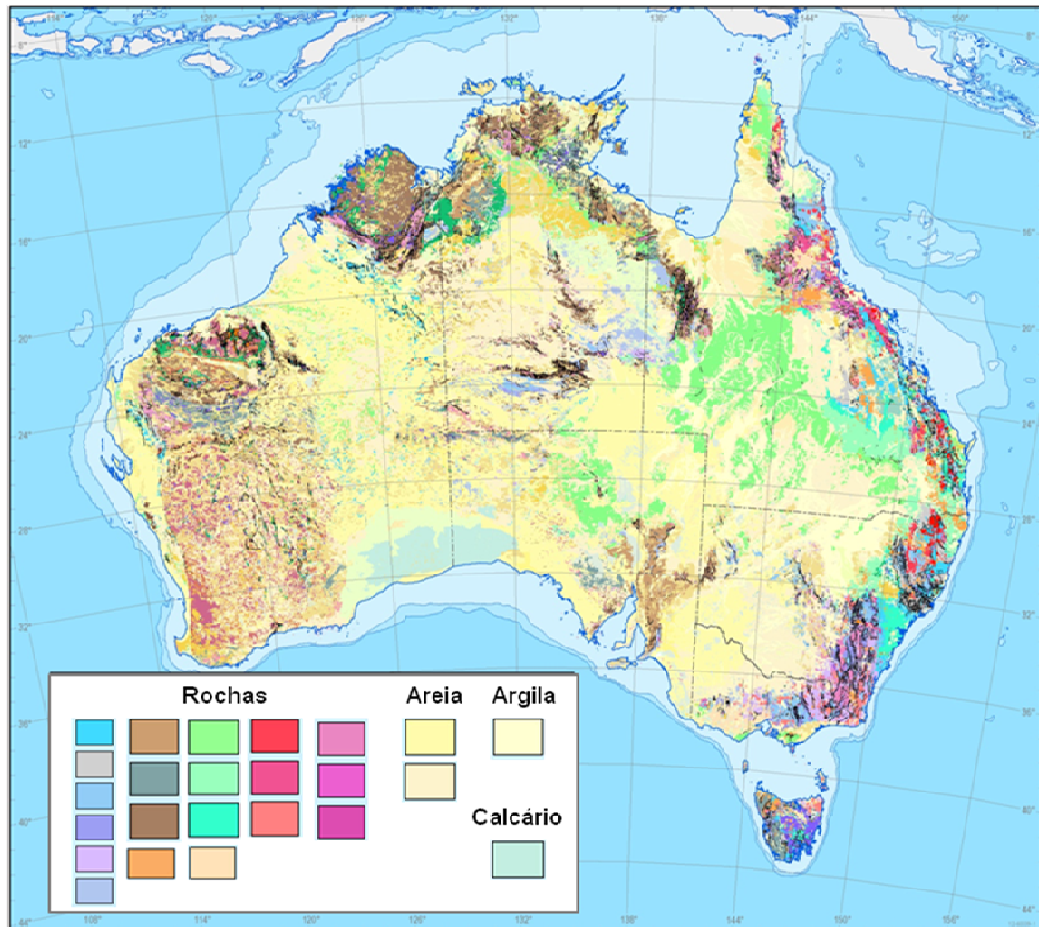
Figura 4.6 – Mananciais subterrâneos da Austrália



Fonte: NLWRA, modificada (acessado em 2012).

A geologia da Austrália é constituída por diferentes componentes, que, em sua grande maioria, é representada por rochas (Figura 4.7).

Figura 4.7 – Geologia da Austrália



Fonte: Geoscience of Australia, modificado (acessado em 2013).

4.2 Estado do Ceará no Nordeste Brasileiro

O Nordeste Brasileiro, representado pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, abrange uma área total de 1.554.257km² e é o terceiro maior complexo regional do Brasil, ocupando 18,2% da área do país. Sua densidade populacional é elevado, abrangendo aproximadamente 53.081.950 habitantes, o que representa cerca de 28% da população residente no Brasil.

Esta região apresenta, em sua grande maioria, clima rigoroso, tipicamente semiárido, com solos rasos e vegetação comumente raquítica (as caatingas) e degradada, além de perturbações hidroclimatológicas que ocasionam as secas. A

região semiárida do nordeste brasileiro cobre uma área de aproximadamente 853.000 km² (FUNCEME, 2005) que representa cerca de 55% da região Nordeste do Brasil (Figura 4.8).

Figura 4.8 – Região Semiárida do Nordeste Brasileiro



Fonte: IBGE (acessado em 2012).

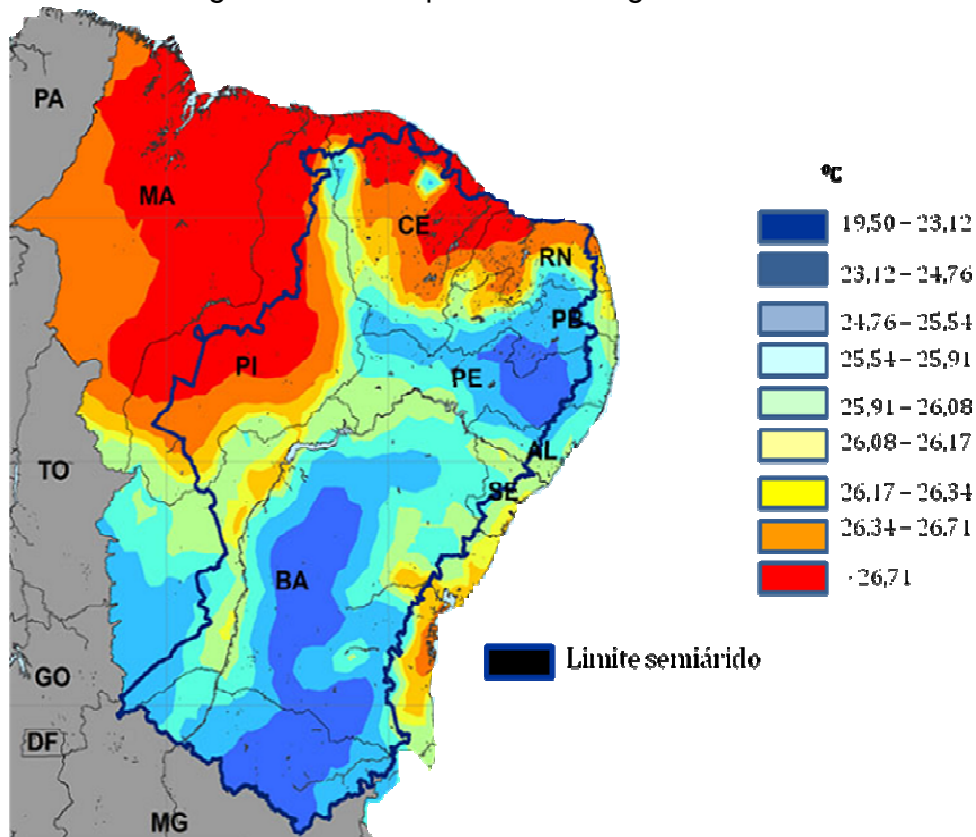
No Nordeste Brasileiro, as temperaturas médias mensais oscilam na faixa compreendida entre 19,6°C e 27,5°C (Figura 4.9) e no Estado do Ceará, a temperatura média máxima chega a atingir valores de 34°C. A Tabela 4.5 apresenta as médias anuais de temperatura máxima e mínima no Estado do Ceará.

Tabela 4.5 – Temperatura média máxima e mínima em cidades do Ceará

Cidade	Temperatura Média (°C)																							
	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín
Acaraú	31.3	22.5	30.7	22.5	30.3	22.2	30.4	22.2	30.9	22.0	31.0	21.6	31.3	21.6	31.9	22.2	32.1	22.5	32.1	22.8	32.1	22.5	32.1	22.7
Barbalha	32.1	21.2	30.9	21.1	30.3	20.9	30.1	20.5	30.0	19.8	29.7	19.3	29.9	19.1	31.7	18.8	33.3	20.1	34.1	21.1	33.9	21.8	33.1	21.7
Campos Sales	31.1	20.7	29.6	20.3	29.1	20.0	29.1	19.8	29.4	19.0	29.4	18.3	29.5	18.2	30.9	18.7	32.3	19.4	33.1	20.9	32.9	21.7	32.4	21.3
Crateús	33.3	22.6	32.0	22.1	30.7	21.9	30.6	21.8	30.7	20.9	31.1	19.8	31.9	19.8	33.4	20.5	34.6	22.0	35.4	22.7	35.2	22.9	34.6	22.7
Fortaleza	30.5	24.4	30.1	24.0	29.7	23.6	29.7	23.4	29.9	23.3	29.6	22.8	29.5	22.4	29.9	22.7	30.2	23.4	30.5	24.1	30.7	24.4	30.7	24.6
Guaramiranga	25.9	17.8	25.4	18.2	24.7	18.3	24.4	18.3	23.3	18.1	22.9	17.3	23.4	16.3	25.1	16.1	26.5	16.9	26.8	17.5	26.9	17.8	26.5	17.9
Iguatu	33.3	23.3	32.0	22.8	31.2	22.6	30.9	22.5	30.6	21.8	30.8	20.8	31.7	20.2	33.2	21.1	34.5	22.0	35.3	22.7	35.2	23.2	34.7	23.5
Morada Nova	35.1	23.3	33.8	23.5	32.3	23.0	31.9	23.0	31.9	22.6	31.8	21.4	32.6	20.8	34.2	20.6	35.3	21.4	36.1	22.1	36.0	22.5	35.7	22.9
Quixeramobim	33.3	23.8	32.5	23.5	31.5	22.9	30.8	22.7	30.3	22.3	30.3	21.6	30.9	21.1	32.8	21.6	34.1	22.5	34.7	23.1	34.7	23.5	34.4	23.7
Sobral	33.8	23.6	32.3	22.6	31.4	22.5	31.1	22.6	31.2	21.9	31.6	21.5	33.0	21.2	34.8	21.4	35.8	22.4	35.9	22.8	35.6	22.9	35.5	23.3
Tauá	32.1	22.6	31.1	22.0	30.1	21.6	30.3	21.1	30.3	20.5	30.5	19.3	30.7	18.6	32.3	19.6	33.4	21.4	33.9	22.4	33.9	22.5	33.5	22.8
Jaguaruana	33.8	-	32.9	23.5	-	-	31.8	23.4	32.0	22.9	31.5	21.8	32.0	21.2	33.2	21.1	34.0	21.8	34.1	22.6	34.0	23.0	33.7	23.5

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2012).

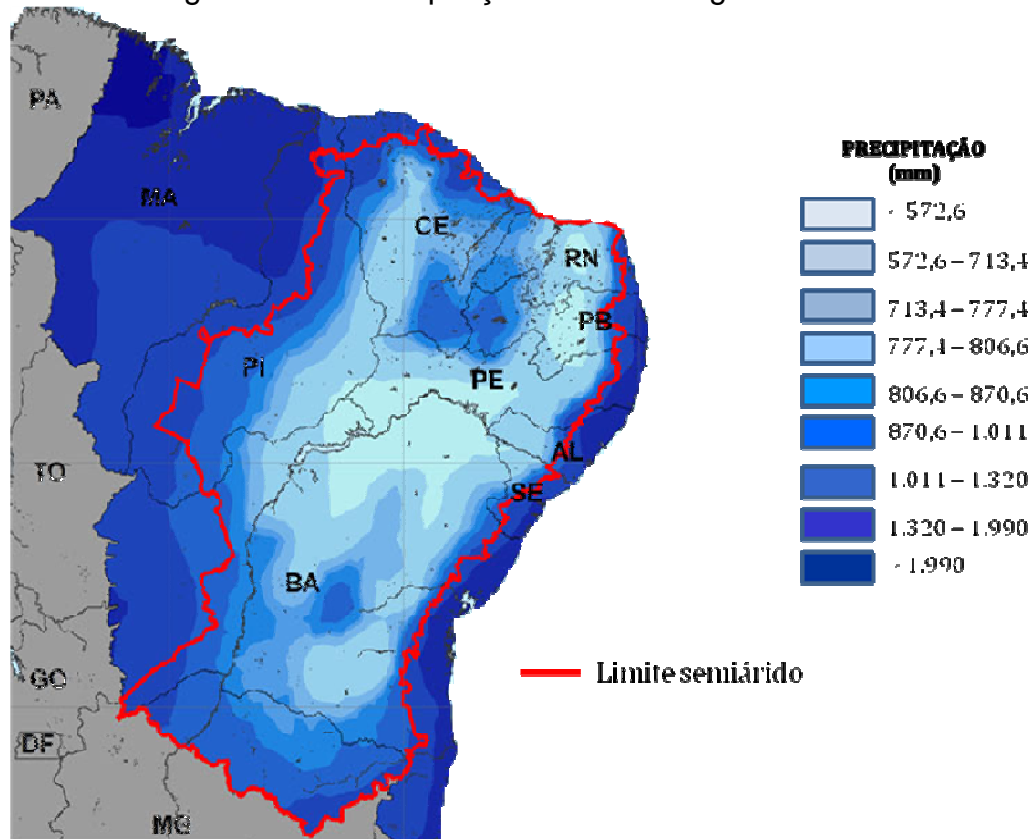
Figura 4.9 – Temperatura na região Nordeste



Fonte: www.ageitec.com.br (acessado em 2013).

O curso sazonal da precipitação no Ceará é caracterizado pela concentração de pluviosidade em poucos meses, tornando a estação chuvosa bem definida. Cerca de 90% das precipitações anuais ocorrem no primeiro semestre do ano, sendo o período mais chuvoso compreendido entre fevereiro e maio, atingindo seus valores máximos no mês de março (ou abril), o qual, via de regra, concentra cerca de 25% do total precipitado anual. O valor médio precipitado se situa em torno de 800mm, onde a evaporação anual é de 2.000mm. A precipitação varia entre 400mm no sertão a 1.200mm no litoral. Cerca de 90% das chuvas ocorrem entre Fevereiro e Maio (Campos et. al., 2000). O coeficiente de variação médio da precipitação é de 0,40. A Figura 4.10 apresenta a média de precipitação para toda a região semiárida do nordeste Brasileiro.

Figura 4.10 – Precipitação média na região Nordeste

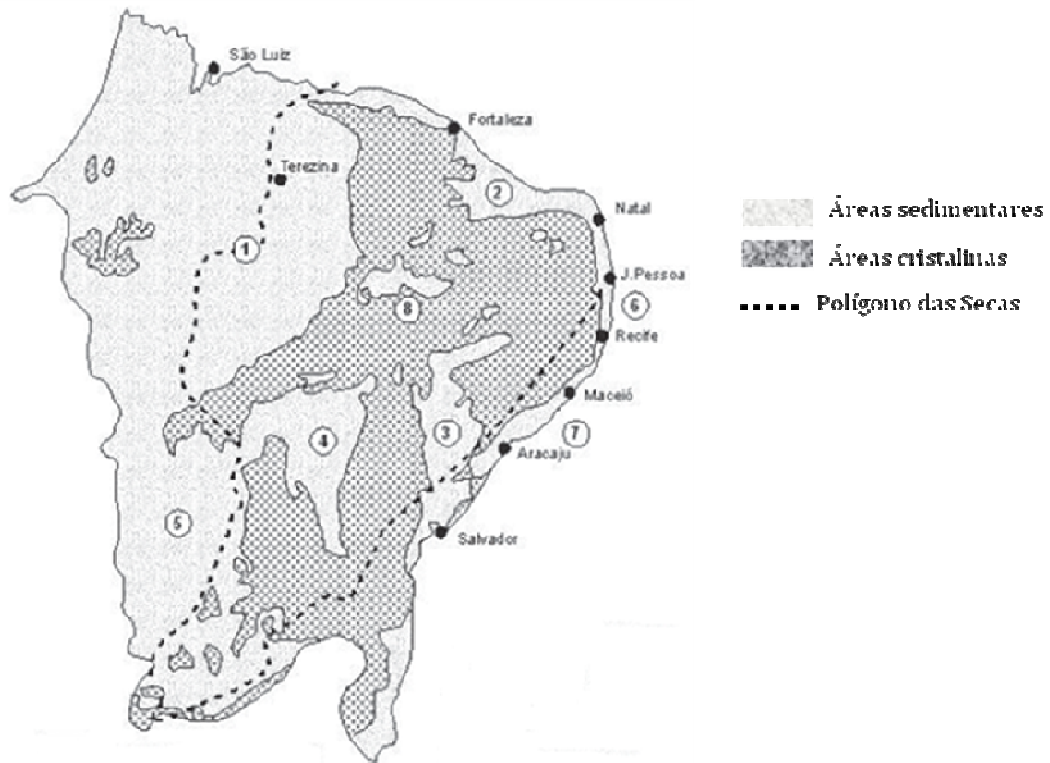


Fonte: www.ageitec.com.br (acessado em 2013).

Períodos secos não significam apenas diminuição ou ausência de precipitações por determinado tempo, constituem, também, a incerteza destas ocorrências na próxima estação das chuvas. Quando ocorrem, surge sempre a dúvida da regularidade e do nível de precipitação, e se serão suficientes para o abastecimento das populações, dos rebanhos, e para garantirem as safras agrícolas e a recarga dos mananciais subterrâneos e superficiais.

No Estado do Ceará, o escoamento nos rios e riachos se dá somente nos períodos chuvosos, tendo como característica marcante do regime hidrológico da região a intermitência interanual. Isso, porque as características geológicas são predominadas por substrato rochoso, compreendendo 75% da área do território de natureza cristalina (Figura 4.11).

Figura 4.11 – Geologia da região Nordeste

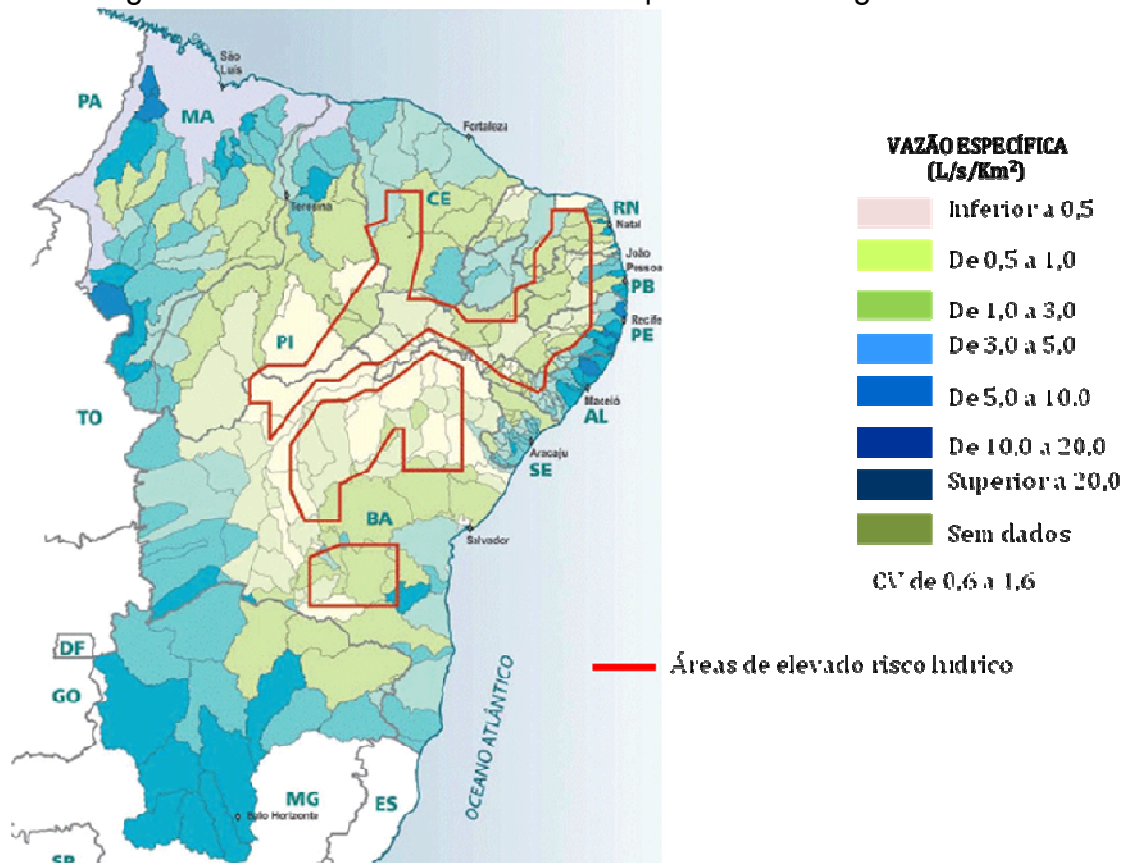


Fonte: www.ageitec.com.br (acessado em 2013).

Os solos retêm quantidades mínimas de águas de chuvas, as quais logo se escoam e se evaporam. Fora da estação das chuvas, os leitos dos rios permanecem secos, onde, às vezes, em seus cursos encontram-se pequenos poços ou lagoas, decorrentes de soleiras ou depressões naturais, os quais, por sua pouca profundidade, se evaporam rapidamente.

Estas características fazem com que seus deflúvios superficiais sejam extremamente variáveis, com coeficientes de variação da ordem de 0,6 a 1,6, que, comparados aos da Austrália, também estão entre os mais elevados do mundo. A Figura 4.12 apresenta a vazão média de mananciais superficiais em toda a região nordeste.

Figura 4.12 – Vazão de mananciais superficiais da região Nordeste



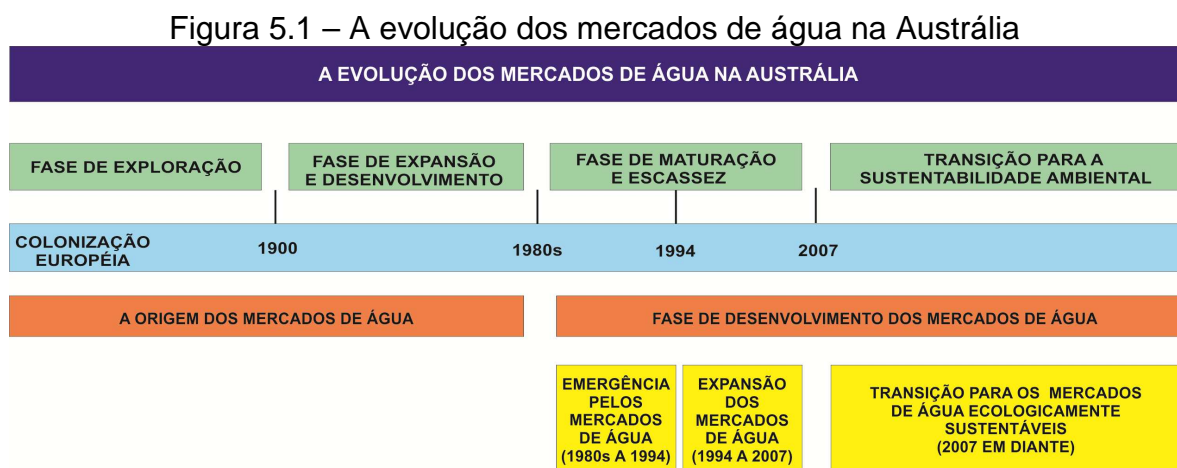
Fonte: www.ageitec.com.br (acessado em 2013).

A disponibilidade hídrica também é extremamente dependente dos estoques de água acumulados em reservatórios superficiais. Contudo, as formações aluviais formadoras das planícies que margeiam rios e riachos retêm, em seu delgado manto, desde a superfície até o contato com o cristalino, lençóis que se constituem reservas de água, as quais, também no decorrer do período seco, rapidamente vão-se escoando subterraneamente ou evaporando-se, não sendo suficientes para alimentarem um mínimo fluxo de água nos rios.

5 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA AUSTRÁLIA

A história do desenvolvimento dos mercados de água está embutida na ampla evolução das políticas de água do país. Vários autores descrevem a abordagem cronológica das diversas fases do desenvolvimento da política nacional da água como sendo: (i) a fase de exploração, que se iniciou com a colonização inglesa findando com a proclamação da república; (ii) a fase de desenvolvimento de infraestrutura hídrica; (iii) a fase de maturação, iniciada na década de 1980 até o ano 2007 e dividida em dois períodos – o primeiro marcado pela forte necessidade de gestão dos recursos hídricos ao constatar que a infraestrutura hídrica desenvolvida não atendia à demanda e um segundo período dando início efetivamente aos mercados de água – e finalmente, (iv) a fase de transição para sustentabilidade, com a evidente preocupação pelas questões ambientais (NWC, 2011) (Figura 5.1).

Embora não haja data limite para a mudança das diversas fases, o desenvolvimento dos mercados de água também é dividido pelas fases de maturação e sustentabilidade do desenvolvimento da política nacional da água.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.1 Fase de Exploração (1788-1900)

A colonização da Austrália pelos ingleses, dada em 1788, teve como principal objetivo esvaziar as cadeias superlotadas da Inglaterra, ocorrendo após a independência dos Estados Unidos. Com a crescente e rápida ocupação do território australiano, surgiu imediatamente a necessidade de se impor leis sobre o uso dos recursos naturais.

A fase inicial da gestão da água na Austrália abrange o período desde o assentamento europeu até a década de 1970. Durante esse período, embora tenha ocorrido pouca comercialização de água, uma boa compreensão da abordagem histórica da gestão de recursos hídricos e do desenvolvimento da agricultura irrigada na Austrália é crucial para entender os desdobramentos posteriores.

As leis na Austrália eram baseadas no modelo inglês de direito consuetudinário, onde os direitos eram atribuídos a partir dos costumes de um povo. Nesse contexto, os recursos hídricos eram dados sob os direitos ribeirinhos e a água não se definia como uma propriedade, sendo esta associada a terra e pertencente ao proprietário da terra onde ela ocupava, não podendo, portanto, ser comprada ou vendida separada da terra (McKay, 2005).

O direito para permitir o acesso à água era dado sob duas perspectivas distintas: primeiro, para as águas superficiais dos rios, os direitos ribeirinhos eram dados àqueles usuários que ocupassem as terras às margens do rio, dando o direito aos proprietários ribeirinhos de usar a água para fins domésticos, desde que não afetasse de forma substancial a qualidade da água. Sendo usada para outros fins, tais como produção agrícola ou irrigação, a água deveria ser 'devolvida' à essas fontes hídricas, na mesma quantidade, sem qualquer alteração na qualidade. Para

todas as outras categorias de águas superficiais ou subterrâneas, o proprietário do terreno teria um direito irrestrito de acesso à água (McKay, 2005).

Entre as décadas de 1870 e 1880, percebeu-se que os princípios dos direitos ribeirinhos não atenderiam o abastecimento de água garantindo a sustentabilidade das fontes hídricas e, à partir dos anos 1900, as limitações começaram a surgir. Problemas como escassez de chuvas, erosão de solo, destruição da vegetação e secas frequentes, aumentaram a preocupação de a oferta realmente não atender à demanda por água (NWC, 2011). E os termos de lei da nova Constituição Federal, aprovada em 1900, não tratavam das questões sobre os recursos hídricos. O único artigo da Constituição que tratava sobre a água era o artigo 100, que declarava ser de competência Federal “o controle dos leitos superficiais para navegação e uso das águas” (Roberts et. al., 2006). As competências do novo Governo Federal eram listadas no artigo 51, sendo muito amplas, abordando diversos temas, dentre eles: mercado e comercialização. Porém, nenhuma competência relacionava-se exclusivamente ao uso da água. Os poderes com relação à tarifação, comercialização entre os estados, negociações externas, apropriações, garantias, auxílio financeiro e outros eram subjetivos e generalizados.

Os direitos ribeirinhos passaram a ser considerados inadequados para a Austrália, devido à inerente variabilidade da oferta e da conseqüente necessidade de armazenamento e de infraestrutura de distribuição que garantisse a eficácia no uso da água.

5.2 Fase de Expansão e Desenvolvimento (1900-1980)

Após a proclamação da República, a preocupação sobre oferta hídrica começou a crescer. O compromisso em preservar os interesses distintos dos três estados mais poderosos – *New South Wales, Victoria e South Australia* – levou à necessidade de se alterar o artigo 100 da Constituição Federal, que a partir de então, concedeu aos Estados, o poder de gerenciamento sobre os recursos hídricos. Com isso, alguns problemas imediatos começaram a surgir. Cada estado passou a desenvolver uma abordagem completamente restrita, considerando os recursos hídricos do seu território como seus recursos próprios (McKay, 2005). *New South Wales*, por exemplo, posicionava-se como se o rio Murray pertencesse somente ao seu território.

O legado de partilha de poder no setor hídrico não só marcou o surgimento de rivalidades entre os estados no desenvolvimento e reivindicações pela água, mas também a criação de sistemas estaduais específicos para alocação, utilização e gestão deste recurso natural. Apesar dos termos do artigo 100, o governo Federal intervia esporadicamente na gestão dos recursos hídricos, principalmente para interpor às crises (McKay, 2005). O debate sobre a água foi originado, portanto, da concorrência entre os estados para o desenvolvimento particular de cada um.

As tensões interestaduais permaneceram, quando em 1915 foi assinado, entre Governo Federal e governos de *South Australia, New South Wales e Victoria*, o acordo conhecido como *River Murray Water Agreement*. O acordo previa igualdade de partilha do fluxo das águas do Rio Murray entre os estados de *New South Wales e Victoria* a partir da cidade de Albury, sendo mantido por estes estados o controle dos afluentes dos rios abaixo de Albury (Figura 5.2). Além disso, os estados de *New*

South Wales e Victoria deveriam fornecer a *South Australia*, uma quantidade mínima de água ou licença de alocação. Porém, segundo McKay (2005), cada estado acreditava que a sua parcela dos recursos hídricos do Murray seria maximizada e usada como uma ferramenta para uso produtivo e desenvolvimento econômico de seu território. Esse enfoque exclusivo no desenvolvimento econômico regional foi o principal fator contextual para o desenvolvimento do comércio interestadual de água.

Figura 5.2 – River Murray Water Agreement



Fonte: NWC (acessado em 2011).

O *River Murray Water Agreement* também previa a construção de reservatórios, barragens e represas para garantir um fluxo permanente de água para irrigação e navegação, criando assim o *Murray River Commission* (Comissão do Rio Murray) para aprovar projetos propostos de infraestrutura hídrica. Os custos de

desenvolvimento e construção seriam divididos igualmente entre os estados e a Federação, enquanto os custos operacionais e de manutenção seriam de responsabilidade apenas dos estados e os acordos eram decididos por unanimidade.

O acordo marcou o desenvolvimento de uma abordagem mais integrada entre os estados, onde a partilha da água fazia com que eles não só buscassem seus próprios interesses de desenvolvimento econômico, mas sim de toda uma nação, com preocupações comuns, onde os resultados positivos ou negativos seriam experimentados por todos (McKay, 2005). O acordo também marcou o início do envolvimento do governo federal no planejamento e financiamento da gestão dos recursos hídricos (Smith, 1998).

Grandes investimentos em infraestruturas hídricas e sistemas de abastecimento de água foram desenvolvidos, destinados, também, para suprir grandes áreas áridas povoadas do país, onde o governo federal era a principal fonte financiadora. Entre 1940 e 1980 houve um aumento de dez vezes a capacidade de armazenamento de grandes barragens na Austrália (ABS, 2010).

Em 1901, grandes barragens armazenaram apenas cerca de 249 hm³, em 1950 esse volume aumentou para 9.509 hm³ e em 1990 para 78.919 hm³. Um terço desse armazenamento ocorreu durante 1960-1979, quando as maiores barragens, com capacidade total de 50.000 hm³, foram construídas (McKay, 2005).

Além da construção de infraestrutura hídrica e gestão de recursos, os governos estaduais também tiveram um papel muito mais ativo, paternalista e protecionista da política agrícola. Houve grande investimento de indústrias agrícolas e em outros

setores da economia, para adequação a nova realidade da Austrália, com várias formas de proteção da produção interna. (NWC, 2011).

A fase do desenvolvimento foi, portanto, caracterizada pelo alcance dos principais objetivos de projetos hídricos para atender, sobretudo, à economia e à demanda da população. Dessa forma, as instituições de água na Austrália tinham características mais adequadas para uma região mais dotada de água, baseados na forte tradição britânica de exploração do que para a realidade de seca da Austrália (McKay, 2005).

5.2.1 Sistemas de licenciamento e controles sobre a propriedade da água

Durante a fase de expansão e desenvolvimento até a década de 1970, as diferentes modalidades de alocação de água eram confusas envolvendo direitos ribeirinhos estatutários para determinados usuários, direitos de água para sistemas de irrigação, além de licenças e outorgas. As licenças que permitam o acesso à água eram disponibilizadas de acordo com a demanda (Tan, 2002). Cada estado estabelecia seus sistemas legais de licenciamento, através dos quais o direito de uso da água era garantido sob a forma de privilégios legais (como licenças e autorizações para captar água), e não por meio de propriedades de títulos (Tan, 2002). Os grandes usuários simplesmente faziam o requerimento das licenças nas agências estaduais, que tinham o poder de alterar ou cancelar as licenças de exploração a qualquer tempo.

As licenças para irrigação eram geralmente emitidas baseadas na área de terras irrigadas. Os administradores públicos de água julgavam quais as culturas mais adequadas em um dado distrito e sua demanda de água. Esses critérios iniciais de julgamento da administração pública formariam a base para os títulos negociáveis de alocação de água e uma das grandes preocupações durante esse período era de se

evitar o grande acúmulo de licenças de água nas mãos de grandes entidades empresariais (NWC, 2011).

Enquanto as licenças eram emitidas por períodos determinados, podendo ser alteradas ou canceladas a qualquer momento, sem pagamento de indenização, havia expectativas de renovação automática, sobretudo por usuários privados. Como os direitos eram renovados ao longo do tempo, tornava-se cada vez mais difícil, para os governos, reestabelecer volumes de extração limitados nos níveis ambientalmente sustentáveis, já que estes também poderiam ser comercializados (McKay, 2008).

5.3 Fase de Maturação – Emergência por Mercados de Água (1980-1994)

Os primeiros estágios da gestão dos recursos hídricos na Austrália foram caracterizados por critérios de controle no desenvolvimento da alocação dos recursos hídricos. Não houve grande necessidade ou incentivo à comercialização quando os recursos hídricos ainda eram livremente disponíveis. No entanto, algumas preocupações começaram a surgir após os períodos de grandes secas.

Durante a seca de 1966-67 que atingiu o continente australiano quase que em sua totalidade e a seca de 1972-73 que atingiu, sobretudo, o leste australiano, ambas sob os efeitos de El-Niño, as transferências temporárias de direitos de água começaram a ser permitidas em *New South Wales*. Em *Victoria*, as comercializações também passaram a ser permitidas durante a seca de 1966-67. Estes poucos exemplos de comercialização de água eram geralmente vistos como única solução para os períodos temporários de seca e escassez de água (NWC, 2011).

No início desta fase, as pessoas ainda acreditavam ser possível a construção desenfreada de infraestrutura hídrica para o país sobreviver às secas. Neste contexto e na ausência de demanda pela comercialização de água pelos irrigantes, houve, sem dúvida, pouca motivação para que os gestores de recursos hídricos investissem em processos administrativos necessários para gerir a comercialização de água.

A concessão de licenças para alocação de água era fixada de forma independente e individualmente para cada usuário, sem a utilização de um mecanismo mais amplo de planejamento. Caso houvesse necessidade de suplementação de água – que significava o suprimento de água proveniente de um reservatório, que normalmente pertencia e era operado pelo Estado – a licença determinava tanto o direito pelo uso da água como os termos sob os quais a água deveria ser fornecida (Parker, 2006). As licenças de águas não suplementares – que significam águas provenientes de recursos naturais – tinham pré-estabelecidos os mecanismos de como a água deveria ser captada e o local de captação. Isso daria um limite do volume de extração de água daquele recurso natural.

Na década de 1990, uma mudança no cenário econômico enfatizou as inadequações desse modelo gerencial (Parker, 2006):

- A primeira grande inadequação relaciona-se às chamadas licenças “incrementais”. Essas licenças eram concedidas quando o direito de uso da água inicial não atendia a 100% da necessidade de cada usuário e eram negociadas por cada caso em particular, o que contribuiu para o crescimento insustentável da demanda por água. E como os estados continuavam garantindo e concedendo licenças aos novos usuários, essas licenças iam tornando-se comprometidas;

- Nas fontes completamente alocadas, devido às licenças de água serem ainda vinculadas à propriedade das terras, a única forma de um usuário obter licença de exploração seria comprar as terras. A solução então seria de permitir a troca de títulos de direito, porém, esse modelo de gerenciamento ainda não permitia a desvinculação da água às terras.
- Quando a garantia de alocação era dada a um usuário, não era estabelecido qualquer mecanismo que garantisse a sustentabilidade do meio ambiente.
- A falta de segurança na concessão dessas licenças prejudicava os investimentos em infraestrutura que dependessem da água.
- Crescentes conflitos surgiam com o crescimento da demanda e os usuários eram relativamente limitados de envolverem-se nos processos de tomadas de decisão.
- Fazia-se necessária uma melhor definição do produto concedido pelo título de direito para poder subsidiar os custos, necessitando de reforma nas tarifas de cobrança.

O governo australiano, então, percebeu a necessidade de equalizar as diferentes demandas por água, permitindo uma maior flexibilidade na realocação de água, ao invés de manter a emissão contínua de licenças, embora a introdução dos mercados de água ainda não fizesse parte do planejamento de gestão de recursos hídricos.

Os primeiros passos dos governos estaduais para a mudança deste cenário foi de desvincular o direito de acesso à água da propriedade das terras, representando o marco inicial para o desenvolvimento dos mercados de água na Austrália. O sistema de licenças de água, que substituiu o sistema ribeirinho, permitia direitos quantitativos que variavam conforme a disponibilidade hídrica anual, onde o volume

fornecido era medido, sendo aplicada uma tarifa sobre esse volume (McKay, 2005). Também foi concedido aos estados, o poder para suspender a alocação de água durante os períodos de escassez, o poder para realizar embargos e para atribuir novas legislações de água, marcando assim, o início de um mecanismo funcional dos mercados de água (McKay, 2005).

A imposição de embargos sobre a emissão de novas licenças fazia com que novos usuários ou usuários existentes tivessem acesso a uma maior parcela de água somente por intermédio de algum usuário que possuísse licença. No entanto, devido à maior parte das licenças ainda serem vinculadas à terra, não havia mecanismos prontamente disponíveis para transferir água ou licenças, de um usuário para outro. Assim, aqueles que desejassem garantir mais fonte hídrica, muitas vezes eram obrigados a comprar um terreno para garantir uma nova licença. Isso gerava custos altos e atrasos nas operações, quando o principal objetivo era a redistribuição da água. Como resultado, alguns usuários e políticos começaram a defender a ideia de transferência de água através de negociações (McKay, 2005).

Ainda em resposta às pressões por mudanças, os desvios de mananciais também passaram a ser mais limitados, colocando a proibição da emissão de novas licenças em algumas fontes hídricas superalocadas que prejudicavam o desenvolvimento econômico de diversos usuários.

A questão sobre a conservação da água como um bem econômico gerou uma abordagem gradual e bem controlada na introdução dos mercados de água. Como a comercialização de água inicialmente se deu de forma bastante limitada e controlada, seu valor tornava-se cada vez maior, principalmente durante os períodos de seca (Haisman, 2005).

O foco da gestão de recursos hídricos na Austrália passara a mudar do paradigma de desenvolvimento contínuo de novos recursos hídricos e investimentos em infraestrutura, para a forma de gestão mais eficiente e sustentável de recursos hídricos. Ao mesmo tempo em que as opções para o fornecimento de água iam se limitando, a demanda por este recurso tornava-se cada vez maior, proporcionando condições para uma maior utilização de instrumentos econômicos na gestão e alocação da água (NWC, 2011).

Numa primeira fase, os mercados de água limitaram-se à locais específicos, aos tipos de usuários e aos tipos de operações. Assim, alguns segmentos de mercado desenvolveram-se primeiro do que outros. Houve maior flexibilidade para permitir a comercialização intraestadual do que interestadual. Houve também uma maior aceitação da comercialização de direitos temporários do que permanentes (NWC, 2011).

A aplicação do comércio de água implicava em processos administrativos bastante complexos. As atividades de comercialização pelos usuários eram poucas, reflexo das restrições impostas aos tipos de comercialização permitidos e o âmbito geográfico, além da falta de compreensão e experiência dos usuários no comércio de água e pela disponibilidade elevada de água entre na década de 1980. Para os primeiros sete anos do mercado de água, menos de 1% do uso total de água foi alocado por meio da comercialização. No entanto, as atividades de comercialização aumentaram dramaticamente entre 1994 e 1995, quando a disponibilidade hídrica reduziu drasticamente, em resposta à alta variabilidade climática e à seca severa ocorrida no período, levando os usuários a desfrutar dos primeiros benefícios dos mercados de água (NWC, 2011).

Embora esses primeiros passos para o comércio de água tenham representado marcos importantes, o comércio ainda era muito restrito e localizado. A comercialização de direitos para fora das zonas públicas irrigadas ainda era extremamente difícil, quando não impossível (Haisman, 2005).

Todos esses fatores sugeriam a necessidade de uma abordagem mais abrangente e coordenada, para que o comércio de água, especialmente na bacia de *Murray-Darling*, pudesse cumprir seu mais importante papel: o da utilização do recurso em seu maior valor econômico.

A crescente preocupação com questões ambientais coincidiu com o advento de uma agenda mais ampla de reformas microeconômicas na economia australiana. O objetivo era melhorar a eficiência econômica, principalmente nas indústrias do setor público (NWC, 2011).

Criada na década de 1990, a *National Competition Policy* (Política Nacional de Concorrência) foi uma política que teve como principal objetivo promover e manter forças competitivas na economia da Austrália para aumentar a eficiência e bem-estar da sociedade. A agenda de reformas microeconômicas foi desenvolvida em resposta às preocupações sobre a produtividade e o desempenho econômico geral da Austrália, em comparação com outros países.

As principais iniciativas do governo até esse período foram a criação do *Murray-Darling Basin Agreement* em 1992, seguido pelo *COAG Water Reform* em 1994 e finalmente a *National Water Initiative* em 2004 (NWC, 2011; McKay, 2005; Haisman, 2005).

Em 1992, o *Murray-Darling Basin Agreement* foi assinado pelos governos de *New South Wales, Victoria, South Australia* e governo federal (*Queensland e Australian Capital Territory* formalizaram posteriormente a sua participação), em substituição ao *River Murray Waters Agreement*, em vigor desde 1915. O propósito do acordo era "promover e coordenar o planejamento e a gestão eficaz para a utilização equitativa, eficiente e sustentável da terra, da água e de outros recursos ambientais da bacia Murray-Darling". Isso representou um aumento significativo de responsabilidades. As modalidades de comercialização de água interestadual foram incorporadas a um cronograma para o *Murray-Darling Basin Agreement*, promovendo um papel significativo de facilitador no comércio interestadual de água (NWC, 2011).

5.4 Fase de Maturação – Expansão dos Mercados de Água (1994-2007)

Um grande impulso para o desenvolvimento de mercados de água mais coesos, principalmente na Bacia de *Murray-Darling*, foi a agenda nacional de reformas acordadas pelo COAG (*Council Of Australian Governments*), criada em 1994, como parte da *National Competition Policy* (NWC, 2011, McKay, 2005; Haisman, 2005).

A responsabilidade do COAG seria de desenvolver e acompanhar a execução de reformas políticas de importância nacional que requeriam uma ação cooperativa dos governos da Austrália, o que representou um marco importante para a evolução dos arranjos de alocação de água na Austrália, deixando o modelo tradicional de alocações administradas pelo governo para um modelo mercadológico, baseado em direitos de propriedade mais bem definidos e negociáveis, para promover o uso eficiente e sustentável da água na Austrália.

Esse modelo pautava-se, dentre outras, nas seguintes diretrizes (Parker, 2006):

- O uso da água deveria ser atribuído prioritariamente para elevar a renda nacional e o bem-estar da população em geral, dentro das limitações sociais, físicas e ecológicas de bacias hidrográficas;
- Estabelecer mecanismos amplos de direitos e alocação de água, desvinculados ou não das terras, estabelecendo ainda uma clara definição de propriedade, volume, confiabilidade, capacidade de transferência e, se possível, de qualidade;
- O comércio entre os estados deveria ser facilitado através de arranjos consistentes, garantindo a sustentabilidade física, social e ecológica;
- Criação da licença para o meio ambiente, sendo este, considerado um legítimo titular de licença de água.

Aos estados, foi designado o papel de implantação das reformas e ao governo federal, o de facilitador das reformas, dando assessoria ao processo de implantação. No entanto, os estados perceberam que os mercados de água não eram tão ativos como deveriam ser e, em algumas áreas a sua aplicação enfrentou obstáculos significativos e oposições da comunidade por fatores sociais, ambientais e econômicos, tais como:

- Má definição e falta de clareza dos títulos de propriedade da água e de suas zonas de comercialização;
- Grandes restrições às regras comerciais, havendo desigualdade nas informações de mercado e incertezas sobre a natureza dos riscos;

Com isso, surgiu a necessidade de mudanças nos arranjos institucionais, tarifários e nos títulos de direito (Parker, 2006). Foi então, nesse contexto, que em 2004, a

National Water Initiative (NWI) foi criada e aprovada por todos os estados e territórios e pelo Governo Federal.

A grande seca de 2002 levou a um foco renovado sobre o compromisso com os objetivos de eficiência econômica e sustentabilidade ambiental, que impulsionou a criação de um novo sistema de comercialização do direito de água, para garantir tanto a segurança dos usuários como para o meio ambiente.

Em 2003, o COAG concordou em desenvolver a *National Water Initiative* (NWI). O NWI forneceu um conjunto consistente de definições para a aplicação das melhores práticas de limitação e sistemas de comércio na gestão de água em toda a Austrália.

5.5 Elementos para o Projeto de Mercados de Água

Para promover as reformas do NWI na prática, alguns elementos chave foram criados e organizados em cada estado, tais como: (i) criação de direitos bem definidos e comercializáveis; (ii) determinação do balanço entre uso para consumo e uso para o meio ambiente; (iii) regulamentação dos mercados; (iv) criação de métodos de comércio; (v) criação de arranjos capazes de registrar e contabilizar a água extraída; (vi) criação de arranjos institucionais e governamentais.

(i) Criação de direitos transferíveis: Em 1994 o COAG e o NWI deram grande ênfase e importância à transformação dos direitos existentes em direitos transferíveis e negociáveis. A reforma incluía: melhoria na clareza e segurança dos direitos; melhorias na flexibilidade de comercialização dos direitos; viabilização da comercialização entre os estados; especificação das provisões de risco; especificação de títulos para o meio ambiente.

Especificação clara e segura dos títulos: Um mercado eficiente requer direitos de propriedade que sejam: claramente especificados, de modo que os proprietários entendam exatamente quais seus benefícios e suas obrigações; seguros, onde o direito não esteja sujeito à modificação ou extinção em detrimento de outros sem a devida compensação; exclusivos, onde os benefícios diretos e os custos associados com o exercício do direito sejam exclusivamente do titular; exequível, devendo ser possível determinar quando um direito foi violado, com medidas jurídicas para prevenir sua violação; transferíveis e divisíveis, podendo ser negociados, completamente ou parcialmente para outros usuários.

O NWI propôs um sistema de direitos nacional, compatível aos estados, para garantir sua segurança, através das seguintes imposições:

- definição de comercialização perpétua ou temporária;
- atribuição dos riscos de redução de disponibilidade hídrica;
- recuperação dos sistemas superalocados para níveis sustentáveis de alocação.

(ii) Balanço entre consumo e meio ambiente: Um pré-requisito fundamental para os mercados de água consiste em estabelecer o volume disponível de captação baseado no balanço sustentável entre consumo e meio ambiente, garantindo a segurança dos títulos de direito aos usuários. Os mercados devem ser estabelecidos com base em uma definição clara do recurso total disponível para o consumo e como ele pode mudar ao longo do tempo. Isso influencia diretamente no desenvolvimento global das indústrias dependentes de água.

(iii) Regulamentação dos mercados: Na prática, dificilmente um mercado funciona sem a intervenção ou regulamentação do governo. As regras de transações são

importantes para controlar os grandes impactos sobre outros usuários da água e do meio ambiente. Da mesma forma, a regulamentação dos preços cobrados ajuda a evitar distorções no mercado de água.

(iv) Métodos de comercialização: Os proprietários dos títulos só podem negociar se os custos de transação não forem excessivamente altos. Métodos de comercialização, através de bolsas, leilões ou mesmo corretagem, ajudam a intermediar negociações entre compradores e vendedores, reduzindo custos de mobilidade. Informações publicamente disponíveis ajudam a garantir que os compradores e vendedores tomem decisões mais seguras.

Comercializações de direitos interestaduais: Para ajudar a alcançar o objetivo de utilizar a água em maior valor econômico, o Acordo do COAG de 1994 especificou que “quando a comercialização entre fronteiras estaduais for possível, os acordos comerciais devem ser consistentes facilitando as vendas interestaduais, respeitando padrões sociais, físicos e ecologicamente sustentáveis”.

(v) Registros e contabilidade da água: Registros de títulos de água e mecanismos de ‘contabilidade’ da água para sua comercialização e utilização são essenciais para garantir a eficácia na operação dos mercados. É também essencial que o uso da água seja medido com precisão e que os mecanismos de controle estejam em bom funcionamento.

(vi) Arranjos institucionais e governamentais: Os mercados de água devem estar dentro de um amplo quadro institucional e governamental em que as decisões são tomadas por gestores de recursos, políticos e reguladores, embasados nas

normas que regem o comércio. É importante que os papéis e responsabilidades sejam claramente definidos e que não haja conflitos de interesse.

5.6 Gestão para a Sustentabilidade Ambiental (a partir de 2007)

Os mercados de água na Austrália, hoje, são baseados no sistema “*cap and trade*”. Este sistema classifica cap como sendo a quantidade total de recurso disponível de acordo com níveis de extração ambientalmente sustentáveis e trade a comercialização. Os usuários individuais recebem uma licença que lhes permite usar uma parte desse volume total disponível naquele ano hidrológico. Os direitos do título e o volume de água alocado para aquele título são negociáveis, onde a propriedade, o controle e o uso do título podem variar ao longo do tempo e o preço é estabelecido pelo mercado, em função das demandas de oferta e procura.

Dentro deste conceito, o volume exato de água disponível para um dado usuário pode variar de ano para ano, dependendo das condições sazonais, ou seja, um direito de acesso à água de 10 hm³ não garante que serão fornecidos 10 hm³ por ano. Esse volume só estará disponível quando houver uma alocação de água de 100%. Se a disponibilidade hídrica de um dado ano for de 80%, por exemplo, o direito só garantirá a oferta de 8,0 hm³ naquele ano.

Na criação de mercados de água, uma questão limiar é a determinação da quantidade total do recurso que estará disponível para consumo. Devido às diferenças de valores entre os usuários, um desafio fundamental é desenvolver uma visão compartilhada de sustentabilidade. Determinada a capacidade total de disponibilidade hídrica para consumo, os mercados de água ajudam a garantir que essa oferta limitada esteja sendo utilizada para fins mais produtivos.

O preço da água no mercado é um indicador que promove o incentivo no uso racional e eficiente pelos diversos usuários, que buscam investir em novas tecnologias para garantir a melhoria da eficiência de seu uso da água. Assim, os mercados de água permitem que os próprios usuários façam, em muitos casos, complexas tomadas de decisões, de longo e curto prazo, sobre quem deve usar a água e para que fim, sem a real necessidade de intervenção governamental. Os preços de mercado funcionam como indicativo para que os usuários considerem os custos de oportunidade de suas decisões de uso da água e tomem decisões em função de seus interesses.

Entretanto, para que as decisões dos diversos usuários sejam coerentes com o interesse público em geral, os mercados de água devem operar no âmbito das realidades física e hidrológica das águas superficiais e dos sistemas subterrâneos. Então, os mercados devem ser regidos por regras que reflitam essas realidades. Ao aumentar a flexibilidade nas transações, os mercados geram, inevitavelmente, impactos sobre aspectos socioeconômicos e de distribuição, já que a água transita entre usuários, indústrias e regiões. Esse processo é benéfico em termos gerais, mas aumenta a possibilidade de intervenção de outros instrumentos políticos, para conciliar objetivos de desenvolvimento regional e igualitário, sobretudo, na distribuição de água, pelos diversos governos, sem que prejudique o perfeito funcionamento dos mercados de água.

A comercialização sazonal, por exemplo, permite que a água disponível, em qualquer época do ano, possa ser realocada entre diferentes culturas na agricultura, entre diferentes lugares, entre diversos irrigantes, ou outros usuários de água, respeitando as condições sazonais – seguindo o conceito de eficiência alocada –

sendo uma valiosa ferramenta entre os diferentes usuários e suas diferentes demandas por água.

A comercialização da água pode facilitar ajustes estruturais e de investimentos, em resposta a mudanças imprevistas, conhecido como eficiência dinâmica. A ideia é que os mercados de água forneçam um mecanismo para que os antigos usuários 'aposentem' seus títulos ou os repassem adiante. Como resultado, os mercados possibilitam um dinamismo na composição ou no tamanho das indústrias consumidoras de água ao longo do tempo, aumentando a competitividade e dando dinamismo ao mercado consumidor. Isto é particularmente útil em uma economia de mercado em que os agricultores enfrentam as forças do mercado global para seus bens produzidos.

Finalmente, o modelo de gestão por mercados pode contribuir para a recuperação de água para o meio ambiente, onde os governos podem readquirir os títulos ou as alocações de água e reduzir a quantidade de água explorada para consumo.

5.6.1 Modelos de alocação e transação

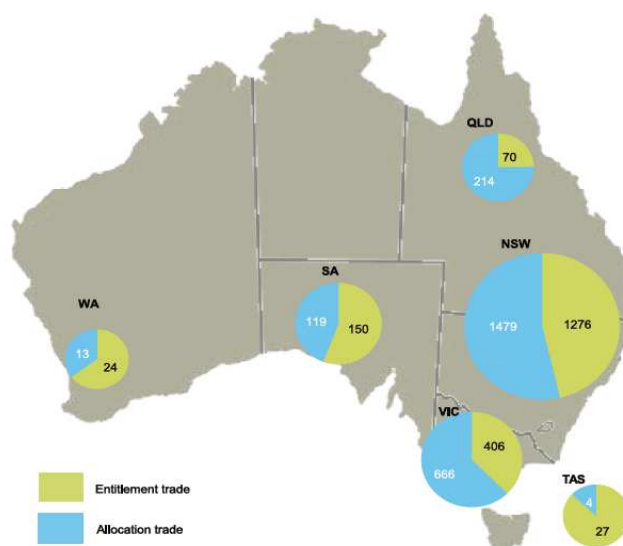
Os usuários de água, dentro das regras e regulamentos, podem optar por: (i) utilizar a água atribuída aos seus títulos; (ii) comprar alocações adicionais; (iii) vender seus títulos parcial ou totalmente; (iv) comprar ou vender seus direitos; (v) arrendar seus direitos.

Em alguns sistemas hídricos, ou sob algumas circunstâncias, os usuários também podem optar por não usar a água no ano em curso, podendo deixá-la armazenada para consumo ou venda no ano seguinte.

Mais de 90% das atividades de comercialização de água na Austrália estão concentradas ao sul da bacia de Murray-Darling, no sudeste do país (Figura 5.3).

As atividades de comercialização fora da bacia de Murray-Darling ocorrem em mananciais superficiais menores e em mananciais subterrâneos nos estados de *Victoria*, *New South Wales* e *Queensland*. Ocorre também, em menor escala, no estado de *Western Australia* e em outras jurisdições. No *Western Australia*, a maioria das atividades de comercialização ocorre nos distritos irrigados ao sudeste do estado, administrados pela *Harvey Water* (águas superficiais) e em áreas de horticultura ao norte de Perth (capital de *Western Australia*), predominando, neste, os mananciais subterrâneos. Em lugares como o *Northern Territory* e na *Tasmania*, a atividade comercial é limitada pelos recursos hidrológicos e, também, pelo fato de novas licenças ainda estarem disponíveis para permitir um futuro desenvolvimento.

Figura 5.3 – Títulos e alocações de água comercializados na Austrália em 2009-10



Fonte: NWC (acessado em 2011).

6 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO CEARÁ – NORDESTE BRASILEIRO

A evolução histórica da gestão dos recursos hídricos no Nordeste Brasileiro, especialmente no Estado do Ceará, é pautada, sobretudo, na ocorrência das drásticas secas que marcaram a sociedade e a história da população dessa região muito antes da Independência do Brasil.

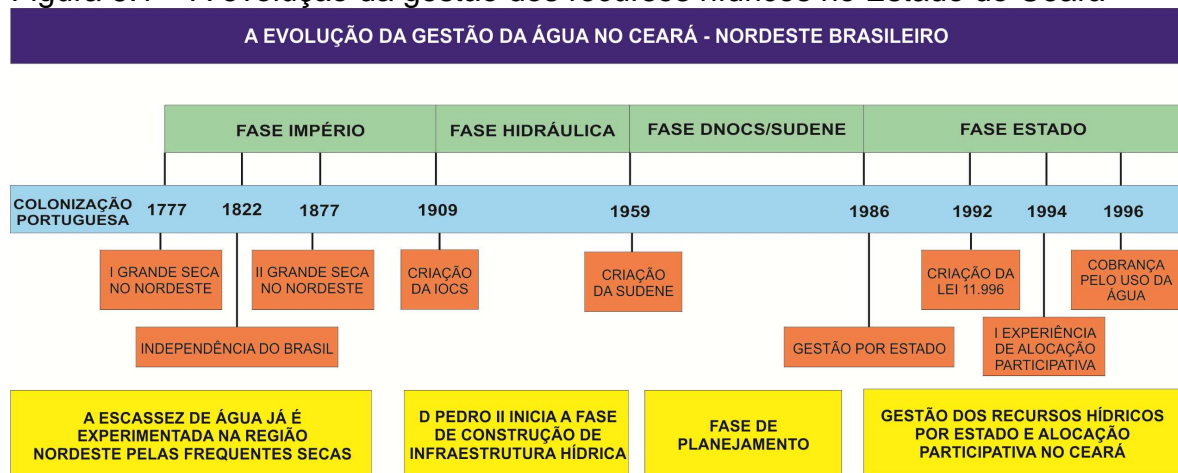
Das diversas citações encontradas na vasta literatura das secas, pode-se concluir que, mesmo em condições de baixa densidade demográfica e mesmo sem uma considerável degradação antrópica, o ambiente semiárido, em anos de seca, não tem condições de sustentabilidade sem estruturas de estoque de água, devido a alta variabilidade e má distribuição das precipitações pluviométricas, com altos índices de evaporação e uma geologia predominantemente cristalina (Campos et. al., 2001).

A situação permaneceu até meados do século XIX, sem que houvesse uma seca mais severa. Em 1777 ocorreu a primeira grande seca, em que detalhes do seu impacto devastador na economia cearense foram registrados. A seca causou, nesse período, a morte de quase todo o rebanho do Estado, encerrando um curto ciclo de desenvolvimento econômico em que o Ceará se tornara o principal produtor de carne da colônia portuguesa. Um século depois, a severa seca que atingiu o Estado entre 1877 e 1879 matou milhares de pessoas (Carvalho, 1988). A Grande Seca de 1877 é conhecida por ter elevado a seca de assunto privado para questão pública e oficial.

As ações governamentais no Ceará refletiram, por um longo período, as ações tomadas em nível de Nordeste para o combate as secas, uma vez que esta região sempre foi vista de uma forma global. Somente a partir do final da década de 80, o

Governo do Estado passa a ser o principal agente na gestão das águas do Estado. Neste contexto, podem-se distinguir claramente quatro fases na gestão das águas no Estado do Ceará: a fase Imperial, em seguida, a fase Hidráulica (era DNOCS), a fase DNOCS/ SUDENE e, finalmente, a fase Estado (Figura 6.1). Iniciadas ainda no Império, as três primeiras são ações claramente regionais. A partir da década de 1980, o Estado do Ceará toma seu próprio rumo, sendo um dos precursores da moderna gestão dos recursos hídricos no país (Campos et. al., 2001).

Figura 6.1 – A evolução da gestão dos recursos hídricos no Estado do Ceará



Fonte: elaborada pelo autor.

Na fase Imperial, após a segunda grande seca (1877) o governo imperial (e depois, federal) decidiu alocar seus melhores técnicos na luta contra a seca. Uma das estratégias preferenciais do poder público foi a formação de uma infraestrutura hidráulica com a construção de grandes reservatórios, posta em prática já a partir do governo do Imperador D. Pedro II em 1886 (Souza Filho, 2001). Essa política foi implantada em duas grandes linhas: os reservatórios grandes e médios, construídos com dinheiro público, foram utilizados para a piscicultura, irrigação e abastecimento doméstico de água - eminentemente ações públicas. Os pequenos reservatórios, por outro lado, também construídos pelo Governo, mas em colaboração com proprietários privados, tinham um caráter privado, mas com livre acesso para as

populações vizinhas. À medida que novas fontes hídricas tornavam-se menos acessíveis e a construção delas tornavam-se mais caras e, ambientalmente, menos aceitas, a gestão da demanda assumiria um importante papel para os recursos hídricos no Ceará (Stuart et. al., 2001).

Essa prática de construção de infraestrutura hídrica foi continuada pela Inspetoria de Obras Contra a Seca (IOCS), criada em 1909, marcando o início da fase Hidráulica. A IOCS foi sediada em Fortaleza, e não no centro administrativo do país, Rio de Janeiro, em virtude de o Ceará localizar-se no epicentro das regiões mais afetadas pelas secas. A instituição foi formada a partir da união de pequenas comissões que estudavam a geomorfologia do semiárido, no intuito de sugerir opções de infraestrutura para o acúmulo de água. Esta abordagem ficou conhecida como a “solução hidráulica” (Souza Filho, 2001), em que os efeitos da seca eram combatidos através do acúmulo de água das chuvas.

Historicamente, a definição de quem seriam os beneficiários da construção de reservatórios sempre foi marcada por conflitos que refletem disputas econômicas mais amplas: a região metropolitana de Fortaleza versus o sertão; indústria versus agricultura; irrigações em áreas públicas e de pequena escala (incluindo as de subsistência) versus o grande agronegócio; comunidades localizadas no entorno dos reservatórios versus comunidades ribeirinhas. Estas questões são endêmicas à gestão de água no sertão (Rebouças, 1997).

Em 1959, sob a Lei 3.692, em consequência a seca de 1957-58 no Nordeste, foi criada a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) que tinha como principal objetivo encontrar soluções que permitissem a diminuição das desigualdades verificadas entre as regiões geoeconômicas do Brasil. A partir daí,

deu-se início a fase DNOCS/ SUDENE. A SUDENE possuía uma área de atuação de 1.641.000 km², englobando nove estados nordestinos e o extremo norte de Minas Gerais, e tinha a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável de sua área de atuação e a integração competitiva da base produtiva regional na economia nacional e internacional. A SUDENE representava uma forma de abordagem técnico-econômica, à medida que a solução hidráulica, perseguida desde a Colônia, consistindo em construir açudes e perfurar poços, tornou-se luta perdida devido ao seu manejo político clientelista, atendendo interesse específico de grupos dominantes (Taddei et. al., 2007).

A atuação da SUDENE teve diretrizes definidas em sucessivos Planos Diretores de Desenvolvimento Regional que promoveram o levantamento básico dos recursos naturais (solo, água, fauna, flora, recursos minerais, recursos pesqueiros), estudos multidisciplinares de bacias hidrográficas – como base para inauguração do modelo de desenvolvimento socioeconômico sustentado de unidades geoeconômicas de planejamento – industrialização, turismo, dentre outros setores.

Posteriormente, a antiga IOCS transformou-se no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que tinha, então, a responsabilidade de realizar pesquisas de infraestrutura, construir e operar reservatórios no semiárido. A história política do DNOCS mistura-se à história política do Ceará. Em particular, suas ações ao longo do século 20 estão vinculadas às práticas do clientelismo e patrimonialismo que caracterizaram a vida política do Estado, tanto na capital quanto no sertão. Assim, historicamente, elites políticas locais mantiveram o controle sobre as atividades do DNOCS, o que resultou numa gestão hídrica que beneficiava essas mesmas elites, como ocorrera na época da SUDENE. Esse panorama começa a ser

alterado a partir de 1986, quando um novo grupo político ganha o poder no estado, e inicia um processo de reforma na gestão de água, transferindo parte da responsabilidade de gestão para o estado.

Em 1986, uma transformação política importante ocorreu no Estado, marcando o início da fase Estado. Pela primeira vez, a oligarquia rural perdeu a eleição estadual para um novo grupo de jovens industrialistas, sob a liderança de Tasso Jereissati, congregados ao redor do CIC, ou Centro Industrial do Ceará. Ideias desenvolvimentistas ganharam força, e incentivos foram criados para reforçar o processo de industrialização do estado. Em 1987, como parte desta mudança, a Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) foi criada, agregando a já existente Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). (Taddei et. al., 2007).

Em âmbito nacional, a promulgação da Constituição Federal de 1988 introduziu novos conceitos no trato dos recursos hídricos, definindo os novos domínios para a água e sua caracterização como bem público dotado de valor econômico, dando poder aos estados de sobre ela gerir. (Taddei et. al., 2007).

Após 1988, o Governo do Estado do Ceará começou a influir e agir diretamente no setor de recursos hídricos, que, com aproximadamente 93% de seu território inserido no semiárido do Nordeste, foi pioneiro na criação de sua Política Estadual de Recursos Hídricos, através da lei estadual 11.996/1992. Espelhada no modelo francês de gerenciamento da água por bacia hidrográfica, a lei propôs uma configuração institucional específica para o planejamento e manejo dos recursos hídricos, buscando a integração, descentralização e um grau de participação social mais ampla (Garjulli, 2001). A lei introduziu a necessidade da posse de

outorgas de água, emitidas pelo governo; a cobrança pelo uso da água e a exigência de solicitação de permissão ao governo para a realização de construções de infraestrutura (como novos açudes, mesmo que em terras privadas). A SRH passou a ter competência de promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado, coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços, tocantes a recursos hídricos, e promover a articulação dos órgãos e entidades estaduais do setor, com os federais e municipais. (Luna et. al., 2009).

A lei determinou a criação de um comitê de bacia hidrográfica, integrado por membros da sociedade civil, além de técnicos e pelo poder público, para cada uma das 11 bacias ou sub-bacias, onde os comitês tinham, inicialmente, poder para decidir sobre a alocação de recursos hídricos dentro das bacias, porém sob a supervisão do conselho estadual (Taddei et. al., 2007). Em 1993, sob a lei estadual 12.217 foi criada a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), com a missão de gerenciar os Recursos Hídricos de domínio do Estado e da União (por delegação), promovendo seu uso racional, social e sustentado, passando a agir como agente catalisador na organização de usuários nas bacias hidrográficas estaduais. (Taddei et. al., 2007).

E em 1996 foi dado o início da cobrança pelo uso da água, mediante a publicação do Decreto 24.264/96 que regulamenta a cobrança pela utilização dos recursos hídricos e fixa as primeiras tarifas de água para os setores de saneamento e indústria. Em 1999, inicia-se a cobrança pelo uso da água na irrigação, no Canal do Trabalhador e no Vale do Acarape.

O processo de alocação negociada ocorre em audiências públicas realizadas anualmente pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos – COGERH, sempre após a quadra chuvosa do Ceará, através de seminários onde é definida a regra de operação do reservatório e a vazão a ser liberada. Após esta macroalocação negociada dá-se início à etapa das alocações particulares realizadas pela Secretaria de Recursos Hídricos - SRH e pela COGERH, onde é definida a quantidade destinada a cada usuário particular e efetivada a outorga para um período de seis meses a um ano que é o tempo legal da outorga estadual (Costa et. al., 2005).

Os comitês de bacias alocam água dos maiores e mais importantes reservatórios das bacias. O procedimento legal ocorre a partir dos grupos sociais de uma bacia hidrográfica representados nos comitês, que enviam seus representantes para reuniões ocorridas nos meses de janeiro e junho, onde são apresentadas as previsões hidrológicas de vazões para os seis meses seguintes. Em pequenos reservatórios, comissões locais também foram criadas, compostas por: 30% de membros de grupos de usuários locais; 30% de grupos da sociedade civil; 20% do governo municipal; e 20% dos governos estadual e federal.

A gestão de água no Brasil também inclui atores em nível nacional. A ANA, Agência Nacional de Águas, foi criada em 2000 (Lei Federal 9.984/2000), com o objetivo de trabalhar em conjunto com os governos estaduais para modernizar o gerenciamento hídrico de bacias hidrográficas interestaduais.. Em 2001, mediante convênio com a ANA – Agência Nacional de Águas surge um projeto piloto de cobrança, conhecido como “Águas do Vale” ou “Plano de Uso Racional da Água de Irrigação nos Vales do Jaguaribe e Banabuiú”, projeto este que estabeleceu bases conceituais para a realização de estudos de tarifa. O plano visava, ainda, aumentar a eficiência de usos

da água na agricultura irrigada, pelo combate ao desperdício e incentivo à conservação dos recursos hídricos e analisando os impactos socioeconômicos sobre o emprego e a renda. Pretendia também, induzir o uso de sistemas e métodos de irrigação mais eficientes, assim como a mudança de culturas de elevado consumo de água, por outras que apresentassem uma menor demanda hídrica com maior valor agregado.

7 CONCLUSÕES

Fatores endógenos inerentes a cada região são determinantes para a caracterização hidrológica e climatológica de qualquer lugar do planeta. Sabe-se que a crescente atividade humana vem gerando mudanças climáticas que muito contribuem para a alta variabilidade do clima no mundo. Entretanto, independente dessas mudanças, a alta variabilidade já é característica própria de regiões semiáridas.

O leste da Austrália e o Nordeste Brasileiro apresentam grande variabilidade espacial e temporal na incidência de chuvas, com coeficientes de variação podendo atingir valores de 0,61 e 0,52, respectivamente. Seus aspectos hidroclimatológicos, embora afetados e influenciados por diferentes mecanismos atmosféricos, apresentam fortes semelhanças, quanto às condições de temperatura, precipitação, evaporação, e regime hidrológico. São, portanto, regiões marcadas por secas severas e recorrentes e pela incerteza das chuvas, sendo necessário grande cuidado, para fazer do uso da água o mais eficiente e econômico.

Uma política de gestão de recursos hídricos em qualquer região do mundo se desenvolve ao longo do tempo, se contextualizando não somente em função das características físicas da região, mas também em função da caracterização histórica da sociedade, da cultura, da política, da economia, que se originam das colonizações e que vão se transformando ao longo do tempo. Apesar das grandes semelhanças físicas e climáticas que implicam diretamente na disponibilidade hídrica, a Austrália, colonizada pelos ingleses em 1788 e o Brasil, colonizado pelos portugueses nos anos de 1500, tomaram diferentes caminhos no que se refere à política de gestão dos recursos hídricos.

Na Europa o direito sobre a água, originário do direito romano é abordado de diferentes formas entre suas nações. A Inglaterra, historicamente, dominou a economia mundial durante décadas. Nela, o direito romano se mescla aos direitos baseados nos costumes do povo, formando o “common Law” ou direito consuetudinário. No processo de colonização da Austrália, a Inglaterra levou seus sistemas jurídicos e institucionais à questão das águas, através dos direitos ribeirinhos, mas, em virtude da baixa disponibilidade hídrica e dificuldade de acesso à água, sua população foi naturalmente induzida à buscar mecanismos de troca. Atualmente, sua gestão é regida pelo mecanismo de mercados de água, onde a participação do Governo Federal ocorre somente em última instância e os estados, de forma integrada, exercem o poder de gerir os recursos hídricos entre os usuários e estes com a liberdade de trocar, vender ou comprar seus direitos.

O Brasil, através de lutas, guerras e regime de escravidão, foi marcado pela busca incansável pela democracia e uma maior participação e integração de todos os membros de sua sociedade ao poder público e às decisões políticas. A conquista desses espaços se concretiza a partir da construção coletiva de uma noção de direitos que dá lugar ao reconhecimento público dos direitos. Neste contexto histórico, o sistema jurídico e institucional de direito sobre a água no Brasil, filiou-se ao sistema de direito romano-germânico, através da criação do Código de Águas em 1934, que, posteriormente, com a promulgação da Constituição Federal de 1988, a água é estabelecida como um bem público dotado de valor econômico e de domínio da União, dos Estados e Territórios, dando poder aos estados seu gerenciamento. Destacando-se aqui o Ceará, pioneiro na criação de sua Política Estadual de Recursos Hídricos, fundamentada no princípio de integração, descentralização e participação da sociedade como um todo, adotando a bacia hidrográfica como

unidade básica para o gerenciamento dos potenciais hídricos, aplicando outorga de direitos de uso da água como instrumento essencial para seu gerenciamento.

Assim, o desenvolvimento da política de gestão dos recursos hídricos, tanto no Nordeste Brasileiro, como na Austrália foi marcada por diferentes fases em sua evolução histórica, política, jurídica e institucional, até implantar seus modelos eficazes e bem sucedidos. Ambos iniciando com a fase de percepção da falta de recurso e a convivência com a escassez, seguida pela fase de desenvolvimento de infraestrutura hídrica, em virtude da baixa disponibilidade hídrica e crescente demanda, mas em caráter emergencial e, finalmente, percebendo que os problemas de escassez não eram solucionados, cada uma tomou diferentes caminhos, adotando medidas próprias para implantar um modelo de gestão o mais eficaz e de maior valor agregado à água. Esses caminhos para a gestão dos recursos hídricos nas duas regiões foram naturalmente trilhados sob o conceito de *path dependence* (trajetória dependente), onde o passado, irrevogável, não pôde ser reproduzido com exatidão na medida em que as condições iniciais não eram mais as mesmas e o futuro é reconceituado a partir da institucionalização histórica, em que os eventos passados influenciaram a situação presente e fatos aleatórios e remotos no tempo tiveram uma influência destacada para a evolução institucional.

Assim como os modelos políticos, os modelos de gestão da água podem variar de um extremo a outro, de uma gestão totalmente centralizada no poder público, ou inteiramente conduzida pelas forças do livre mercado. Na água, assim como na política, a sabedoria não está nos extremos. Há muitas situações onde a presença do Estado, como gestor, é indispensável. Há também situações onde a gestão pelo Estado é desnecessária e pode ocasionar uma burocracia ineficiente e indesejável.

Assim, excluindo-se as situações extremas, o melhor modelo deve ser apropriado às condições ambientais, políticas e culturais da região. O modelo ideal não deve ter seus limites delineados por preconceitos. Esse modelo deve ser objeto de uma construção contínua com participação dos políticos, dos técnicos e da Sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABS (Australian Bureau of Statistics) (2010), 'Inland waters', in Measures of Australia's progress, 2010, (acessado em Abril 2012).
- ANJOS, B.; ARAGÃO, M., SOBRAL, Z., (1994). Conexões entre a circulação do hemisfério norte e os vórtices ciclônicos da alta troposfera na região nordeste do Brasil. Instituto Nacional de Meteorologia. Departamento de Ciências Atmosféricas-CCT-PRAI-UFPb.
- BOM (Bureau of Meteorology). www.bom.gov.au, (acessado em 2010).
- CAMPOS, J. N., STUDART, T. M. C. (2000). "A Historical Perspective on the Administration of Water in Brazil". *Water International*, v.25, n.1, p. 148-156.
- CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C.; COSTA, A. M. Some Thoughts on water management and initial allocation of water rights in Ceará, Brazil. In: 4th International Conference on Hydro-Sciences and Engineering, 2000, Seoul. *Advances in Hydro-Science and Engineering*. Seoul: Korea Water Resources Association, 2000. p. 216.
- CAMPOS, J. N., STUDART, T. M. C., COSTA, M. C. (2002). "Alocação e Realocação do Direito de uso da Água: Uma proposta de Modelo de Mercado Limitado no Espaço". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 7, n. 2, abr/jun 2002, p. 5-16.
- CAMPOS, J. N. B., STUDART, T. M. C. (2006) Water Management and Allocation in Semiarid Areas of Brazil: Practices in Ceará State. *International Water Resources Association, Water International*, Volume 31, Number 1, Pages 31–36, March 2006.
- CARVALHO, O. (1988). *A Economia Política do Nordeste – Seca, Irrigação e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Campus; Brasília: ABID – Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem.

- DINAR, A.; ROSEGRANT, M. W. & MEIZEN-DICK, R. (1997). Water allocation mechanisms – Principles and examples. World Bank: Policy Research Working Paper 1779, Washington.
- EASTER, W. E. & HEARNE, R. R. (1995). Water markets and decentralized water resources management: international problems and opportunities. *Water Resources Bulletin*, vol. 31, no 1, February, p. 9-20.
- GARJULLI, R. (2001). Experiência de Gestão Participativa de Recursos Hídricos: o Caso do Ceará. In Alves, Rodrigo Flecha Ferreira and Giordano Bruno Bontempo de Carvalho (eds.), *Experiências de Gestão dos Recursos Hídricos*. Brasília: MMA/ANA.
- GOSWAMI, P., e V. Mathew, (1994): A mechanism of scale selection in tropical circulation at observed intraseasonal frequencies. *J. Atmos. Sci.*, 51, 3155-3166.
- GARIJULLI, R. (2001). Experiência de Gestão Participativa de Recursos Hídricos: o Caso do Ceará. In Alves, Rodrigo Flecha Ferreira and Giordano Bruno Bontempo de Carvalho (eds.), *Experiências de Gestão dos Recursos Hídricos*. Brasília: MMA/ANA.
- HAISMAN, B. (2005). Impacts of Water Rights Reform in Australia. International Food Policy Research Institute. Washington DC., USA.
- HALL A, VISBECK M. (2002). Synchronous variability in the Southern Hemisphere atmosphere, sea ice, and ocean resulting from the annular mode. *Journal of Climate* 15: 3043–3057.
- HASTENRATH, S., e L. Heller, (1977): Dynamics of climatic hazards in north-east Brazil. *Quart. J. R. Meteor. Soc.*, 110, 411-425.
- HEARNE, R. & TRAVA, J. L. (1997). Water markets in Mexico: opportunities and constraints. International Institute for Environment and Development. Discussion Paper 97-01, London 27p.
- HOWE, C., GOODMAN, D., (1995), Resolving Water Transfer Conflicts Through Changes in Water Market Process. In Dinar, A., Loehman, E. (eds.), *Water*

Quantity / Quality Management and Conflict Resolution, Institutions, Processes, and Economic Analyses. Preager, Westport, Connecticut, pp. 119-129.

KEMPER, K.; DINAR A.; BLOMQUIST W.; (2005). Comparison of Institutional Arrangements for River Basin Management in Eight Basins, World Bank Policy Research Working Paper 3636, June 2005.

KOUSKY, V. E., e M. T. KYANO, (1994): Principal modes of outgoing longwave radiation and 250-mb circulation for the South American sector. *J. Climate*, 7, 1131-1143.

LAU N-C, Nath MJ. (2006). ENSO modulation of the interannual and intraseasonal variability of the East Asian monsoon – a model study. *Journal of Climate* 19: 4508–4530.

LUNA, R. M.; CYSNE, A. P.; CAMPOS, J. N. B.; PINHEIRO, M. I. T.; STUDART, T. M. C. (2009). O parlamento na gestão das águas do Ceará. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande - MS. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

MCKAY J. (2005): Water institutional reforms in Australia. *Water Policy*, 7: 35-52.

MCKAY J. (2008), 'The legal frameworks of Australian water: progression from common law rights to sustainable shares', in L Crase (ed.), *Water policy in Australia: the impact of change and uncertainty*, Resources for the Future, Washington DC.

MCCMAHON, T. A., B. L. Finlayson, A. T. Haines, and R. Srikanthan (1992): *Global Runoff—Continental Comparisons of Annual Flows and Peak Discharges*. Catena Verlag Paperback, 166 pp.

MCCMAHON, T. A, Murray, C. P., Vogel R. M., Pegram, G G.S., (2007). Global streamflows: Country and climate zone characteristics. *Journal of Hydrology*.

MECHOSO, C. R., S. W. Lyons, e J. A. Spahr, (1990): The impact of sea surface temperature anomalies on the rainfall over Northeast Brazil. *J. Climate*, 3, 812-826.

- MOREIRA, R. M., (2001). Alocação de Recursos Hídricos em Regiões Semi-Áridas. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.
- MOREIRA R. R. e HERSCOVICI A. (2006). Path-dependence, expectativas e regulação econômica – Elementos de análise a partir de uma perspectiva pós-keynesiana. *Revista Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, 10(3): 547-574, (2006).
- MOURA, A. D., e J. Shukla, (1981): On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *J. Atmos. Sci.*, 38, 2653-2675.
- MURHY, B. F., TIMBAL, B. (2008). “A review of recent climate variability and climate change in southeastern Australia”. *International Journal of Climatology. Int. J. Climatol.* 28: 859–879 (2008).
- NICHOLLS, N. (2006). “Detecting and attributing Australian climate change: a review”. *Australia Meteorology Magazine*. 55: (2006) 199-211
- NICHOLLS, N. (1997). “Developments in Climatology in Australia: 1946 - 1996”. Melbourne, Australia. *Australia Meteorology Magazine*. 46: (1997) 127-135.
- NICHOLLS, N. (1997). “William Stanley Jevons and the climate of Australia”. *Australia Meteorology Magazine*. 47: (1998) 285-293.
- NLWRA (National Land and Water Resources Audit). www.nlwra.gov.au, (acessado em 2012).
- NWC (National Water Commission) (2011), *Strengthening Australia’s water markets*, NWC, Canberra, www.nwc.gov.au/www/html/3073-strengthening-australias-water-markets.asp?intSiteID=1 (acessado em Julho de 2011).
- NWC (National Water Commission) (2011), *Australian water markets: trends and drivers 2007–08 to 2009–20*, NWC, Canberra.
- NWC (National Water Commission) (2011). *Water markets in Australia: a short history*.

- NWMS (National Water Market System) (2011), The National Water Market System project, NWMS, www.nationalwatermarket.gov.au/site-information/index.html (acessado em Junho de 2011).
- PABÓN, D. (2009). Metodologia Multiobjetivo e Multicritério de Auxílio à Outorga de Recursos Hídricos: Aplicação ao Caso da Bacia do Rio Preto. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Brasília, DF, Abril/2009.
- PARKER, S. (2006). Market Mechanisms in Water Allocation in Australia. Environment, Water Resources and Agricultural Policies. Lessons from China and OECD Countries. p. 109-120.
- REBOUÇAS, A. C. (1997). Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos avançados. Vol.11, no.29. São Paulo.
- RISBEY, J. S., POOK, M. J., MCINTOSH, P. C. (2009). On the Remote Drivers of Rainfall Variability in Australia. Tasmania, Australia. The Centre for Australian Weather and Climate (2009).
- ROBERTS, R., MITCHELL, N., DOUGLAS, J. (2006). "Water and Australia's Future Economic Growth." *Economic Roundup*, Summer 2006. Australian Government Publishing Service. Available at: www.treasury.gov.au/documents/1087/PDF/05_Water.pdf.
- SAJI, N.; GOSWAMI B., VINAYACHANDRAN P., e YAMAGATA T., (1999): A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 401, 360–363.
- SALLES, A. Ottoni T.; RIBEIRO A. P. L. (2012). Instituições, Desenvolvimento Econômico e Sustentabilidade: Uma Análise dos Mecanismos de Regulamentação das Políticas de Meio Ambiente. In: VI Encontro de Economia Catarinense, 2012, Joinville/SC. VI Encontro de Economia Catarinense. Joinville: UNIVILLE, 2012.
- SANTOS A. A. M. (2010). Alocação territorial de longo prazo de vazões outorgáveis com diferentes garantia. Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Brasília. Dezembro, 2010.

- SECRETARIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (SRH) (2004). Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH.
- SIQUEIRA, A.; SOUZA, L.; VAZ, J.; MOLION, L.; BERNARDO, S.; SALVADOR, M.; OLIVEIRA, J. (2010). Impactos do ENOS no Norte e Nordeste brasileiros e sua relação com a oscilação decadal do Pacífico.
- SMITH D.I. (1998), Water in Australia: resources and management. Oxford University Press, Melbourne.
- SOUZA FILHO, Francisco de Assis (2001). Notas sobre Planejamento de Recursos Hídricos no Ceará. In Alves, Rodrigo Flecha Ferreira and Giordano Bruno Bontempo de Carvalho (eds.), Experiências de Gestão dos Recursos Hídricos. Brasília: MMA/ANA.
- STUDART, T. (2000). Análise de Incertezas na determinação de vazões regularizadas em climas semiáridos. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará.
- STUDART, T. (2002). Aspectos Climáticos do NEB. Universidade Federal do Ceará. Em <http://www.cearidus.ufc.br/graduacao.htm>, acessado em 2010.
- TADDEI R., BROAD K, PFAFF A. (2007) O Contexto Sociopolítico das Reformas na Gestão de Água no Ceará. Columbia University; University of Miami; Duke University.
- TAN P. L. 2002, 'An historical introduction to water reform in NSW—1975 to 1994', Environmental and Planning Law Journal, 19(6):445–460.
- TASCETTO, A. S., ENGLAND, M. H. (2009). "An analysis of late twentieth century trends in Australian Rainfall." **International Journal of Climatology. *Int. J. Climatol.* 29**: 791–807 (2009).
- UVO, C. B., C. A. Repelli, S. E. Zebiak, e Y. Kushnir, (1998): The relationships between tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation. J. Climate, 11, 551-562.

UVO, C. R. B., NOBRE, C.A, CITRAN, J. (1988) Análise da posição da zona de convergência Intertropical (ZCIT) no Atlântico equatorial e sua relação com a precipitação no Nordeste do Brasil. In: Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 1988, Rio de Janeiro (RJ), p.323-327.

WANG, L., (2005). "Cooperative Water Resources Allocation among Competing Users." University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.